CC BY

مقاله علمی – پژوهشی:

ارزش غذایی، فیتوشیمیایی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Sargassum ilicifolium*، *Nizimuddinia zanardini*، *Cystoseira indica* و *Padina australis*

اشکان اژدری*[1]، پریا اکبری[2]

*a.ajdari@gmail.com

۱-مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات شیلات آبهای دور چابهار، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران

۲- دانشکده علوم دریایی، گروه شیلات، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۲

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی ارزش غذایی (ترکیب تقریبی، اسید آمینه و اسید چرب)، فیتوشیمیایی (استرول، فنل و فلانووئید) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (دی‌فنیل پیکریل هیدرازیل؛ DPPH) عصاره آبی مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Sargassum ilicifolium*، *Nizimuddinia zanardini*، *Cystoseira indica* و *Padina australis* بود. در این مطالعه، پس از جمع‌آوری ماکروجلبک‌ها، آنها شستشو و خشک شدند و سپس به نسبت کمی ۱:۱:۱ با هم ترکیب و به صورت پودر در آمدند. میزان پروتئین، چربی، کربوهیدرات، خاکستر و رطوبت به‌ترتیب ۶/۳۸، ۱/۳۰، ۱۰/۸۶، ۵/۰ و ۲/۲۰ و ۸۵/۴۶ گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر مخلوط و میزان انرژی خام ۴۲۳۸/۸۶ کالری بر گرم مخلوط بود. اسیدهای چرب اشباع شده غالب در مخلوط ماکروجلبک‌های مورد آزمایش به‌ترتیب اسید پالمیتیک (۰/۸۹±۱۵/۱۱ درصد)، مریستیک اسید (۰/۲۸±۱۰/۵۱درصد) و اسید استئاریک (۰/۴۳±۸/۵۴ درصد) بود. از بین اسیدهای چرب بلند زنجیره اشباع‌نشده (PUFA)، به‌ترتیب آراشیدونیک اسید (۴/۲۳±۲۰/۴۸ درصد)، لینولئیک اسید (۶/۱۲±۱۸/۳۲ درصد) و آلفالینولنیک اسید (۰/۷۸±۶/۵۰ درصد) غالب بود. مجموع اسید آمینه ضروری و غیرضروری به‌ترتیب ۷/۸۸ و ۱۱/۴۱ اسید آمینه بر ۱۰۰ گرم نمونه بود. گلوتامیک اسید (۰/۰۲±۴/۱۲ اسید آمینه بر ۱۰۰ گرم نمونه)، اسید آسپارتیک (۰/۰۵±۱/۷۱گرم اسیدآمینه بر ۱۰۰ گرم نمونه) و سرین (۰/۰۹±۱/۶۴ گرم اسید آمینه بر ۱۰۰ گرم نمونه) به‌ترتیب جزو اسید آمینه غیرضروری غالب بود. استرول غالب سیتوستانول بود. میزان استرول کل ۱۲/۱۸± ۲۳۴/۵۴ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم ماده خشک بود. میزان فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره آبی مخلوط به‌ترتیب، ۷/±۸۳/۴۶ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره، ۰/۹۸±۱۰/۰۱ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک و ۱۱/۲۸±۱۳۲۳/۸۷ میکرومول ترولکس بر گرم عصاره بود. در کل، نتایج این تحقیق نشان داد که به دلیل وجود اسیدهای چرب PUFA، تعادل بین اسیدهای آمینه غیرضروری و ضروری، استرول و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، استفاده از مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *S. ilicifolium*، *N. zanardini*، *C. indica* و *P. australis* در صنایع غذایی و دارویی، توصیه می‌گردد.

لغات کلیدی: عصاره ماکروجلبک، ارزش غذایی، استرول، فنل، وضعیت آنتی‌اکسیدانی

*نویسنده مسئول

مقدمه

با توجه به رشد سریع جمعیت و روند رو به رشد استانداردهای زندگی، امنیت غذایی یک چالش بزرگ است. رقابت افزایشی بر زمین، آب و انرژی، و صید کاملاً بر نیاز اضطراری به مواد غذایی پایدار توسعه یافته را از منابع طبیعی تجدیدپذیر تأکید می‌کند (Rajapakse andKim, 2011; Øverland *et al*., 2018). استفاده از ماکروجلبک‌های دریایی مختلف به عنوان منبع غذای مکمل در محصولات جانوری تاریخچه طولانی دارد. این جلبک‌ها پایه زنجیره‌های غذایی آبی را تشکیل می‌دهند. آنها به دلیل کاربردهای بالقوه متعددی مانند غذاهای کاربردی، غذاهای حیوانی، زیست‌پزشکی، پربیوتیک‌ها، لوازم آرایشی، کودهای ارگانیک، تصفیه فاضلاب، تولیدات زیست‌سوخت‌ها و مواد با ارزش، شناخته شده‌اند (Øverland *et al*., 2018; Patel *et al*., 2021).

محبوبیت غذاهای ماکروجلبکی به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا در حال افزایش است. بیومس جلبکی را پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها، اسیدهای چرب غیراشباع چندظرفیتی، کاروتنوئیدها، ویتامین‌ها و مواد معدنی غنی کرده‌اند. اگرچه، امیدبخش‌ترین قسمت آن پلی‌ساکاریدها یا مشتقات آنها (فیبرهای رژیمی) هستند که باکتری‌های کولونی آنها را به طور کامل تخمیر نمی‌کنند و در نتیجه به عنوان پربیوتیک‌های احتمالی عمل می‌کنند (Pal *et al*., 2013). اخیراً استفاده از جلبک‌های دریایی در آبزی‌پروری به علت داشتن مواد مغذی نظیر آنتی‌اکسیدان‌ها، اسیدهای چرب ضروری (امگا ۳و ۶)، اسیدهای آمینه ضروری، ویتامین‌ها، مواد معدنی، کربوهیدرات‌ها و بتاکاروتن، رو به گسترش است (Galland-Irmouli *et al*., 1999; AOAC, 2000). به دلیل دارا بودن ویژگی‌های زیست‌فعالی که موجب ایجاد پاسخ‌های تنظیم‌کننده سیستم ایمنی، آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی، ضدانعقادی، محافظت‌کننده کبد و ضدفشارخون می‌شوند، ترکیبات مشتق از جلبک‌ها علاوه بر منابع پربیوتیک و آمینواسیدهای تعدیل‌شده، به عنوان دارو نیز در نظر گرفته می‌شوند (Rajapakse and Kim, 2011; Pal *et al*., 2013; Øverland *et al*., 2018).

ماکروجلبک‌ها حاوی سطوح مختلفی از مواد مغذی بوده که وابسته به گونه، فصل برداشت، منشأ جغرافیایی و شرایط زیست‌محیطی هستند. استفاده از آنها در رژیم غذایی آبزیان نه‌تنها هزینه تغذیه را کاهش می‌دهد بلکه منجر به بهبود کارایی تغذیه آبزیان، هضم، و تقویت سیستم ایمنی ماهیان می‌گردد (Tabarsa *et al*., 2012) و با بهبود کارایی هضم، کیفیت آب را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد (Banerjee *et al*., 2010). سطح پروتئین و اسیدآمینه‌های ضروری در ماکروجلبک‌ها بسیار متفاوت بوده و ممکن است پلی‌ساکاریدهای خاص گونه‌ها و ترکیبات فنلی، قابلیت گوارش پروتئین را تحت تأثیر قرار دهند. بنابراین، تعمیم در مورد سودمندی کل ماکروجلبک‌ها به عنوان منبع پروتئین امکان پذیر نیست، اما بسیاری از گونه‌ها پروتئین‌های قابلیت هضم بسیار کمی دارند تا به عنوان منابع پروتئین جایگزین در خوراک حیوانات شوند (Øverland *et al*., 2018).

ماکروجلبک‌های دریایی، غنی از ترکیبات زیست‌فعال هستند که می‌توانند به انواع گوناگونی از متابولیت‌های ثانویه همراه با طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های بیولوژیک تبدیل شوند. در آینده، ترکیبات زیست فعال همراه با اثرات مفید ثبت شده، ممکن است افزایش استفاده تجاری از محصولات ماکروجلبک را به عنوان مواد غذایی تسهیل کند.

مطالعات متعددی در ارتباط با ارزیابی استرول ماکروجلبک‌های قهوه‌ای از جمله، ماکروجلبک *Stoechospermum marginatum* و *P.australis* (Akbary *et al*., 2021a)، *P. boergesenii* (Jamili *et al*., 2015)، *Pelvetia siliquosa* (Naiel *et al*., 2020) محتوی فنل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ماکروجلبک‌های سواحل چابهار *Padina australis*، *Stoechospermum marginatum* و *Ahnfeltiopsis pygmaea* (Akbary *et al*., 2021b)، *Cystoseira trinodis* (Taheri *et al*., 2017)، *Hizikia fusiformis* (Choi *et al*., 2014)، بررسی ترکیبات شیمیایی، اسید آمینه و اسیدهای چرب برخی گونه‌های ماکروجلبک مانند، *Macrocystis pyrifera* (Casas-Valdez *et al*., 2006)، *Sargassum* sp. (Castro-González *et al*., 2000)، *Gracilaria salicornia* (Supardy *et al*., 2011)، *P. australis* و

Stoechospermum marginatum (Akbary *et al.*, 2021a) صورت گرفته است. برای مثال، Supardy و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که در بین عصاره‌های مختلف جلبک *Halimeda discoidea* فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره کلروفرمی و محتوای فنل بالاتر بود. همچنین محتوای پروتئین خام، لیپید خام، خاکستر و فیبر در وعده‌های غذایی متشکل از جلبک دریایی *Macrocystis pyrifera* به‌ترتیب دارای ۱۴-۵، ۵-۲، ۴۵-۳۱ و ۹-۵ درصد بودند (Castro-González *et al.*, 2000). اما تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با ارزیابی ارزش غذایی، فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مخلوط ماکروجلبک‌ها صورت نگرفته است.

به رغم پتانسیل‌های مذکور، برای این‌که ماکروجلبک‌ها برای کاربردهای گسترده‌تر و خاص در تمام حیطه‌های سلامتی به یک کسب‌وکار واقعی تبدیل شوند، به تحقیقاتی بیشتری نیاز است. اگرچه تا زمان کشف پتانسیل پنهان و افزایش ارزش و چشم‌اندازهای کاربردی آنها صرفه‌پذیری تجاری آنها توجیه شود، افزایش ظرفیت پردازش زیستی جلبک‌ها به عنوان یک چالش اصلی مطرح است.

این مطالعه با هدف بررسی ارزش غذایی (ترکیب تقریبی، اسید آمینه و اسید چرب)، فیتوشیمیایی (استرول، فنل و فلانووئید) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (دی فنیل پیکریل هیدرازیل) عصاره آبی مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Sargassum ilicifolium*، *Nizimuddinia zanardini*، *Cystoseira indica* و *Padina australis* منطقه چابهار برای ترویج این محصول غذایی منطقه‌ای در جیره غذایی انسان و حیوان است که می‌تواند چشم‌انداز خوبی در توسعه سلامت عمومی مصرف‌کنندگان و سودآوری تجاری ماکروجلبک‌های این منطقه داشته باشد.

مواد و روش کار

تهیه و آماده‌سازی عصاره آبی مخلوط ماکروجلبک‌ها

ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Sargassum ilicifolium*، *Nizimuddinia zanardini*، *Cystoseira indica* و *Padina australis* در آذرماه ۱۴۰۰ از سواحل چابهار (دریابزرگ و تیس) هنگام جزر جمع‌آوری و پس از حمل به آزمایشگاه، با آب شیرین چندین بار شستشو شدند تا موجودات اپی‌فیت و گل و لای آن کاملاً از بین برود. سپس در سایه و در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد)، خشک شدند. پس از آسیاب نمودن هریک از ماکروجلبک‌ها به‌وسیله آسیاب برقی، پودر مخلوط از چهار گونه ماکروجلبک (۱:۱:۱:۱) آماده شد و تا زمان استفاده بعدی دردمای ۴- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Galland-Irmouli *et al.*, 1999; Akbary *et al.*, 2020). جهت تهیه عصاره آبی از مخلوط ماکروجلبک‌ها (سه تکرار)، مقدار ۵ گرم پودر حاصله از مخلوط با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مخلوط و به‌مدت ۲۰ دقیقه به‌خوبی تکان داده شد و سپس درب ظروف را بسته و به مدت ۷۲ ساعت در تاریکی نگهداری شدند. سپس محلول رویی با دقت جمع‌آوری و پس از عبور از کاغذ صافی (کاغذ واتمن شماره ۱)، با استفاده از دستگاه تبخیرکننده چرخان (IKA,Germany) در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت عصاره تغلیظ شد و در نهایت عصاره به‌دست‌آمده، در پتری‌دیش تمیز زیر هود لامینار قرارگرفت تا مابقی حلال باقی‌مانده تبخیر شد. میزان عصاره به‌دست آمده از سه تکرار قبل از روتاری با هم مخلوط شده و تا زمان استفاده بعدی دردمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Chouhury *et al.*, 2005).

سنجش ترکیب شیمیایی

تجزیه شیمیایی ترکیب شیمیایی و انرژی خام مخلوط ماکروجلبک مورد آزمایش، بر اساس روش استانداردAOAC (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 خنک شدن و خاکستر از طریق سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۶ ساعت محاسبه شد. میزان کربوهیدرات مخلوط ماکروجلبک نیز از کسر میزان پروتئین، رطوبت، چربی و خاکستر از ۱۰۰ گرم نمونه محاسبه شد (Sarjana *et al.*, 2014).

سنجش ترکیب اسیدهای چرب

مقدار ۲۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم از نمونه مخلوط ماکروجلبک‌ها درون ظرف شیشه‌ای درب‌دار ریخته شد. سپس ۱ میلی‌لیتر

از محلول حاوی H_2SO_4 ۲/۵ درصد و متانول ۹۸ درصد (v/v،۴۰/۱) به هر ظرف نمونه اضافه گردید و سپس به مدت ۱ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از سرد شدن در دمای اتاق، ۵۰۰ میکرولیتر هگزان با ۱/۵ میلی‌لیتر NaCl ۹ درصد مخلوط گردید و به نمونه اضافه شده تا اسید چرب متیل آستر استخراج گردد (Nazari *et al.*, 2013). 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 (Banerjee *et al.*, 2010; Nazari *et al.*, 2013). 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 ۱۰× Bp به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۱ میلی‌متر بود آشکارساز دستگاه از نوع FID و گاز حاصل از دستگاه هلیوم بود. فشار گاز هیدروژن ۳۰ میلی‌لیتر بر ثانیه، اکسیژن ۳۰۰ میلی‌لیتر بر ثانیه، دمای آشکارساز Detector۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، دمای Injector۲۴۰ درجه سانتی‌گراد و دمای ستون ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. ۱ میکرولیتر از عصاره مورد نظر با سرنگ هامیلتون 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 منحنی مربوط به اسیدهای چرب استاندارد و زمان بازداری مقایسه شد. بدین ترتیب، نوع و میزان اسید چرب (بر حسب درصد کل اسیدهای چرب) تعیین گردید (Pal *et al.*, 2013).

سنجش ترکیب اسید آمینه

جهت سنجش ترکیب اسیدهای آمینه از روش Lindroth و Mopper (۱۹۷۹) با کمی تغییر استفاده گردید. ابتدا ۰/۱ گرم آرتمیا خشک شده از هر تکرار تیمار 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 و پس از خارج کردن هوای داخل لوله با گاز نیتروژن، در داخل آون با دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت و سپس حجم اسید موجود در لوله تا حجم ۲۵ میلی‌لیتر 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 بورات و ۱۰۰ میکرولیتر محلول OPA[1] اضافه شد و پس از ۲ دقیقه انکوباسیون، ۵۰ میکرولیتر اسید کلریدریک ۰/۷۵ مولار به ترکیب برای متوقف کردن واکنش اضافه شد. در خاتمه، با سرنگ مخصوص ۲۰ میکرولیتر از ترکیب مذکور به دستگاه HPLC (infinity-۱۲۹۰، کشور انگلیس) تزریق گردید.

سنجش ترکیبات فیتو شیمیایی

استخراج و سنجش استرول

برای استخراج استرول‌های آزاد به یک گرم از پودر مخلوط ماکروجلبک‌ها، ۲۰ میلی‌لیتر دی‌کلرو متان افزوده شد و با کمک دستگاه فراصوت همگن گردید و مخلوط به مدت ۰/۵ ساعت در دمای اتاق به‌حالت سکون نگه داشته شد و با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۱، صاف گردید و در نهایت با استفاده از دستگاه تبخیر در خلاء و گاز نیتروژن، حلال به طور کامل از هر نمونه خشک شد. پس از استخراج استرول‌های آزاد از چهار گونه نرم‌تن و خشک شدن کامل عصاره‌ها با گاز نیتروژن، ۵۰ میکرولیتر پیریدین خشک دو بار تقطیر به همراه ۵۰ میکرولیتر معرف BSTFA>99%[2] حاوی ۱ درصد TMCS[3] (شرکت سیگما- آلدریچ) به آن‌ها افزوده شد و به‌مدت یک شب در تاریکی و در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس هر یک از عصاره‌ها با یک میلی‌لیتر دی‌کلرومتان رقیق شده و حجم یک میکرولیتر از هریک از آنها برای تجزیه به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد.

[1] o- phthaldialdehyde (OPA)
[2] N,O-Bis (trimethylsilyl)trifluoroacetamide (BSTFA)
[3] Trimethylchlorosilane (TMCS)

استخراج از هر نمونه سه بار انجام شد. برای جداسازی انواع استرول‌ها در عصاره‌ها از دستگاه کروماتوگرافی مدل Unicam 4600 (مستقر در شرکت میزان سنجش پاسارگاد تهران) استفاده شد. ستون این دستگاه از نوع Bp ×۱۰ به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۱ میلی‌متر بود. آشکارساز دستگاه از نوع FID و گاز حاصل از دستگاه هلیوم بود که با فشار ۶ پاسکال درستون به‌عنوان گاز حامل به‌کار رفت. برنامه حرارتی ستون با دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو دقیقه آغاز شد و پس از آن با افزایش دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید و بعد به مدت ۱۵ دقیقه در همین دما باقی ماند. دمای اتاقک تزریق و آشکارساز ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و حجم عصاره برای تزریق یک میکرولیتر بود. شناسایی اجزاء موجود در کروماتوگرام به‌کمک زمان بازداری آنها انجام شد زمان بازداری اجزاء مختلف با استفاده از داده‌های تزریق فیتواسترول‌های استاندارد (کمپسترول[1]، استیگمااسترول[2] و بتا-سیتوسترول[3]) (شرکت سیگما- آلدریچ)، تحت شرایط یکسان با تزریق نمونه‌ها محاسبه شده و از کلسترول به عنوان استاندارد داخلی برای سنجش کمی استفاده شد (Liu *et al*.,2007).

اندازه‌گیری فنل

مقادیر فنل کل عصاره حاصل از هر تیمار مورد آزمایش، با اندکی تغییر با استفاده از روش Ebrahimzadeh و همکاران (۲۰۰۸) اندازه‌گیری شد. ۲۰۰ میکرولیتر عصاره با ۲۰ میکرولیتر معرف فولین- سیکالتو (رقیق شده با آب مقطر به نسبت ۱به ۱۰)، مخلوط شده و به مدت ۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. سپس ۲ میکرو لیتر از بی‌کربنات سدیم ۶ درصد اضافه و مخلوط شده و بعد از ۱۵ دقیقه نگهداری در دمای اتاق، جذب نوری آن با اسپکتروفتومتر (Shimadzu, uv-1800, Japan) در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد. مقادیر فنل کل در هریک از عصاره‌ها با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه و بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره بیان گردید.

[1]Campesterol
[2] Stigmasterol
[3] beta-Sitosterol

اندازه‌گیری فلانووئید

محتوای فلانوئیدی عصاره حاصل از مخلوط ماکروجلبک‌ها با اندکی تغییر با استفاده از روش Ebrahimzadeh و همکاران (۲۰۰۸) اندازه‌گیری شد. ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره نمونه، ۱/۵ میلی‌لیتر متانول و ۰/۱ میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم ۱۰درصد در اتانول ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم یک مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شدند. بعد از ۳۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق، جذب نوری آن با اسپکتروفتومتر (Shimadzu, uv-1800, Japan) در طول موج ۴۱۵ نانومتر قرائت گردیده و با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه و بر حسب میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک بیان گردید.

ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدان به‌وسیله دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH)[4]

فعالیت خنثی سازی رادیکال آزاد[5] دی فنیل پیکریل هیدرازیل عصاره مخلوط ماکروجلبک‌ها با استفاده از روش Shimada و همکاران (۱۹۹۲) با استفاده از کیت اندازه‌گیری ظرفیت خنثی سازی رادیکال آزاد بر اساس روش DPPH (کیت زیتوکس تهیه شده از شرکت کاوش آزما)، در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردیده و مقدار DPPH بر حسب میکرومول ترولکس بر گرم وزن خشک عصاره بیان گردید.

روش تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

مقادیر ترکیب شیمیایی، اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه، استرول‌ها، فنل و فلاونوئید به صورت میانگین±انحراف معیار (از سه تکرار) گزارش شد.

نتایج

ترکیب شیمیایی

در جدول ۱ میزان ترکیب شیمیایی مخلوط ماکروجلبک‌ها ارائه شده است. جزو اصلی مخلوط ماکروجلبک‌های مورد آزمایش، رطوبت بود. میزان پروتئین، چربی، کربوهیدرات،

[4] Di Phenyl Picryl Hydrazyl
[5] Radical Scavenging activity

خاکستر و رطوبت به‌ترتیب ۶/۳۸، ۱/۳۰، ۱۰/۸۶، ۵/۰ و ۲/۲۰ و ۸۵/۴۶ گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر مخلوط و میزان انرژی خام ۴۲۳۸/۸۶ کالری بر گرم مخلوط گزارش شد.

جدول ۱: ترکیب شیمیایی مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Sargassum ilicifolium*، *Nizimuddinia zanardini*، *Cystoseira indica* و *Padina australis*

Table 1: Chemical composition of the mixture of brown macroalgae *Sargassum ilicifolium, Nizimuddinia zanardini, Cystoseira indica* and *Padina australis*

Chemical composition	Moisture (g/100 mixed wet weight)	Protein (g/100 mixed wet weight)	Lipid (g/100 mixed wet weight)	Carbohydrate(g/100 mixed wet weight)	Raw energy (cal/g mixed weight)	Ash (g/100 mixed wet weight)
	85.46±4.28	6.38±0.78	0.86±0.15	5.10±0.89	4238±86±358	2.20±0.34

ترکیب اسیدهای چرب

در جدول ۲ ترکیب اسیدهای چرب (کل درصد اسیدهای چرب) مخلوط ماکروجلبک‌های مورد آزمایش نشان داده شده است. اسیدهای چرب اشباع شده غالب در مخلوط ماکروجلبک‌های مورد آزمایش به‌ترتیب اسید پالمیتیک (۱۵/۱۱±۰/۸۹ درصد)، مریستیک اسید (۱۰/۵۱±۰/۲۸درصد) و اسید استئاریک (۸/۵۴±۰/۴۳ درصد) بود. در بین اسیدهای چرب تک زنجیره غیر اشباع، اولئیک اسید (۷/۴۹±۰/۹۷ درصد) و از بین اسیدهای چرب بلند زنجیره اشباع‌نشده (PUFA)، به ترتیب آراشیدونیک اسید (۲۰/۴۸±۴/۲۳ درصد)، لینولئیک اسید (۱۸/۳۲±۶/۱۲ درصد) و آلفا لینولنیک اسید (۶/۵۰±۰/۷۸ درصد) غالب بود.

ترکیب اسید آمینه

در جدول ۳ ترکیب اسیدهای آمینه کل مخلوط ماکروجلبک‌های مورد مطالعه ارائه شده است. مجموع اسید آمینه ضروری و غیر ضروری به‌ترتیب ۷/۸۸ و ۱۱/۴۱ اسید آمینه بر ۱۰۰ گرم نمونه بود. گلوتامیک اسید (۴/۱۲±۰/۰۲ اسید آمینه بر ۱۰۰ گرم نمونه)، اسید آسپارتیک (۱/۷۱±۰/۰۵گرم اسید آمینه بر ۱۰۰ گرم نمونه) و سرین (۱/۶۴±۰/۰۹ گرم اسید آمینه بر ۱۰۰ گرم نمونه)، به‌ترتیب جزو اسید آمینه غیر ضروری غالب بود.

جدول ۲: ترکیب اسیدهای چرب (درصد کل اسیدهای چرب) مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Sargassum ilicifolium*، *Nizimuddinia zanardini*، *Cystoseira indica* و *Padina australis*

Table 2: Composition of fatty acids (percentage of total fatty acids) of the mixture of brown macroalgae *Sargassum ilicifolium, Nizimuddinia zanardini, Cystoseira indica* and *Padina australis*

Fatty acid	(% total fatty acid)
C12:0	1.53±0.08
C14:0	10.51±0.28
C16:0	15.11±0.89
C18:0	8.54±0.43
C20:0	5.21±0.14
SFA*	40.90±15.13
C14:1 n-5	0.93±0.38
C16:1 n-7	1.38±0.14
C18:1 n-7	1±0.52
C18:1 n-9	7.49±0.97
MUFA*	11.70±0.83
C18:2 n-6	18.32±6.12
C18:3 n-3	6.50±0.78
C20:4 n-6	20.48±4.23
C20:5 n-3	2.30±0.04
C22:6 n-3	0.80±0.05
PUFA*	47.4±8.12

Values (mean±SE, n=3). SFA* saturated fatty acid** MUFA monounsaturated fatty acid PUFA*** polyunsaturated fatty acid.

ترکیب‌های فیتوشیمیایی

استرول: در جدول ۴ مقایسه میزان استرول آزاد و کل استرول مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای ارائه شده است.

جدول ۳: ترکیب اسیدهای آمینه (گرم اسیدآمینه/۱۰۰ گرم نمونه) کل مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Sargassum ilicifolium*، *Nizimuddinia zanardini*، *Cystoseira indica* و *Padina australis*

Table 3: Composition of amino acids (grams of amino acids/100 grams of sample) of the whole mixture of brown macroalgae *Sargassum ilicifolium, Nizimuddinia zanardini, Cystoseira indica* and *Padina australis*

Amino acids(AA) Essential amino acids (EAA)	g AA/g sample
Arginine	2.02±0.02
Histidine	0.54±0.07
Isoleucine	0.71±0.03
Leucine	0.79±0.04
Lysine	1.63±0.02
Methionine	0.23±0.04
Phenylalanine	0.93±0.03
Valine	1.03±0.01
Nonessential amino acids (NEAA)	
Alanine	18±0.23
Glutamic acid	4.12±0.02
Aspartic acid	1.71±0.05
Glycine	1.55±0.06
Serine	1.64±0.09
Tyrosine	1.31±0.12
Total amino acids	19.29±5.23
Total essential amino acids	7.88±0.67
Total nonessential amino acids	11.41±0.51

Mean values±SE are the result of 3 repetitions of each treatment.

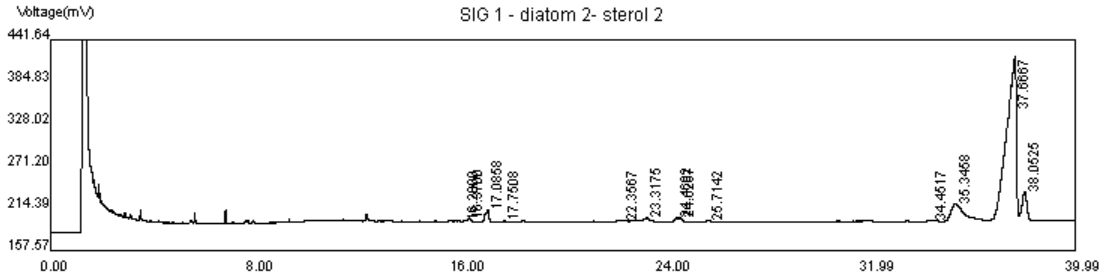
جدول ۴: میانگین (± خطای معیار) مقادیر استرول آزاد و استرول کل (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک) در مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Sargassum ilicifolium*، *Nizimuddinia zanardini*، *Cystoseira indica* و *Padina australis*

Table 4- Average (± standard error) values of free sterols and total sterols (mg/100g dry weight) in the mixture of brown macroalgae *Sargassum ilicifolium, Nizimuddinia zanardini, Cystoseira indica* and *Padina australis*

Matter	(mg g^{-1} of dry matter)
Cholesterol	6.36±0.62
Ergosterol	1.85±0.21
24-methyl cholesterol	2.31±0.16
Campesterol	5.38±0.21
Sitostanol	37.67±0.07
Delta-5-onasterol	3.54±0.03
Delta-7-campesterol	11.75±0.07
Stigmasterol	1.63±0.04
Campestanol	0.79±0.06
Total sterol	234.54±12.18

Mean values±SE are the result of 3 repetitions of each treatment.

استرول غالب، Sitostanol بود (شکل ۱). میزان استرول کل ۱۲/۱۸± ۲۳۴/۵۴ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم ماده خشک بود. میزان کلسترول و Campestrol به‌ترتیب ۰/۶۲±۶/۳۶ و ۰/۲۱±۵/۳۸ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم ماده خشک بود.



شکل ۱- کروماتوگرام ترکیب اصلی سیتوستانول در مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Sargassum ilicifolium*، *Nizimuddinia zanardini*، *Cystoseira indica* و *Padina australis*

Figure 1- Chromatogram of the main composition of sitostanol in the mixture of brown macroalgae *Sargassum ilicifolium, Nizimuddinia zanardini, Cystoseira indica* and *Padina australis*

فنل کل و فلاونوئید

میانگین میزان فنل و فلاونوئید در عصاره آبی مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *S. ilicifolium*، *N. zanardini*، *C. indica* و *P. australis* به‌ترتیب ۷/۰۷±۸۳/۴۶ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره و ۰/۹۸±۱۰/۰۱ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک بود.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

مقدار DPPH در عصاره آبی مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *S. ilicifolium*، *N. zanardini*، *C. indica* و *P. australis* ۱۱/۲۸±۱۳۲۳/۸۷ میکرومول ترولکس بر گرم عصاره بود.

بحث

این تحقیق با هدف بررسی ارزش غذایی، فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مخلوط چهار گونه ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *S. ilicifolium*، *N. zanardini*، *C. indica* و *P. australis* صورت گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان پروتئین، چربی، کربوهیدرات، خاکستر و رطوبت به‌ترتیب ۶/۳۸، ۱/۳۰، ۱۰/۸۶، ۵/۰، ۲/۲۰ و ۸۵/۴۶ گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر مخلوط گزارش شد. جزو اصلی مخلوط ماکروجلبک‌های مورد آزمایش، رطوبت بود. Sarjana و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی ترکیب 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 دارای بالاترین میزان در مقایسه با چربی بود که با تحقیق حاضر همخوانی داشت. محتوای پروتئین خام، لیپید خام، خاکستر و رطوبت در وعده‌های غذایی متشکل از جلبک دریایی *Macrocystis pyrifera* به‌ترتیب ۶/۱، ۰/۷، ۳۱/۱ و ۴/ ۶۰ درصد بود (Castro-González *et al*., 2000) که رطوبت جزو اصلی این جلبک بود که با تحقیق حاضر همخوانی داشت. همچنین میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر به‌ترتیب در *Ulva clathrata* به‌ترتیب ۹۰، ۲/۲، ۰/۲ و ۴/۵ درصد بود. می‌توان گفت که ترکیب شیمیایی ماکروجلبک‌ها با توجه به زیستگاه، پراکندگی جغرافیایی، گونه، وضعیت فیزیولوژیک و شرایط محیطی متفاوت است. همچنین محتوای پروتئین جلبک دریایی با توجه به گونه و دوره فصلی متفاوت است (Sarjana *et al*., 2014; Khadijah *et al*., 2021). Holdt و Kraan (۲۰۱۱) گزارش کردند که میزان پروتئین، خاکستر، فیبر، کربوهیدرات و چربی در ماکروجلبک *S. fusiforme* به‌ترتیب ۱۱/۶، ۱۹/۷۷، ۱۷، ۳۰/۶ و ۱/۴ درصد بود. می‌توان گفت که قندهای ساده و پلی‌ساکاریدها از ذخایر اصلی انرژی شیمیایی در جلبک‌های دریایی هستند. علاوه‌برآن، برای سلول‌ها پشتیبانی ساختاری فراهم می‌کنند. این ترکیبات اصلی یکی از بزرگ‌ترین نسبت‌های ترکیب جلبک‌ها را به‌خود اختصاص داده‌اند که غلظت‌های کربوهیدرات در آنها در دامنه ۶۶/۰-۱/۸ درصد قرار دارد به‌ویژه ماکروجلبک‌های قهوه‌ای دارای بیشترین مقادیر کربوهیدراتی در تمام گروه‌های ماکروجلبکی هستند (Holdt and Kraan, 2011). میزان انرژی خام در مخلوط ماکروجلبک‌ها در این تحقیق، ۴۲۳۸/۸۶ کالری بر گرم بود. Kabirifard و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که میزان انرژی خام در جلبک *S. angustifolium* و *Cystoseria indica* به‌ترتیب ۲۳۱۶/۶ و ۳۲۶۷ کالری بر گرم بود. می‌توان گفت که مخلوط ماکروجلبک‌های مورد مطالعه به دلیل داشتن انرژی خام بیشتر، خاکستر کمتر و به تبع آن ماده آلی بیشتر، برای تغذیه مناسب‌تر هستند.

بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع شده مربوط به اسید پالمیتیک بود که با نتایج حاصل از تحقیق Silva و همکاران (۲۰۱۳) بر ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *P. pavonica*، *C. tamariscifolia*، *H. filicina*، *S. poluschides* و *S. vulgare* همخوانی دارد. همچنین در این تحقیق، در بین اسیدهای چرب تک زنجیره غیر اشباع، اولئیک اسید غالب بود که با نتایج تحقیقات بر ماکروجلبک‌های قهوه‌ای همخوانی دارد (Dawczynski *et al*., 2007; Silva *et al*., 2013)، از بین اسیدهای چرب بلند زنجیره اشباع نشده (PUFA)، به‌ترتیب آراشیدونیک اسید، لینولئیک اسید و آلفا لینولنیک اسید غالب بود. Silva و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی پروفایل اسیدهای چرب در گونه‌های مختلف ماکروجلبک‌های قهوه‌ای نشان دادند که لینولئیک اسید در ماکروجلبک‌های *P. pavonica* و *C. nodicaulis* و آلفا لینولنیک اسید در ماکروجلبک *F. spiralis* غالب بود که با نتایج مطالعه حاضر، همخوانی داشت. می‌توان گفت که بسیاری از گونه‌های ماکروجلبکی مقادیر دارای بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره به‌ویژه از نوع اسیدهای چرب امگا سه، مثل ایکوزاپنتانئوییک اسید (EPA, 20:5n-

3)[1]، استئاریدونیک اسید (SDA, 18:4n-3)[2]، آلفا-لینولنیک اسید (ALA, 18:3n-3)[3] و آراشیدونیک اسید (ARA, 20:4n-6)[4] هستند (Ortiz *et al*., 2006). Sánchez-Machado و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که نسبت ۳-n/ ۶-n باید کمتر از ۱۰ چربی باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که نسبت ۳-n/ ۶-n ۴/۴۰ بود. Akbary و همکاران (۲۰۲۱a) نیز نشان دادند که نسبت ۳-n/ ۶-n برای سه گونه ماکروجلبک *P. australis*، *S. marginatum* و *A.pygmaea* به‌ترتیب ۲/۸۳، ۱/۴۰ و ۱/۲۵ بود که کمتر از مقادیر تعریف شده بودند که با نتایج مطالعه حاضر، همخوانی داشت. همچنین گونه‌های جنوب شرقی ایران به‌ویژه چهار گونه جلبک قهوه‌ای مورد بررسی که به صورت مخلوط استفاده شده است، به عنوان منابع اسیدهای چرب مفید هستند که می‌توان از مخلوط آنها برای بهره‌برداری بیشتر از اسیدهای چرب و در تغذیه استفاده کرد. آنها همچنین با مقایسه اسیدهای چرب سه ماکروجلبک *Padina australis*، *Stoechospermum marginatum* و *Ahnfeltiopsis pygmaea* (در سواحل چابهار)، نشان دادند که ایکوزاپنتانوئیک اسید و آراشیدونیک اسید در سه گونه غالب بود و بیشترین میزان دوکوزاهگزانوئیک اسید در جلبک *P.australis* مشاهده شد و بیان نمودند که ترکیب اسید چرب و رنگدانه جلبک‌های دریایی نیز بین گروه‌های مختلف متفاوت است. همچنین از نظر غالب بودن آراشیدونیک اسید با نتایج مطالعه حاضر، همخوانی دارد. همچنین اگرچه ماکروجلبک‌ها دارای لیپید بالایی مثل میکروجلبک‌ها و گیاهان خشکی (*Schizochytrium*، گل آفتاب‌گردان، تخم کتان و تخم شلغم روغنی)، نباشند، اما کیفیت لیپید آنها و در نتیجه، افزایش ترکیب کلی اسیدهای چرب خوراک می‌تواند این ضعف را جبران کند. تحقیقات نشان داده است که اسیدهای چرب پلی غیراشباع[5] به‌ویژه اسیدهای چرب به‌شدت غیر اشباع بلند زنجیره[6] امگا سه، برای مصرف کننده عناصر «غذای عملکردی» تلقی می‌شوند. مشاهده شده است که اسیدهای چرب امگاه- ۳ (ω3) پیش‌ماده مهمی در سنتز ایکوزانوئیدها هستند که در واقع، واسطه‌های مهمی در واکنش‌های التهابی و تنظیم پاسخ ایمنی بدن هستند. هنگامی که جیره غذایی دارای کمبود اسید چرب امگا ۳ ضروری باشد، فعالیت‌های ضد باکتریایی سلول‌های ماکروفاژ کاهش می‌یابد درحالی‌که ماکروفاژهای ماهی که اسید لینولنیک دریافت می‌کنند، قدرت باکتری‌کشی بالاتری دارند. همچنین مشخص گردید که اسید آراشیدونیک چون به عنوان ماده پیشرو در تولید ایکوزانویید مطرح است، می‌تواند باعث رشد و رنگدانه‌بندی ماهیان دریایی شود (Øverland *et al*., 2018). اما در انسان‌ها مصرف غذاهای غنی از اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع بلند زنجیره امگا سه، می‌تواند اثرات بسیار خوبی به عنوان یک عامل ضد التهابی داشته باشد که سلامت قلبی و توسعه و عملکرد مغزی را بهبود می‌دهد (Ruxton *et al*., 2004).

ترکیب اسیدآمینه موجود در بسیاری از ماکروجلبک‌ها را می‌توان از نظر اسیدهای آمینه ضروری نسبتاً کامل در نظر گرفت. بسیاری از گونه‌های جلبکی، دارای اکثر اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری هستند (Ortiz *et al*., 2006). نتایج این تحقیق نشان داد که مخلوط حاصل از چهار گونه ماکروجلبک قهوه‌ای حاوی اسیدآمینه‌های ضروری آرژنین، هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین، فنیل آلانین و والین بود. همچنین اسید آسپارتیک و گلوتامیک اسید و سرین، سه اسید آمینه غیرضروری اصلی در مخلوط بود. آسپارتیک اسید و گلوتامیک اسید، فراوان‌ترین اسیدهای آمینه بوده است و حدود ۴۴-۲۲ درصد کل اسیدهای آمینه را تشکیل می‌دهند. Wong و Cheung (۲۰۰۰) گزارش کردند که جلبک‌های دریایی قرمز (*Hypnea japonica* و *Hypnea charoides*) و جلبک‌های دریایی سبز (*Ulva lactuca*) دارای همه اسیدهای آمینه ضروری به‌جز تریپتوفان هستند که ۴۸-۴۲ 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. Salosso و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که *P. australis*

[1]Eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5n3)
[2]Stearidonicacid (SDA, 18:4n3)
[3]A-linolenic acid (ALA, 18:3n3)
[4]Andarachidonic acid (ARA, 20:4n6)
[5]Polyunsaturated fatty acids (PUFA),
[6]Highly unsaturated fatty acids(HUFA)

جمع‌آوری شده در آبهای خلیج Kupang (اندونزی)، 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 Tamil Nadu (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 بر محتوای اسید آمینه آن تأثیر بگذارد. اگرچه برخی از گونه‌های مهم تجاری (ماکروجلبک قرمز *P. palmata*)، فاقد اسید آمینه ضروری سیستئین است، اما دارای مقادیر بالایی از اسیدهای آمینه آسپارتیک اسید و گلایسین است که مقادیر کل اسیدهای آمینه ضروری آن با پروتئین سویا قابل مقایسه هستند (Galland-Irmouli *et al*., 1999). به همین ترتیب *Himanthalia elongata*، *Undaria pinnatifida* و *Pyropia umbilicalis* نیز می‌توانند دارای مقادیر اندکی از متیونین، ایزولوسین و فنیل‌آلانین باشند (Cofrades *et al*., 2010). می‌توان گفت که پروتئین‌ها و پپتیدهای مشتق از جلبک‌های دریایی، دارای طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های زیست فعال هستند 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

مقدار استرول کل و محتوای استرول‌های شاخصی مانند سیتوستانول، کلسترول و کمپسترول قابل توجه بود و می توانند به عنوان منابع مکمل این استرول‌ها در صنایع غذایی و دارویی مورد استفاده قرار گیرند که با نتایج Akbary و همکاران (۲۰۲۱a) بر ماکروجلبک‌های *Padina australis*، *Stoechospermum marginatum* و *Ahnfeltiopsis pygmaea* در سواحل چابهار همخوانی داشت. آنها نشان دادند که میزان سیتوستانول به عنوان استرول غالب در جلبک *P. australis*، *Stoechospermum marginatum* و *Ahnfeltiopsis pygmaea* به‌ترتیب ۸۱/۰۲، ۹۰/۳۴ و ۴۶/۸۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک بود. Jamili و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که در جلبک *P.boergesenii* کلسترول و ۲۲-دهیدروکلسترولT دو استرول اصلی این گونه بود که با نتایج مطالعه حاضر، همخوانی نداشت. در گزارش‌های ارائه شده از سایر محققین مشخص گردیده است که در جلبک‌های قرمز، کلسترول اصلی‌ترین آستروئید بوده که مقدار آن به طور معنی‌داری بیشتر از جلبک‌های قهوه‌ای است (Padmini and Sreenivasa, 1998; Akbary *et al*., 2021a). می‌توان گفت که نوع این ترکیبات تحت شرایط محیطی در گونه‌های متعدد متفاوت است. این ترکیبات جزو متابولیت‌های ثانویه محسوب می‌شوند و متابولیت‌های ثانویه هر موجود زنده‌ای تحت تاثیر شرایط محیطی، متغیر یا به مشتقات مشابه، تبدیل می‌شوند (Desmond and Gribaldo, 2009). با توجه به ارزش بسیار زیاد دارویی استرول‌ها (کمپسترول، استیگما استرول)، می‌توانند منابع مناسبی برای استفاده در صنایع دارویی باشند که این استرول‌ها، نقش مهمی در جلوگیری از رشد سلول‌های سرطانی و پیشگیری از بیماری‌های قلبی - عروقی دارند (Fernandes and Cabral, 2007).

با افزایش ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی، خاصیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر می‌شود. فلاونوئید و تانین‌ها توانایی زیادی برای پاکسازی رادیکال‌های آزاد دارند و این توانایی بیشتر بستگی به تعداد حلقه‌های آروماتیک و ماهیت گروه‌های جابه‌جاشونده هیدروکسیل دارد (Akbary *et al*., 2021b). نتایج این تحقیق نشان داد که میزان فنل و فلاونوئید در عصاره آبی مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای مورد مطالعه، به‌ترتیب ۷/۰۷±۸۳/۴۶ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره و ۰/۹۸±۱۰/۰۱ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک بود. آنها با بررسی میزان فنل کل و خواص آنتی‌اکسیدانی سه گونه ماکروجلبک در سواحل چابهار ایران، نشان دادند که میزان فنل کل در عصاره آبی سه گونه جلبک قهوه‌ای *Padina australis* (۶۶/۰۸±۶۹/۲ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره)، *S.marginatum* (۲/۰۸±۷۲/۳۳ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره) و *Ahnfeltiopsis pygmaea marginatum* (۲±۷۶ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره) در مقایسه با تحقیق حاضر، میزان فنل در عصاره آبی سه گونه ماکروجلبک کمتر از مخلوط

ماکروجلبک‌هاست. می‌توان گفت که گونه‌های مختلف ماکروجلبک‌ها حاوی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی متنوعی هستند (Hongayo *et al*., 2012). مطالعات قبلی نیز کارایی جلبک‌های قهوه‌ای را برای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی تائید می‌کنند. برای مثال، Tenorio-Rodriguez و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که در بین ۱۷ جلبک بزرگ حاوی سبز، قرمز و قهوه‌ای مورد مطالعه، عصاره ماکروجلبک قهوه‌ای دارای بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و منابع ترکیبات زیست‌فعال طبیعی بود که می‌توان فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی جلبک‌های دریایی را به وجود متابولیت‌های ثانویه متنوع (ترکیبات فنلی و همچنین کاروتنوئیدها)، نسبت داد (Hongayo *et al*., 2012). ترکیبات فنلی ماکروجلبک‌ها به عنوان عوامل بالقوه در بهبود وضعیت سلامت و عملکرد آبزیان عمل می‌کنند (Naiel *et al*., 2020, 2021). ماکروجلبک‌ها به دلیل منبع غنی از ترکیبات زیست فعال توجه زیادی را به‌خود جلب کرده‌اند. این مواد دارای فعالیت‌های بیولوژیک امیدبخش، از جمله ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و محرک های ایمنی هستند (Peixoto *et al*., 2016). به رغم فعالیت‌های مفید ترکیبات فنلی ماکروجلبک‌ها، در حال حاضر شکافی در دانش پژوهشی وجود دارد که نیاز به تحقیق بیشتر بر سایر تأثیرات دارویی برای طیف گسترده کاربردهای بالینی در درمان بیماری های آبزیان است. محدوده‌های تحقیق و بررسی که نیاز به توجه به‌خصوصی دارند شامل بررسی دوز مناسب برای بیماری‌های آبزیان برای به حداکثر رساندن فواید، بدون هیچ اثر مضری است.

نتایج حاصل از بررسی به روش DPPH در این تحقیق نشان داد که خاصیت آنتی‌اکسیدانی مستقیماً تحت تاثیر ترکیبات فنلی قرار گرفته است. مقدار DPPH در عصاره آبی مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای ۱۱/۲۸±۱۳۲۳/۸۷ میکرومول ترولکس بر گرم عصاره بود. Akbary و همکاران (۲۰۲۱b) نشان دادند که میزان DPPH عصاره آبی سه گونه ماکروجلبک‌های *P. australis*، *Stoechospermum marginatum* و *Ahnfeltiopsis pygmaea* چابهار به‌ترتیب ۱۴۸۵/۶۶، ۱۵۲۰/۰۹ و ۱۴۱۳/۳۳ میکرومول ترولکس بر گرم عصاره بود. می‌توان گفت که عصاره‌های مختلف ماکروجلبک‌ها دارای توان آنتی‌اکسیدانی متفاوتی هستند و از این ترکیبات می‌توان به عنوان ابزار درمانی استفاده نمود (Chouhury *et al*., 2005; Bakrin and Zuraina, 2018).

به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که مخلوط ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *Sargassum ilicifolium*، *Nizimuddinia zanardini*، *Cystoseira indica* و *Padina australis* سواحل چابهار حاوی ۶/۳۸ گرم پروتئین در ۱۰۰ گرم وزن تر مخلوط بود. گلوتامیک اسید (۰/۰۲±۴/۱۲ اسید آمینه بر ۱۰۰ گرم نمونه)، اسید آسپارتیک (۰/۰۵±۱/۷۱گرم اسید آمینه بر ۱۰۰ گرم نمونه) و سرین (۰/۰۹±۱/۶۴ گرم اسید آمینه بر ۱۰۰ گرم نمونه) به‌ترتیب جزو اسیدهای آمینه غیر ضروری غالب بودند. همچنین در بین اسیدهای چرب تک زنجیره غیر اشباع، اسید پالمیتیک (۰/۸۹±۱۵/۱۱ درصد)، مریستیک اسید (۰/۲۸±۱۰/۵۱ درصد) و اسید استئاریک (۰/۴۳±۸/۵۴ درصد)، در بین اسیدهای چرب تک زنجیره غیر اشباع، اولئیک اسید (۰/۹۷±۷/۴۹ درصد) و از بین اسیدهای چرب بلند زنجیره اشباع نشده (PUFA)، به‌ترتیب آراشیدونیک اسید (۴/۲۳±۲۰/۴۸ درصد)، لینولئیک اسید (۶/۱۲±۱۸/۳۲ درصد) و آلفا لینولنیک اسید (۰/۷۸±۶/۵۰ درصد) غالب بودند. سیتوستانول، استرول غالب مخلوط ماکروجلبک‌های مورد آزمایش بود و میزان فنل کل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌ترتیب ۴۶/۰۷±۸۳/۷ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم عصاره، ۰/۹۸±۱۰/۰۱ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک و ۱۱/۲۸±۱۳۲۳/۸۷ میکرومول ترولکس بر گرم عصاره بود. به طور کلی، به دلیل وجود اسیدهای چرب غیر اشباع بلندزنجیره غالب، تعادل بین اسیدهای آمینه غیرضروری و ضروری، استرول و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، استفاده از مخلوط ماکروجلبک‌های *S. ilicifolium*، *N. zanardini*، *C. indica* و *P. australis* در صنایع غذایی و دارویی توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کارشناس محترم آزمایشگاه نمونه آزموی تهران تشکر و قدردانی می‌گردد. این پروژه با کد مصوب ۳-۷۸-۱۲۵۱-۰۸۴-۰۰۱۱۵ با حمایت مالی مؤسسه تحقیقات علوم شیلات کشور، همکاری مشترک دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار و مرکز تحقیقات شیلات آبهای دور (چابهار)، در راستای تفاهم‌نامه مشترک اجرا شده است.

منابع

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 Litopenaeus vannamei Fed Iyengaria stellata Supplemented Diet.Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A, Science*, 45:111-119. DOI:10.1007/s40995-020-01004-0

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

Akbary, P., Aminikhoei, Z., Hobbi, M., Samadi Kuchaksaraei, B. and Rezaei Tavabe, K., 2021b. Antioxidant Properties and Total Phenolic Contents of Extracts from Three Macroalgae Collected from Chabahar Coasts. *Proceedings of the National Academy of Sciences,India Section B: Biological Sciences,* 91(2):327-334.DOI:10.1007/s40011-020-01214-x

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

Bakrin, F.S. and Zuraina, F., 2018. Antibacterial Activity of extract brown marine algae, species *Padina australis* Hauck from coastal area of Port dickson, Malaysia. *Kibogora Polytechnic Journal of Medical Sience,* 7:49-52.DOI:10.22038/ IJBMS.2023.67835.14842

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.

Casas-Valdez, M., Portillo-Clark, G., Aguila-Ramírez, N., Rodríguez-Astudillo S., Sánchez-Rodríguez I.Y. and CarrilloDomínguez, S., 2006. Efecto del alga marina *Sargassum spp*. sobre las variables productivas y laconcentración de colesterol en el camarón café, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 141(1):97-105. DOI:10.4067/S0718-19572006000100012

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):33-40. DOI:10.7773/cm.v20i1.955

Choi, Y.H., Kim, K, W., Han, H., 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*. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 167: 1-6.DOI:10.1016/j.cbpa.2013.09.011.

Chouhury, S., Sree, A., Mukherjee, S.C., Pattnik, P. and Bapuji M., 2005. *In vitro* antibacterial activity of extracts of selected marine algae and mangroves against fish pathogens. *Asian Fisheries Science*, 18:85-294.DOI:10.33997/j.afs.2005.18.3.009

Cofrades, S., Lopez-L opez, I., Bravo, L., Ruiz-Capillas, C., Bastida, S. and Larrea, M.T., 2010. Nutritional and antioxidant properties of different brown and red Spanish edible seaweeds. *Food Science and Technology International*, 16:361–370.DOI:10.1177/1082013210367049

Dawczynski, C., Schubert, R. and Jahreis, G., 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*, 103: 891-899. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.09.041

Desmond, E. and Gribaldo, S., 2009. Phylogenomics of sterol synthesis: insights into the origin, evolution, and diversity of a key eukaryotic feature. *Genome Biology and Evolution*, 1:364-381. DOI:10.1093/gbe/evp036

Ebrahimzadeh, M.A., Hosseinimehr, S.J. and Hamidinia, A., 2008. Antioxidantand free radical scavenging activity of *Feijoa sallowiana* fruits peel and leaves.*Pharmacology*, 1:7-14.

Fernandes, P. and Cabral, J., 2007. Phytosterolsapplications and recovery methods. *Bioresource Technology*, 98(12):2335-2350. DOI:10.1016/j.biortech.2006.10.006

Galland-Irmouli, A.V., Fleurence, J., Lamghari, R., Lucon, M. and Rouxel, Barbaroux, O., 1999. Nutritional value of proteinsrom edible seaweed Palmaria palmata (dulse). *Journal of Nutrition Biochemistry*, 10:353–359.DOI:10.1016/s0955-2863(99)00014-5

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

Holdt, S.L. and Kraan, S., 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, 23:543-597.

Hongayo, M., Larino, R. and Malingin, D., 2012. Antibacterial and antioxidant effects of brown alga *Padina australis* Hauck crude extract. *International Journal of Science Clinical Laboratory*, 2:1–13.

Jamili, S., Gohari Kakhki, A., Saeidnia, S. and Permeh, P., 2015. Extraction and Identification Sterols in Brown alga, Padina boergesenii in Chabahar Coasts.**Iranian *ScientificFisheries Journal*,24**(3), 35-44.DOI:10.22092/isfj.2017.110192. (In Persian)

Kabirifard, A., Dashtizadeh, M., Kamali, A., and Khaj, H., 2019. Comparison of nutritional value of seaweed *Sargassum ungustifolium* in coasts of Bushehr province with seaweed *Cystoseira indica* in coasts of Sistan and Baluchestan province for ruminants feeding.*Journal of Animal Environment*,11(3): 35-44. DOI:20.1001.1.271388.1398.11.3.5.9. (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). *Journal of Food Quality and Hazards control*, 8(4):178-85.DOI:10.18502/jfqhc.8.4.8259

Lindorth, P. and Mopper, K., 1979. High performanceliquid chromatographic determination ofsubpicomole amounts of amino acids byprecolumn fluorescence derivatization with ophthaldialdehyde. *Analytical chemistry*, 51(11):1667-1674.DOI:10.1021/ac50047a019

Liu, W.H., Ding, B., Ruan, X.M., Xu, H.T., Yang, J. and Liu, M., 2007. Analysis of free and conjugated phytosterols in tobacco by an improved method using gas chromatography–flame ionization detection. *Journal of Chromatography, A*, 1163(1):304-311. DOI:10.1016/j.chroma.2007.06.043

Naiel, M.A., Ismael, N.E., Abd El-hameed, S.A. and Amer, M.S., 2020. The antioxidative and immunity roles of chitosan nanoparticle and vitamin C-supplemented diets against imidacloprid toxicity on *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 523: 735219- 735249. DOI:10.1016/j.aquaculture.2020.735219

Naiel, M. A.E., Alagawany, M., Patra, A.K., El-Kholy, A.I., Amer, M. S. and Abd El-Hack, M.E., 2021. Beneficial impacts and health benefits of macroalgae phenolic molecules on fish production. *Aquaculture*, 534. 736186-7316892. DOI:10.1016/j.aquaculture.2020.736186

Nazari, S., Nazarnezhad, N.J. and Ebrahimzadeh, M.A., 2013. Evaluationof antioxidant properties andtotal phenolic and flavonoidscontentof *Eucalyptuscamaldulensis*and *Pinussylvestris*bark. *Iranian journal of Wood and Paper Science Research*, 28(3):522-533. DOI:10.22092/ijwpr.2013.3460

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 Chemistry*, 99(1): 98–104. DOI:10.1016/j.foodchem.2005.07.027

Øverland, M., Mydland, L.T.and Skrede, A., 2018. Marine macroalgae as sources of protein and bioactive compounds in feed for monogastric animals. *Journal of Science Food Agriculture*, 99(1):13-24.

Padmini, P. and Sreenivasa, R.A.O., 1998. Biological investigations of Indian Phaeophyceae: 17. Seasonal variation of antibacterial activity of total sterols obtained from frozen samples of

Sargassum johnstonii Setehell et Gardner. *Seaweed Research and Utilization*, 20:91-95.

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 eustigmatophyte Nannochlorosis oceanica CCALA804 in response to osmotic downshift. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(18):8296-8306. DOI: 10.1007/s00253-013-5092-6

Patel, A.K., Singhania, R.R., Awasthi, M.K., Varjani, S., Bhatia, S.K., Tsai, M.L., Hsieh, S.L. and Chen, C.W., 2021. Emerging prospects of macro- and microalgae as prebiotic. *Microbial Cell Factories*, 20(1): 145-149. DOI:10.1186/s12934-021-01601-7.

Peixoto, M. J., Svendsen, J.C., Malte, H., Pereira, L.F., Carvalho, P., Pereira, R., Gonçalves, J.F. and Ozório, R.,O., 2016. Diets supplemented with seaweed affect metabolic rate, innate immune, and antioxidant responses, but not individual growth rate in European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Applied Phycology*, 28:2061-2071. DOI:10.1007/s10811-015-0736-9

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

Ruxton, C.H.S., Reed, S.C., Simpson, M.J.A. and Millington, K.J., 2004. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: areview of the evidence. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 17:449–459. DOI:10.1111/j.1365-277X.2004.00552.x

Salosso, Y., Aisiah, S., Lumban Toruan, L.N. and Pasaribu, W., 2020. Nutrient content, active compound and antibacterial activity of *Padina australis* against *Aeromonas hydropilla*. *Pharmacognocy Journal*, 12:771-76. DOI:10.5530/pj.2020.12.110

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 Chemistry*, 85:439–444. DOI:10.1016/j.foodchem.2003.08.001

Sarjana, I., Indonesia, O., Departemen, D., Dan, I., Kelautan, T., Ipb, F., Santoso, J., Podungge, F. and Sumaryanto, **H., 2014.** Chemical composition and antioxidant activity of tropical brown algae *Padina australis* from Pramuka Island, district of Seribu island, Indonesia. *Journal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5:287-97. DOI:10.28930/jitkt.v5i2.7558

Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K. and Namkamura, T., 1992. Antioxidative properties of Xanthan on the autooxidation of soyabean oil in cyclodextrin emulsion.*Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40:945–948. DOI:10.1021/jf00018a005

Silva, G., Pereira, R.B., Valentão, P., Andrade, P.B. and Sousa, C., 2013. Distinct

Taheri, A., Ghaffari, M., Bagherpour, N.S. and Attaran Fariman, G., 2017. Study the Antioxiative Properties of the Marine Algae Cystoseira trinodis extracts from Chabahar Coastal Water . *The Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Science*, 25 (8):658-669. (In Persian)

Tenorio-Rodriguez, P.A., Murillo-A´ lvarez, J.I., Campa-Cordova, A.I. and Angulo, C., 2017. Antioxidant screening and phenolic content of ethanol extracts of selected Baja California Peninsula macroalgae. *Journal of Food Sciece andTechnology*, 54(2):422–429. DOI:10.1007/s13197-016-2478-3

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*, 71:475-482. DOI:10.1016/S0308-8146(00)00175-8.

fatty acid profile of ten brown macroalgae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 23(4):608-13. DOI:10.1590/S0102-695X2013005000048

Supardy, N.A., Ibrahim, D., Sulaiman, S.F. and Zakaria, N.A., 2011. Free radical scavenging activity, total phenolic content and toxicity level *of Halimeda discoidea* (Decaisne) extracts (Malaysia's green macroalgae). *International Journal of Pharmacy Pharmaceutical Science*, 3(5):397-402

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):2500-2506. DOI: 10.1002/jsfa.5659

Nutitional value, phytochemical, and antioxidant status of a mixed extract of brown macroalgae *Sargassum ilicifolium, Nizimuddinia zanardini, Cystoseira indica,* and *Padina australis*

Ajdari A.[1*]; Akbary P.[2]

1- Off- shore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Educations and Extension Organization (AREEO), Chabahar, Iran.
2- Chabahar Maritime University, Deparment of Marine Sciences, Fisheries group.

Abstract
The purpose of this research is to investigate the nutritional value (approximate composition, amino acid and fatty acid), phytochemical (sterol, phenol and flavonoid) and antioxidant activity (diphenylpicrylhydrazyl; DPPH) of mixed aqueous extract of brown macroalgae *Sargassum ilicifolium*, *Nizimuddinia zanardini*, *Cystoseira indica*, and *Padina australis*. In this study, after collecting the macroalgae, they were washed and dried, and then they were combined in a quantitative ratio of 1:1:1 and turned into powder. The amount of protein, fat, carbohydrates, ash, moisture, and the amount of raw energy are 6.38, 1.30, 0.86, 5.10, 2.20, 85.46 g/100 g wet weight of the mixture, and 4238.86 cal/g respectively. The predominant saturated fatty acids in the tested macroalgae mixture were palmitic acid (15.11±0.89%), myristic acid (10.51±0.28%) and stearic acid (8.54±0.43%), respectively. Among the long chain unsaturated fatty acids (PUFA), arachidonic acid (20.48±4.23%), linoleic acid (18.32±6.12%) and alpha-linolenic acid (6.50±0.78%) were dominant respectively. The total amount of essential and non-essential amino acids was 7.88 and 11.41 amino acids/100 g of sample, respectively. Glutamic acid (4.12±0.02 g AA/100 g of sample), aspartic acid (1.71±0.05 g AA/100 g of sample) and serine (1.64±0.09 g AA/100 g of sample) by non-essential amino acid were dominant respectively. The predominant sterol was sitostanol. The amount of total sterol was 234.54 ± 12.18 mg/100 g dry matter. The amount of phenol, flavonoid and antioxidant activity of mixed aqueous extract, was 83.46.7 ± 7 mg GAE /g of extract, 10.01 ± 0.98 mg of QE g dry extract and 1323.87 ± 11.28 µmol TE/g respectively. Overall, the results of this study showed that due to the presence of PUFA, the balance between essential and essential amino acids, sterols and natural antioxidants, using the macroalgae mixture of *S. ilicifolium*, *N. zanardini*, *C. indica* and *P. australis*is recommended in food and pharmaceutical industries.

Keywords: Macroalgae extract, Nutritional value, Sterol, phenol, Antioxidant status

[*]Corresponding author