

تعیین ارزش غذایی و عناصر معدنی در جلبک قرمز *Hypnea flagelliformis* در سواحل بندر عباس، خلیج فارس

شیلا صفایان^۱، کامبیز لاریجانی^۲، مریم طالب زاده^{۳*} و شاهرخ شعبانی^۴

۳ و ۱- گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲- مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

۴- دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۲۲

چکیده

در این تحقیق ترکیبات شیمیایی (پروتئین، چربی، کربوهیدرات، فیبر و خاکستر) و عناصر معدنی (Mg, Fe, Ca, K, Na, P, I, Se, Mn, Zn, Cu) در جلبک قرمز *Hypnea flagelliformis* سواحل بندر عباس در دو فصل زمستان ۱۳۸۹ و بهار ۱۳۹۰ در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقدار انرژی در ۱۰۰ گرم جلبک قرمز *H. flagelliformis* در فصل بهار برابر ۱۷۹/۹۶۲ کیلو کالری و در فصل زمستان برابر ۱۶۹/۸۷۲ کیلو کالری بود. آنالیز ترکیبات شیمیایی گونه مزبور میزان میانگین پروتئین، کربوهیدرات، چربی، فیبر و خاکستر را در فصل زمستان به ترتیب برابر (۱۵/۳۶۶±۰/۰۲۸۳)، (۲۵/۸۵۱±۰/۱۲۰۳۷)، (۰/۵۵۶۶±۰/۰۳۵۱)، (۰/۹۷۶±۰/۰۰۴۵) و (۱۴/۸۷۳±۰/۰۴۰) درصد وزن خشک نشان داد. همچنین در فصل بهار میزان میانگین این ترکیبات به ترتیب برابر (۱۷/۸۵۱±۰/۰۰۴۵)، (۲۶/۳۰۳±۰/۰۲۵)، (۰/۳۷۳۳±۰/۰۰۵۷) و (۱/۱۷۷±۰/۰۵۲) و (۱۵/۲۶۳±۰/۰۴۱۶) درصد وزن خشک به دست آمد. بیشترین میزان پروتئین، کربوهیدرات و فیبر جلبک، در فصل بهار بدست آمد. آنالیز نمونه‌ها و تعیین عناصر معدنی گونه *H. flagelliformis* مقادیر مختلف را در فصل زمستان به شرح زیر نشان داد:

Fe (۲۹۰/۷۶±۰/۱۵۲۷)، Mg (۱۲۸۶/۶±۲/۵۱۶)، Ca (۲۶۱۸/۶±۰/۵۷۷)، K (۱۶۳۸/۹±۰/۷۷۶)، Na (۱۸۵۴/۳±۲/۰۸۱)، I (۶/۳۳۸±۰/۲۷۴۹۵)، P (۵۶/۳±۰/۳۵۱)، Se (۴۴/۷±۰/۳۶۰۵)، Mn (۴۰/۷±۰/۰۲)، Zn (۲/۱۶±۰/۲۰۸) و Cu (۱/۱۶±۰/۰۲۵۱) میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک بود. همچنین میزان میانگین این عناصر در جلبک فصل بهار به ترتیب Fe (۲۳۳/۹±۲/۸۹۱)، Mg (۱۰۲۸±۲)، Ca (۴۳۵۶/۳±۲/۵۱۶)، K (۱۹۷۷/۶±۵/۶۳۱)، Na (۲۸۹۸/۶±۰/۵۷۷)، I (۷/۱۶±۰/۰۵۷۱۵)، P (۵۳/۶±۰/۰۳)، Se (۴۰/۷±۰/۰۲)، Mn (۸/۰۵±۰/۰۲) و Zn (۵/۲±۰/۱۷۳) میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک بود. نتایج آزمون T-test نشان داد اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌های ترکیبات شیمیایی، ماکروالمان‌ها و میکروالمان‌ها در دو فصل زمستان و بهار وجود دارد (P < ۰/۰۱). میانگین‌های عناصر کلسیم و ید در دو فصل اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P > ۰/۰۱).

با توجه به بالا بودن میزان عناصر ید، سلنیوم، آهن، منیزیم، کلسیم، سدیم، پتاسیم و نتایج به دست آمده از آنالیز ترکیبات شیمیایی، *Hypnea flagelliformis* شاید بتواند به عنوان یکی از انواع مکمل‌های غذایی، ارائه و معرفی گردد.

واژگان کلیدی

ارزش غذایی، ترکیبات شیمیایی، عناصر معدنی، جلبک قرمز، *Hypnea flagelliformis*، بندر عباس، خلیج فارس

مقدمه

انواع جلبک‌ها یکی از حلقه‌های زنجیره اکوسیستم‌های دریایی می‌باشند. برخی از انواع جلبک‌ها به دلیل سرشار بودن از مواد معدنی، ویتامین‌ها، کربوهیدرات و پروتئین مصرف غذایی داشته و پیشینه استفاده از آن‌ها به عنوان غذا به وسیله چینی‌ها به ۶۰۰ سال قبل از میلاد بر می‌گردد (کیان مهر، ۱۳۸۴).

مصرف گسترده جلبک‌ها به عنوان بخشی از رژیم غذایی روزانه در کشورهای شرقی و خاور دور رایج بوده و به ویژه در کشورهایمانند چین و ژاپن جزء غذاهای سنتی محسوب می‌شوند. تاکنون ۱۶۰ گونه از جلبک که مصرف غذایی دارند شناسایی شده‌اند، ۸۱ گونه آن متعلق به جلبک‌های قرمز، ۲۵ گونه از جلبک‌های سبز و ۵۴ گونه از انواع جلبک‌های قهوه‌ای می‌باشند (کیان مهر، ۱۳۷۵).

ایران دارای بیش از دو هزار کیلومتر مرز آبی (سواحل، جزایر) در جنوب کشور است. جلبک‌های دریایی فراوانی در پهنه‌های ساحلی آن زیست می‌نمایند، ولی کمتر به آنها توجه شده است. لذا در کشور ما شناخت اندکی از ترکیبات شیمیایی، مزایا و کاربرد آن‌ها وجود دارد (قرنجیک و روحانی، ۱۳۸۹ و کیان مهر، ۱۳۸۴).

انواع جلبک‌های قرمز در سواحل جنوب عمدتاً در استان سیستان و بلوچستان و به میزان کمتر در استان‌های هرمزگان و بوشهر رویش دارند. محل رویش این جلبک‌ها در قسمت‌های میانی تا پایینی محدوده بین جزر و مدی است (سهرابی پورو همکاران، ۱۳۸۳ و قرنجیک و روحانی، ۱۳۸۹).

مطالعه بر روی جلبک‌های دریایی ایران در سال ۱۸۴۵ میلادی توسط Endlicher و Diesing و با شناسایی شش گونه در سواحل جزیره خارک در خلیج فارس آغاز گردید. پس از آن در سال ۱۹۳۹ Borgesen با مطالعات گسترده‌ای در سواحل بوشهر، جزایر کیش و خارک اقدام به شناسایی ۱۰۳ گونه جلبک‌های دریایی نمود (قرنجیک و روحانی، ۱۳۸۹).

با توجه به رشد روزافزون جمعیت جهان و کشورمان و به دلیل محدودیت منابع غذایی در جهان، بشر به دنبال دست‌یابی بیشتر به منابع طبیعی و سرشار دریاها است. در این راستا جلبک‌های قرمز که مصرف غذایی بیشتری نسبت به بقیه جلبک‌ها دارند به ویژه می‌توانند به عنوان یک منبع غذایی جدید و با ارزش، جایگاه بالایی داشته باشند. جلبک‌های دریایی به عنوان غذای سلامتی معروف شده‌اند و از آن‌ها می‌توان به عنوان مکمل‌های غذایی در رژیم غذایی انسان‌ها استفاده کرد (Roledo & Freipeiegrin, 1997).

جلبک‌های قرمز دارای مواد با ارزشی نظیر آگار، کاراگانین، پروتئین، اسیدهای چرب ضروری، املاح معدنی، ویتامین‌ها و غیره می‌باشند، کاربردهای فراوانی نیز در صنایع مختلف از قبیل: صنایع غذایی، کاغذ سازی، نساجی، علوم پزشکی و داروسازی دارند (کیان مهر، ۱۳۸۴).

در تحقیقی که بر روی ارزش غذایی جلبک‌های سبز، قهوه‌ای و قرمز در سواحل ایرانی خلیج فارس در مقایسه با سبزیجات زمینی مثل کاهو و اسفناج انجام شد، مشخص گردید که این جلبک‌ها دارای ارزش غذایی بالاتری هستند (Rohani et al., 2011).

همچنین در پژوهشی در آب‌های ساحلی ودالای در جنوب شرقی هندوستان بر روی ترکیبات شیمیایی گروه‌های مختلف جلبکی معلوم شد که جلبک قرمز *Gelidiell acerosa* دارای بیشترین مقدار پروتئین بود (Manivanna et al., 2009).

نتایج پژوهشی دیگر در سواحل کشور برزیل بر روی چهار گونه جلبک قرمز نشان داد که ترکیبات موجود در این جلبک‌ها می‌تواند به عنوان منابع غنی جهت تأمین نیازهای غذایی انسان و جانوران به کار گرفته شود (Gressler et al., 2009).

در مطالعاتی که بر روی ترکیبات معدنی جلبک‌های مختلف منطقه مانداپام واقع در سواحل جنوب شرقی هند انجام گرفت، مشخص شد که بیشترین مقدار منگنز، پتاسیم و نیکل در جلبک قرمز *Hypnea valentiae* وجود دارد (Manivanna et al., 2008).

نتایج تحقیقات صورت گرفته در سواحل استرالیا بر روی ۳۰ گونه جلبک در دو فصل زمستان و تابستان نشان داد که بالاترین مقدار کربوهیدرات مربوط به جلبک‌های قرمز در فصل زمستان و بیشترین مقدار پروتئین جلبک‌های قرمز در فصل تابستان بود (Renaud & Loung, 2006).

در تحقیقی دیگر میزان ترکیبات شیمیایی دو جلبک قرمز و قهوه‌ای در دو فصل زمستان و تابستان متفاوت بود. به طوری که مقدار پروتئین در جلبک قرمز گراسیلاریا بیشتر از جلبک قهوه‌ای سارگاسوم بود و مقدار پروتئین ارتباط مستقیم با میزان نیتروژن و ارتباط عکس با میزان دما و شوری آب داشت. نتایج به دست آمده نشان داد که تغییرات ترکیبات شیمیایی تحت تأثیر پارامترهای محیطی قرار می‌گیرد (Marinho-Soriano et al., 2005).

در تحقیق حاضر اقدام به بررسی ارزش غذایی و ریز مغذی‌های جلبک قرمز گونه *Hypnea flagelliformis* جمع‌آوری شده از سواحل بندرعباس در منطقه خلیج فارس گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در زمان جزر کامل و در منطقه بین جزر و مدی سواحل بندر عباس به روش تصادفی از روی بستر انجام شد. نمونه‌برداری در دو فصل زمستان ۱۳۸۹ و فصل بهار ۱۳۹۰ در سواحل شرقی بندرعباس با طول و عرض جغرافیایی به مختصات (E ۱۰° ۴۱' ۲۰" ۵۶° N ۱۴' ۱۱" ۲۷°) صورت گرفت (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت ایستگاه نمونه‌برداری *Hypnea flagelliformis* در سواحل شرقی بندر عباس، سال ۱۳۸۹-۱۳۹۰. نشانه پیکان، محل نمونه‌برداری را نشان می‌دهد (منبع: www.mired.com)

نمونه‌های جلبک پس از شستشوی مقدماتی با آب شیرین و جدا کردن مواد زائد از آنها تا قبل از انجام عملیات آزمایشگاهی در دمای 20°C - منجمد شدند. پس از انتقال نمونه‌ها به صورت منجمد به آزمایشگاه در تهران مورد بیومتری قرار گرفت و با استفاده از دوربین از نمونه‌ها عکسبرداری شد و سپس نمونه‌ها با استفاده از کلید شناسایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (Borgesens, 1939 & Tseng, 1983).

کلیه مواد شیمیایی مورد از شرکت آلمانی مرک (Merck) تهیه گردید.

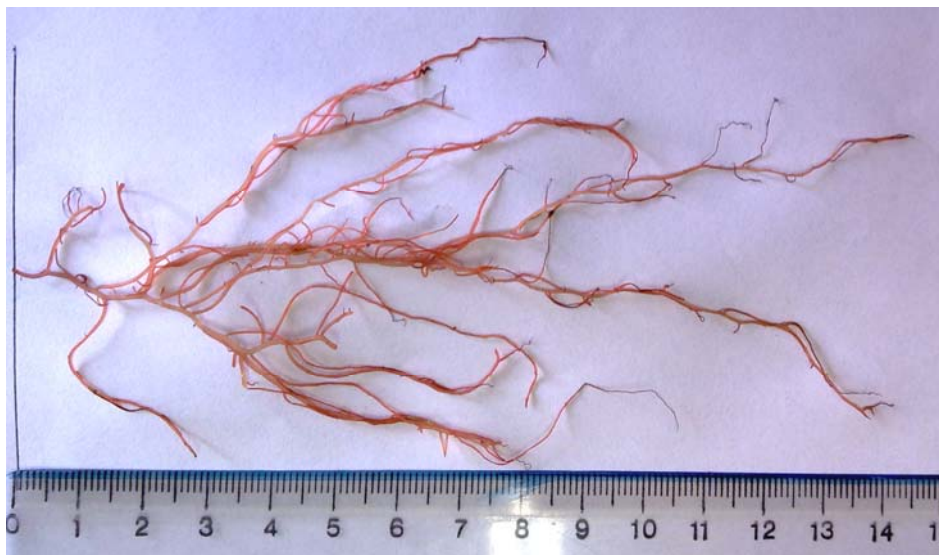
- میزان خاکستر به روش خشک (بر حسب درصد ماده خشک) با تجزیه مواد آلی نمونه‌ها توسط حرارت و اندازه‌گیری مقدار عناصر باقیمانده تعیین شد (مشایخ، ۱۳۸۷ و Horwitz, 1995).

- میزان فیبر به روش وزنی (بر حسب درصد ماده خشک) با هضم نمونه‌ها توسط اسید و باز، صاف کردن، خشک کردن، توزین و محاسبه تعیین شد (Horwitz, 2002).
- میزان چربی به روش سوکسله (بر حسب درصد ماده خشک) با جدا کردن چربی نمونه‌ها توسط حلال آلی، تبخیر حلال و توزین مقدار چربی نمونه‌ها تعیین شد (مشایخ، ۱۳۸۷ و Horwitz, 1995).
- میزان پروتئین به روش کلدال Kjeldahl (بر حسب درصد ماده خشک) با هضم نمونه‌ها با استفاده از اسید سولفوریک غلیظ و کاتالیزور، تبدیل ازت نمونه‌ها به سولفات آمونیم، تعیین میزان ازت تام و محاسبه درصد پروتئین با در نظر گرفتن ضریب پروتئینی نمونه‌ها تعیین شد (پروانه، ۱۳۷۴ و Horwitz, 1995).
- میزان کربوهیدرات به روش Kocher (بر حسب درصد ماده خشک) با استفاده از فنل و اسید سولفوریک غلیظ و اندازه‌گیری کمی قندها و مشتقات متیله آنها توسط اسپکتروفوتومتر تعیین شد (Kocher, 1978).
- میزان عنصر ید با متد FOSS (بر حسب میلی گرم در صد گرم ماده خشک) با استفاده از محلول‌های ارسنیت سدیم و سرب آمونیم سولفات در محیط اسیدی (ید کاتالیزور بین دو ماده است) و تعیین مقادیر جذب نمونه‌ها توسط روش اسکپتروفوتومتری و مقایسه با محلول‌های استاندارد، بدست آوردن غلظت ید از روی منحنی استاندارد با بکارگیری دستگاه Spectrometer (ساخت شرکت انگلیسی PG instruments limited، مدل T60u) تعیین شد (Kirk & Sawyer, 1991).
- میزان عنصر فسفر (بر حسب میلی گرم در صد گرم ماده تر) با تهیه خاکستر نمونه‌های جلبک، ساخت محلول‌های رنگی از خاکستر و تعیین مقادیر جذب‌ها توسط روش اسکپتروفوتومتری و مقایسه با محلول‌های استاندارد و بدست آوردن غلظت فسفات از روی منحنی استاندارد، با بکارگیری دستگاه Spectrometer (ساخت شرکت انگلیسی PG instruments limited، مدل T60u) تعیین شد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۷۹).
- میزان عناصر معدنی آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، سلنیوم و کلسیم (بر حسب میلی گرم در صد گرم ماده خشک) به روش S. A. A (Atomic absorption spectroscopy) با بکارگیری دستگاه جذب اتمی (ساخت شرکت آمریکایی Varian، مدل Spectr AA-200) با هضم نمونه‌ها توسط اسید نیتریک و آب اکسیژنه در دستگاه مایکروویو (ساخت شرکت ایتالیایی MILESTONE، مدل ETHOS) و تزریق نمونه‌ها به دستگاه جذب اتمی، تهیه محلول‌های استاندارد، رسم منحنی کالیبراسیون و بدست آوردن میزان جذب نور عناصر نمونه‌ها تعیین شد (Skoog et al., 1988 and Manivannan et al., 2009).
- میزان سدیم و پتاسیم به روش فلم فتومتری (بر حسب میلی گرم در صد گرم ماده خشک)، با دستگاه Flame photometer (ساخت شرکت انگلیسی Sherwood، مدل 410)، با آماده سازی نمونه‌ها توسط اسید نیتریک و آب اکسیژنه، هضم آنها در ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، فیلتر کردن و تزریق آنها به دستگاه فلم فتومتری و آنالیز عناصر موجود در نمونه‌ها تعیین شد (Skoog et al., 1988 ; Manivannan et al., 2009).
- از نرم افزار SPSS 16 و با روش آنالیز T-test برای بررسی آماری نتایج بدست آمده استفاده شد. نتایج به صورت میانگین و انحراف معیار ارائه گردید.

نتایج

شناسایی اولیه جلبکی با استفاده از خصوصیات ظاهری صورت گرفت و سپس شناسایی نهایی با استفاده از کلید شناسایی موجود انجام شد (Borgesens, 1939 ; Tseng, 1983).

رنگ ظاهری جلبک *H. flagelliformis* قرمز متمایل به ارغوانی تا سبز، دارای انشعابات جانبی نازک و ارتفاع تال در حدود ۱۰-۱۵ سانتی متر بود. بیومتری جلبک با کمک خط کش (شکل ۲) و لوپ با بزرگنمایی ۲۰× انجام گرفت.



شکل ۲- اندازه گیری طول تال جلبک قرمز *Hypnea flagelliformis* در سواحل شرقی بندر عباس سال ۱۳۸۹-۱۳۹۰

نتایج به دست آمده از ترکیبات شیمیایی گونه *Hypnea flagelliformis* در دو فصل زمستان و بهار در جدول (۱) ارائه شده است. نتایج آزمون T-test نشان داد اختلاف معنی دار بین میانگین های پروتئین، کربوهیدرات، لیپید، خاکستر و فیبر در دو فصل بهار و زمستان در این گونه وجود دارد ($P < 0/01$).

جدول ۱- میانگین درصد و انحراف معیار مواد مغذی موجود در گونه *H. flagelliformis* در زمستان ۱۳۸۹ و بهار ۱۳۹۰، بندر عباس، خلیج فارس

فصل		مواد مغذی
بهار	زمستان	
۱۵/۲۶۳ ± ۰/۰۴۱۶۳	۱۴/۸۷۳ ± ۰/۰۴۰۴	خاکستر
۱۷/۸۵۱ ± ۰/۰۰۴۵	۱۵/۳۶۶ ± ۰/۰۲۸۳	پروتئین
۰/۳۷۳۳ ± ۰/۰۰۵۷	۰/۵۵۶۶ ± ۰/۰۳۵۱	چربی
۲۶/۳۰۰۳ ± ۰/۰۲۵۰	۲۵/۸۵۱ ± ۰/۱۲۰۳	کربوهیدرات
۱/۱۷۷ ± ۰/۰۵۲	۰/۹۷۶ ± ۰/۰۰۴۵	فیبر

نتایج حاصل از آزمون های ماکروالمان های گونه *Hypnea flagelliformis* در فصل های زمستان ۱۳۸۹ و بهار ۱۳۹۰ در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج آزمون T-test نشان داد اختلاف معنی دار بین میانگین های عناصر پتاسیم، منیزیم، سدیم و فسفر در دو فصل زمستان و بهار در این گونه وجود دارد ($P < 0/01$). میانگین های عنصر کلسیم در دو فصل های فوق اختلاف معنی داری را نشان نداد ($P > 0/01$).

جدول ۲- مقدار میانگین ماکروالمان‌های گونه *Hypnea flagelliformis* در زمستان ۱۳۸۹ و بهار ۱۳۹۰ و انحراف معیار آنها، بندر عباس، خلیج فارس (برحسب میلی گرم در صد گرم ماده خشک)

فصل		ماکروالمان
بهار	زمستان	
۴۳۵۶/۳۳ ± ۲/۵۱۶۶	۲۶۱۸/۶۶ ± ۰/۵۷۷۳	کلسیم
۱۹۷۷/۶ ± ۵/۶۳۱۱	۱۶۳۸/۳۹ ± ۰/۷۷۶۷	پتاسیم
۱۰۲۸ ± ۲	۱۲۸۶/۶۶ ± ۲/۵۱۶۶	منیزیم
۱۸۹۸/۶۶ ± ۰/۵۷۷۳	۱۸۵۴/۳۳ ± ۲/۰۸۱۶	سدیم
۵۳/۶ ± ۰/۳	۵۶/۳۳۳ ± ۰/۳۵۱۱	فسفر

نتایج حاصل از آزمون‌های میکروالمان‌های جلبک قرمز *Hypnea flagelliformis* در دو فصل زمستان و بهار در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج آزمون T-test نشان داد اختلاف معنی دار بین میانگین عناصر آهن، منگنز، سلنیوم، مس و روی در دو فصل‌های زمستان و بهار مورد بررسی وجود دارد ($p < 0.01$) میانگین‌های عنصر ید جلبک مزبور در دو فصل بررسی و اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.01$).

جدول ۳- مقدار میانگین میکروالمان‌های گونه *Hypnea flagelliformis* در زمستان ۱۳۸۹ و بهار ۱۳۹۰ و انحراف معیار آنها، بندر عباس، خلیج فارس (برحسب میلی گرم در صد گرم ماده خشک)

فصل		میکروالمانها
بهار	زمستان	
۲۳۳/۹۳۳ ± ۲/۸۹۱۹	۲۹۰/۷۶۶ ± ۰/۱۵۲۷	آهن
۸/۰۵ ± ۰/۰۲	۴/۹۴۳۳ ± ۰/۰۳۰۵	منگنز
۴۰/۷ ± ۰/۰۲	۴۴/۷ ± ۰/۳۶۰۵	سلنیوم
۱/۴۳۶۶ ± ۰/۰۳۷۸۵	۱/۱۶۳۳ ± ۰/۰۲۵۱۶	مس
۵/۲ ± ۰/۱۷۳۲۰	۲/۱۶۶۶ ± ۰/۲۰۸۱	روی
۷/۱۶ ± ۰/۰۵۷۱	۶/۳۳۸ ± ۰/۲۷۴۹	ید

بحث و نتیجه‌گیری

میزان میانگین پروتئین جلبک قرمز *Hypnea flagelliformis* در زمستان (سال ۱۳۸۹) و بهار (سال ۱۳۹۰) به ترتیب برابر $(0.283 \pm 0.15/366)$ و $(0.045 \pm 0.17/851)$ درصد وزن خشک به دست آمد و بررسی آماری اختلاف معنی‌داری را بین مقادیر تعیین شده در دو فصل نشان داد ($P < 0.01$).

اهمیت پروتئین در رژیم غذایی انسان با توجه به افزایش میزان مقاومت بدن در برابر عفونت‌ها، رشد جسمی و توسعه ذهنی کاملاً شناخته شده است (Read, 1936).

نتایج پژوهش‌های دیگر محققان نیز، میزان پروتئین جلبک‌های قرمز گونه‌های *Hypnea valentiae*, *Gracilaria corticata* (۱۹/۳-۱۶/۵) درصد و جلبک‌های قهوه‌ای گونه‌های *Sargassum ilicifolium*, *Colpomenia sinuosa*

(۱۴-۵) درصد وزن خشک تعیین نموده است، که ضمن تایید نتیجه تحقیق حاضر، نشان دهنده میزان بالای پروتئین جلبک‌های قرمز نسبت به جلبک‌های قهوه‌ای است (Rohani et al., 2011; Reunad & Loung, 2006).

مقدار میانگین درصد چربی گونه *H. flagelliformis* در فصل زمستان برابر 0.351 ± 0.05266 و در فصل بهار برابر 0.057 ± 0.03733 درصد وزن خشک به دست آمد. بدین ترتیب میزان چربی فصل زمستان تقریباً دو برابر فصل بهار است. نتیجه آنالیز آمار اختلاف معنی‌داری را بین میانگین‌های چربی در دو فصل زمستان و بهار نشان داد ($P < 0.01$).

پژوهش دیگری میزان چربی گونه *Hypnea valentiae* با 0.167 ± 0.0218 درصد و در گونه *Gracilaria corticata* 0.46 ± 0.0181 درصد وزن خشک، هر دو از انواع جلبک‌های قرمز نشان داد (Rohani et al., 2011).

درصد چربی گونه *H. flagelliformis* در مقایسه با گونه‌های *G. corticata* و *H. valentiae* کمتر بود. کمتر بودن میزان چربی در جلبک قرمز *H. flagelliformis* می‌تواند عامل مهمی در جهت حفظ سلامت این جلبک در طی ذخیره سازی، حمل و نقل و کم شدن احتمال فساد اکسیداتیو چربی آن تلقی گردد.

میزان میانگین کربوهیدرات جلبک قرمز در *H. flagelliformis* در فصل زمستان برابر 0.37 ± 0.012037 و در فصل بهار برابر 0.25 ± 0.025 درصد وزن خشک تعیین شد. آنالیز آماری نتایج، اختلاف معنی‌دار بین میانگین کربوهیدرات دو فصل را نشان داد ($P < 0.01$).

کربوهیدرات‌ها بخش اعظم انرژی رژیم غذایی انسان را تشکیل می‌دهند (فاطمی، ۱۳۸۰). نتایج بررسی‌های محققین دیگر، مقدار کربوهیدرات جلبک قرمز گونه *Gracilaria cornea* سواحل منطقه Yucatan مکزیک برابر 0.44 ± 0.03629 درصد، در جلبک قرمز *Hypnea valentiae* سواحل خلیج فارس برابر 0.34 ± 0.0318 درصد و در جلبک قرمز *Lemanea fluviatilis* سواحل منطقه Manipur هندوستان برابر 0.40 ± 0.02051 درصد وزن خشک تعیین شد که با نتایج بدست آمده این پژوهش همخوانی نشان می‌دهد (جدول ۲). (Rohani et al., 2011; Robledo & Freilepelegrin, 1997; Romeo Singh & Gupta, 2011).

مقدار میانگین فیبر گونه *H. flagelliformis* در زمستان برابر 0.045 ± 0.00976 درصد و در بهار برابر 0.052 ± 0.01177 درصد وزن خشک تعیین شد و بین میانگین مقادیر فیبر در فصل‌های زمستان و بهار اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.01$).

همچنین آنزیم‌های گوارشی انسان قادر به هضم فیبر نمی‌باشد. ولی به دلیل تأثیر مثبتی که در حرکات روده و دفع سموم از بدن دارد حائز اهمیت زیادی در رژیم غذایی انسان است (Macartain et al., 2007).

نتایج پژوهش‌های دیگر میزان فیبر جلبک قرمز گونه *Lemanea australis* منطقه Manipur هندوستان را برابر 0.40 ± 0.079 درصد و مقدار فیبر جلبک قرمز گونه *Eucheuma isiforme* را برابر 0.07 ± 0.0321 درصد و مقدار این ترکیب را در گونه *Gracilaria cornea* منطقه Yucatan مکزیک برابر 0.12 ± 0.0521 درصد نشان داد (Robledo & Freilepelegrin, 1997 and Romeo Singh & Gupta, 2011).

در تحقیق حاضر ارزش غذایی جلبک قرمز *H. flagelliformis* در فصل بهار برابر $179/962$ کیلو کالری و در فصل زمستان برابر $169/872$ کیلو کالری محاسبه گردید. طبق مطالعات Solmon (2003)، ارزش غذایی جلبک قهوه‌ای *Kelp* برابر 43 کیلو کالری و ارزش غذایی جلبک سبز *Spirulina* برابر 290 کیلو کالری در 100 گرم از جلبک بوده است (Solmon, 2003).

جلبک‌های دریایی بعنوان یک منبع غنی از مواد معدنی بویژه سدیم و ید می‌باشند. البته گونه‌های مختلف جلبک‌ها محتوای متفاوتی دارند و عواملی مثل قرار گرفتن در معرض موج، فصل، عوامل زیست محیطی و عوامل فیزیولوژیکی هم در محتوای مواد معدنی جلبک‌ها تأثیر دارد (Manivannan et al., 2009).

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان عناصر معدنی جلبک قرمز گونه *H. flagelliformis* شامل سلنیوم، آهن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، ید و سدیم در این جلبک بالا است.

کلسیم در ساختمان استخوان شرکت داشته و سدیم تنظیم کننده میزان آب در بدن بوده و همراه با پتاسیم قابلیت نفوذپذیری دیواره سلولی را حفظ می‌کند (میدانی، ۱۳۸۶).

مقدار میانگین کلسیم در جلبک قرمز گونه *H. flagelliformis* در فصل زمستان برابر $0.577 \pm 2618/6$ میلی گرم درصد گرم وزن خشک و در فصل بهار برابر $2/516 \pm 4356/3$ میلی گرم در صد گرم وزن خشک بود. میانگین‌های عنصر کلسیم دو فصل اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.01$).

پژوهش انجام شده توسط Solmon (2003) نشان داد میزان کلسیم جلبک سبز *spirulina* برابر ۱۲۰ میلی گرم درصد گرم وزن خشک و جلبک قهوه‌ای *Kelp* برابر ۱۶۸ میلی گرم درصد گرم وزن تر بود، که نشان دهنده میزان بالای کلسیم جلبک قرمز گونه *H. flagelliformis* بود.

مقدار میانگین سدیم این گونه در فصل زمستان برابر $2/081 \pm 1854/3$ میلی گرم در صد گرم وزن خشک و در فصل بهار برابر $0.577 \pm 2898/66$ میلی گرم درصد گرم وزن خشک بود. نتایج آزمون T-test نشان داد بین میانگین عنصر سدیم در دو فصل زمستان و بهار در جلبک قرمز *H. flagelliformis* تفاوت معنی دار وجود دارد ($P < 0.01$).

مقدار سدیم گونه *H. flagelliformis* بیشتر از گونه *H. valentiae* در منطقه Mandapam هندوستان $15/2 \pm 293/3$ میلی گرم در صد گرم وزن خشک و جلبک سبز *Spirulina* برابر ۱۰۴۸ میلی گرم در صد گرم وزن خشک و جلبک قهوه‌ای *Kelp* برابر ۲۳۳ میلی گرم درصد گرم وزن تر بود (Manivannan et al., 2008 and Solmon, 2003).

همچنین میزان میانگین پتاسیم در گونه *H. flagelliformis* در فصل زمستان برابر $0.776 \pm 1638/9$ میلی گرم در صد گرم وزن خشک و در فصل بهار برابر $5/631 \pm 1977/6$ میلی گرم در صد گرم وزن خشک به دست آمد. نتایج آزمون T-test بین میانگین عنصر پتاسیم در فصل زمستان و بهار در جلبک قرمز *H. flagelliformis* اختلاف معنی دار نشان داد ($P < 0.01$).

پژوهش روحانی و همکاران نشان داد که مقدار پتاسیم جلبک قرمز گونه *H. valentiae* در سواحل خلیج فارس برابر $40/82 \pm 746$ میلی گرم درصد گرم وزن خشک بود، که نشان می‌دهد این عنصر در جلبک *H. flagelliformis* بیشتر می‌باشد (Rohani et al., 2011).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقدار میانگین منیزیم جلبک قرمز گونه *H. flagelliformis* در فصل زمستان برابر $2/516 \pm 1286/6$ میلی گرم درصد گرم وزن خشک و در فصل بهار برابر 2 ± 1028 میلی گرم درصد گرم وزن خشک است. آنالیز آماری نشان داد که بین میانگین منیزیم در فصل زمستان و بهار اختلاف معنی دار وجود دارد ($P < 0.01$).

منیزیم نیز از عناصر مهم آنزیم‌های متابولیسم بینابینی است (میدانی، ۱۳۸۶). مقدار منیزیم جلبک قرمز *H. flagelliformis* بیشتر از میزان منیزیم جلبک قرمز *H. valentiae* برابر $1/68 \pm 38/7$ میلی گرم درصد گرم وزن خشک و جلبک سبز *Spirulina* برابر ۱۹۵ میلی گرم درصد گرم وزن خشک و جلبک قهوه‌ای *Kelp* برابر ۱۲۱ میلی گرم درصد گرم وزن تر بوده است (Rohani et al., 2011; Solmon, 2003).

میزان میانگین عنصر سلنیوم گونه *H. flagelliformis* در فصل زمستان برابر $0.3605 \pm 44/7$ میلی گرم درصد گرم وزن خشک و در فصل بهار برابر $0.2 \pm 40/7$ میلی گرم درصد گرم وزن خشک به دست آمد. بین میانگین‌های سلنیوم در فصل‌های زمستان و بهار در جلبک قرمز *H. flagelliformis* اختلاف معنی دار وجود دارد ($P < 0.01$).

سلنیوم یک ماده معدنی مؤثر در متابولیسم چربیهاست و دارای خواص آنتی اکسیدانی بوده و در ساختن گلبول سفید نقش دارد (Belton, 2006).

در تحقیق سالمون عنصر سلنیوم در سیانوباکتر *Spirulina* برابر $7/2$ میکرو گرم درصد گرم وزن خشک و در جلبک قهوه‌ای *Kelp* برابر $0/7$ میکرو گرم درصد گرم وزن تر بدست آمد، که دلالت بر بیشتر بودن میزان این عنصر در جلبک قرمز *H. flagelliformis* است (Solmon, 2003).

مقدار میانگین آهن گونه *H. flagelliformis* در فصل زمستان برابر $0/1527 \pm 290/767$ میلی گرم درصد گرم وزن خشک و در فصل بهار برابر $2/189 \pm 233/9$ میلی گرم درصد گرم وزن خشک به دست آمد و بین میانگین آهن در دو فصل اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/01$).

آهن یک عنصر ضروری در تغذیه انسان می‌باشد و جزء اصلی خون و برخی از آنزیم‌ها است (میدانی، ۱۳۸۶). مطالعات روحانی نشان داد که مقدار آهن جلبک قرمز گونه *H. valentiae* سواحل خلیج فارس برابر $9/08 \pm 80/3$ میلی گرم درصد گرم وزن خشک است (Rohani et al., 2011).

میزان میانگین عنصر ید گونه *H. flagelliformis* فصل زمستان برابر $(0/2749 \pm 6/338)$ و در فصل بهار $(0/0571 \pm 7/16)$ میلی گرم درصد گرم وزن خشک به دست آمد. میانگین عنصر ید دو فصل‌های زمستان و بهار اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0/01$). تحقیقات نشان می‌دهد که ۳ تا ۶ درصد وزن جلبک‌های قرمز جنس‌های *Polysiphonia* و *Rhodomyenia* را پتاسیم و ید تشکیل داده است (کیان مهر، ۱۳۸۴).

ید در کارکرد غده تیروئید نقش مهمی دارد. غده تیروئید برخی از اعمال مهم زیستی از جمله متابولیسم، رشد جسمی و مغزی، باروری و... را در بدن تنظیم می‌کند و کمبود این عنصر باعث بیماری گواتر می‌شود (میدانی، ۱۳۸۶). با توجه به کاهش منابع غذایی و رشد روز افزون جمعیت، نیاز به جستجو و استفاده از منابع جدید به عنوان مکمل‌های غذایی وجود دارد. با در نظر گرفتن نتایج حاصل از این تحقیق که نشان دهنده، بالا بودن درصد پروتئین، فیبر، کربوهیدرات، پایین بودن درصد چربی و بالا بودن مواد معدنی در جلبک قرمز *Hypnea flagelliformis* مورد مطالعه سواحل بندر عباس در خلیج فارس و توجه به این موضوع که سواحل ایران دارای پتانسیل بالایی جهت پرورش و تکثیر جلبک‌های دریایی می‌باشد، باید از این منابع سرشار خدادادی بیشتر استفاده نمود.

منابع

- استاندارد ملی ایران. ۱۳۷۹. فسفر ۱۱۳۴. سازمان استاندارد ملی ایران. تهران.
- پروانه، و. ۱۳۷۴. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی غذایی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران. ایران.
- سهرابی پور، ج.، نژاد ستاری، ط.، اسدی، م. و ربیعی، ر. ۱۳۸۳. جلبک‌های دریایی سواحل جنوب ایران، منطقه بندر لنگه، خلیج فارس، مجله گیاه شناسی ایران، ۱۰ (۲): ۴۷-۵۳.
- فاطمی، ح. ۱۳۸۰. شیمی مواد غذایی. چاپ دوم. انتشارات شرکت سهامی انتشار. تهران. ایران.
- قرنجیک، م. و روحانی قادیکلانی، ک. ۱۳۸۹. اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج فارس و دریای عمان. چاپ اول. انتشارات مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران.
- کیان مهر، ه. ۱۳۸۴. بیولوژی جلبک‌ها. چاپ اول. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ایران.
- کیان مهر، ه. ۱۳۷۵. مبانی جلبک شناسی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ایران.
- مشایخ، م. ۱۳۸۷. روش‌های آزمایش شیمیایی مواد غذایی. چاپ اول. انتشارات انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور. تهران. ایران.
- میدانی، ج. ۱۳۸۶. مبانی تغذیه. چاپ اول. انتشارات دانشگاه آزاد شوشتر. ایران.

Belton, P.S. 2006. Trace element analysis of food and diet. School of Chemical Sciences. University of East Anglia, UK.

- Borgesén, F. 1939. Marine algae from the Iranian Gulf. In: Danish Scientific Investigation in Iran. 1. Jesen, K. & Sparck, R. (Eds). Einar Munksgaard. Copenhagen. Denmark.
- Google Maps. 2012. Persian Gulf. Available in: [http:// Google Maps 2012. Com](http://Google Maps 2012. Com)
- Gressler, V., Yokoya, N., Toyota Fuji, M., Colepicolo, P., Mancini Filho., J & Torres, R. 2009. Lipid, fatty acid, protein, amino acid and ash contents in four Brazilian red algae species. Food Chemistry, 120: 585-590.
- Horwitz, W. 2002. Official methods of analysis. 16 th edition. AOAC international. Washington, DC, USA.
- Horwitz, W. 1995. Official methods of analysis. 17 th editions. AOAC international. Washington, DC, USA.
- Kocher, G. 1978. Carbohydrate determination by the phenolsulfuric acid method. Hand book of phycological method. Cambridge Univ. Press. UK.
- Kirk, R. & Sawyer, R. 1991. Pearson's composition and analysis of foods. 9, th ed. Vol 1, Longman. UK.
- Manivannan, K., Thirumaran, G., Karthikai Devi, G., Anantharaman, P. & Balasubramanian, T. 2009. Proximate composition of different group of seaweeds from Vedalai coastal water (Gulf of Mannar): Southeast coast of India. Middle East Journal of Scientific Research, 4 (2):72-77.
- Manivannan, K., Karthikadevi, G., Thirumaran, G. & Anantharaman, P. 2008. Mineral composition of marine macroalgae from mandapam coastal regions; southeast coast of India. American-Eurasian Journal of Botany, 1 (2): 58-67.
- Marinho -Soriano, E., Fonseca, P. C., Carneiro, M. A. A. & Mareira, W. S. C. 2005. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. Bioresource Technology, 7: 2402-2406.
- Macartain, P., Christopher, R.G., Brooks, M., Campbell, R. & Rowland, I. R. 2007. Nutritional value of edible seaweeds. Nutr. Rev., 65: 535-543.
- Rohani -Ghadikolaei, K. & Abdulalian, E. 2011. 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. Journal Food Science Technology, 15:59-68.
- Renaud, S. M. & Loung, Van, J. T. 2006. Seasonal variation in the chemical composition of tropical Australian marine macroalgae. Journal of Applied Phycology, 18: 381-387.
- Robledo, D. & Freilepelegrin, Y. 1997. Chemical and mineral composition of six potentially edible seaweed species of Yucatan. Botanica Marina, 40: 301-306.
- Read, B.E. 1936. Chinese medicinal plants from Pentaso Kang Mu. Economic Botany, 14: 69-83.
- Romeo Singh, M. & Gupta, A. 2011. Nutrient content in freshwater red algae (Lemaneaceae, Rhodophyta) from rivers of Manipur North-East India. Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 10 (5): 2262-2271.
- Solmon, H. K. 2003. Encyclopedia of food and culture. In: William, W. Hand book food technology, Vol 1, New York, USA.
- Teseg, C.K. 1983. Common seaweeds of China. Science Press, Beijing. China.