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

شیلا صفاییان[۱]، کامبیز لاریجانی[۲]، مریم طالب زاده[۳]* و شاهرخ شعبانی[۴]

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

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

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

تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱۷

چکیده

در این تحقیق ترکیبات شیمیایی (پروتئین، چربی، کربوهیدرات، فیبر و خاکستر) و عناصر معدنی (Fe، Mg، Ca، K، Na، P، I، Se، Mn، Zn، Cu) در جلبک قرمز *Hypnea flagelliformis* سواحل بندر عباس در دو فصل زمستان ۱۳۸۹ و بهار۱۳۹۰ 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 برابر۱۶۹/۸۷۲کیلو کالری بود. آنالیز ترکیبات شیمیایی گونه مزبور میزان میانگین پروتئین، کربوهیدرات، چربی، فیبر وخاکستر را در فصل زمستان به ترتیب برابر (۱۵/۳۶۶∓۰/۰۲۸۳)، (۰/۱۲۰۳۷∓۲۵/۸۵۱)، (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)، (∓۰/۰۲۵ ۲۶/۳۰۰۳)، (۰/۳۷۳۳∓۰/۰۰۵۷)، (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 عناصر 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 (۴/۹۴∓۰/۳۰۵)، 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 (∓۲ ۱۰۲۸)،Ca (۴۳۵۶/۳∓۲/۵۱۶)، K (۱۹۷۷/۶∓۵/۶۳۱)، Na (۲۸۹۸/۶۶∓۰/۵۷۷)، I (۷/۱۶∓۰/۰۵۷۱۵)، P (۵۳/۶∓۰/۳)،

Se (۴۰/۷∓۰/۲)،Mn (۸/۰۵∓۰/۰۲)،Zn (۵/۲∓۰/۱۷۳) و Cu (۱/۴۳∓۰/۰۳۷۸) 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

*ـ نگارنده پاسخگو: shah_mar2003@yahoo.com

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 کشورهایی مانند چین و ژاپن جزء غذاهای سنتی محسوب می‌شوند. تاکنون ۱۶۰ گونه از جلبک که مصرف غذایی دارند شناسایی شده اند،۸۱ گونهٔ آن متعلق به جلبک‌های قرمز، ۲۵ گونه از جلبک‌های سبز و 54گونه 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 Endlicherو Diesingو 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 دست یابی 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 شده اند 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 بیشتراز 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 تصـادفی از روی بسـتر انجام شد. نمونه‌برداری در دو فصل زمستان ۱۳۸۹ و فصل بهار ۱۳۹۰ در سواحل شرقی بندرعباس با طـول و عـرض جغرافیایی به مختصات (E″۱۰. ۴۱ ′۲۰ °۵۶-N″۹۵. ۱۴ ′۱۱ °۲۷) صورت گرفت (شکل ۱).

شکل ۱ـ موقعیت ایستگاه نمونه‌برداری *Hypnea flagelliformis* درسواحل شرقی بندر عباس، سال ۱۳۹۰ـ۱۳۸۹. 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 قبـل از انجـام عملیـات آزمایشگاهی در دمای c °۲۰ـ منجمد شدند. پس از انتقال نمونه‌ها به صورت منجمـد بـه آزمایشـگاه در تهـران مـورد بیومتری قرار گرفت و با استفاده از دوربین از نمونه‌ها عکسبرداری شد و سپس نمونه‌ها با استفاده از کلیـد شناسـایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند(Borgesen, 1939 & Tseng, 1983) .

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

ـ میزان خاکستر به روش خشک (بر حسب در صد ماده خشک) با تجزیه مـواد آلـی نمونـه‌هـا توسـط حـرارت و اندازه‌گیری مقدار عناصر باقیمانده تعیین شد (مشایخ، ۱۳۸۷ و Horwitz,1995).

ـ میزان فیبر به روش وزنی (بر حسب درصد ماده خشک) با هضم نمونه‌ها توسط اسید و باز، صاف کردن،خشـک کردن، توزین و محاسبه تعیین شد (Horwitz,2002).

ـ میزان چربی به روش سوکسله (بر حسب درصد مـاده خشـک) بـا جـدا کـردن چربـی نمونـه‌هـا توسـط حـلال آلی،تبخیر حلال و توزین مقدار چربی نمونه‌ها تعیین شد (مشایخ، ۱۳۸۷ و Horwitz,1995).

ـ میزان پروتئین به روش کلدال Kjeldahl (بر حسب درصد ماده خشک) با هضم نمونـه‌هـا بـا اسـتفاده از اسـید سولفوریک غلیظ و کاتالیزور، تبدیل ازت نمونه‌ها به سولفات آمونیم، تعیین میزان ازت تام و محاسبه درصدپروتئین با در نظر گرفتن ضریب پروتئینی نمونه‌ها تعیین شد (پروانه، ۱۳۷۴ و Horwitz, 1995).

ـ میزان کربوهیدرات به روش Kocher (بر حسب درصد ماده خشک) با استفاده از فنل و اسید سـولفوریک غلـیظ و اندازه‌گیری کمی قندها و مشتقات متیله آنها توسط اسپکتروفتومتر تعیین شد (Kocher, 1978).

ـ میزان عنصر ید با متد FOSS (بر حسب میلی گرم در صد گرم ماده خشک) با استفاده از محلول‌هـای ارسـنیت سدیم و سریک آمونیم سولفات در محیط اسیدی (ید کاتالیزور بین دو ماده است) و تعیـین مقـادیر جـذب نمونـه‌هـا توسط روش اسکپتروفتومتری و مقایسه با محلول‌های استاندارد، بدست آوردن غلظت ید از روی منحنی استاندارد بـا بکار گیری دستگاه Spectrometer (ساخت شـرکت انگلیسـیPG instruments limited ، مـدل T60u) تعیـین شـد (Kirk & Sawyer , 1991).

ـ میزان عنصر فسفر(بر حسب میلی گرم در صد گـرم مـاده تـر) بـا تهیـه خاکسـتر نمونـه‌هـای جلبـک، سـاخت محلول‌های رنگی از خاکستر و تعیین مقادیر جذب‌ها توسط روش اسکپتروفتومتری و مقایسه با محلول‌های استاندارد و بدست آوردن غلظت فسفات از روی منحنی اسـتاندارد، بـا بکـار گیـری دسـتگاه Spectrometer (سـاخت شـرکت انگلیسیPG instruments limited ، مدل T60u) تعیین شد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۷۹).

ـ میزان عناصر معدنی آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، سلنیوم وکلسیم (بر حسب میلی گرم در صـد گـرم مـاده خشک) به روشA. A (Atomic absorption spectroscopy) . S با بکارگیری دستگاه جذب اتمی (سـاخت شـرکت آمریکایی Varian، مدلSpectr AA-200) با هضم نمونه‌ها توسط اسید نیتریک و آب اکسیژنه در دستگاه مـایکروویو (ساخت شرکت ایتالیاییMILESTONE ، مدل ETHOS) و تزریق نمونه‌ها به دستگاه جذب اتمی، تهیـه محلولهـای استاندارد، رسم منحنی کالیبراسیون و بدست آوردن میزان جذب نور عناصر نمونه‌ها تعیین شد (Skoog *et al.*,1988 and Manivannan *et al.*, 2009).

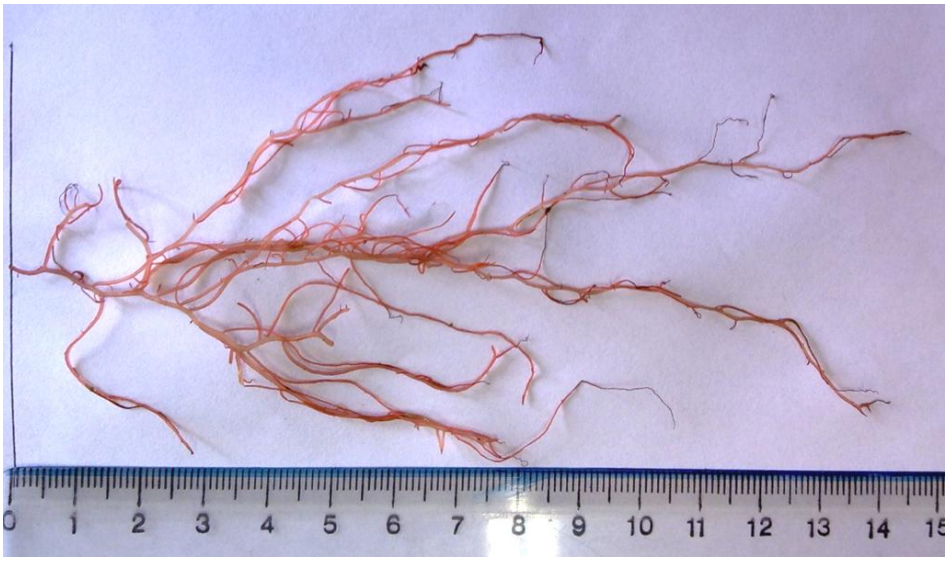
ـ میزان سدیم و پتاسیم به روش فلم فتومتری (بر حسب میلی گرم در صد گرم ماده خشک)، بـا دسـتگاه Flame photometer (ساخت شرکت انگلیسی Sherwood، مدل410)، با آماده سازی نمونه‌هـا توسـط اسـید نیتریـک و آب اکسیژنه، هضم آنها در ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، فیلتر کردن و تزریق آنها بـه دسـتگاه فلـم فتـومتری و آنـالیز عناصـر 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 بـه صـورت میانگین و انحراف معیار ارائه گردید.

نتایج

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

رنگ ظاهری جلبک *H. flagelliformis* قرمز متمایل به ارغوانی تا سبز، دارای انشعابات جانبی نازک و ارتفاع تـال در حدود ۱۰ـ ۱۵ سانتی‌متر بود. بیومتری جلبک با کمک خـط کـش (شـکل ۲) و لـوپ بـا بزرگنمـایی ۲۰✠ انجـام گرفت.



شکل ۲ـ اندازه‌گیری طول تال جلبک قرمز *Hypnea flagelliformis* درسواحل شرقی بندر عباس سال۱۳۹۰ـ ۱۳۸۹

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 میانگین‌های پروتئین، کربوهیدرات، لیپید، خاکستر و فیبر در دو فصل بهار و زمستان در این گونه وجود دارد ($P < ۰/۰۱$).

جدول ۱ـ میانگین درصد و انحراف معیار مواد مغذی موجود در گونه*H.flagelliformis* درزمستان ۱۳۸۹ و بهار۱۳۹۰، بندر عباس، خلیج فارس

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

نتـایج حاصـل از آزمـون‌هـای ماکروالمـان‌هـای گونـه *Hypnea flagelliformis* در فصـل‌هـای زمسـتان ۱۳۸۹و بهار۱۳۹۰ در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج آزمونT-test نشان داد اختلاف معنی دار بـین میـانگین‌هـای عناصـر پتاسیم، منیزیم، سدیم و فسفردردو فصل زمستان و بهار در این گونه وجـود دارد ($P <۰/۰۱$) . میـانگین‌هـای عنصـر کلسیم در دو فصل‌های فوق اختلاف معنی‌داری را نشان نداد($P >۰/۰۱$).

جدول ۲ـ مقدارمیانگین ماکرو المان‌های گونه *Hypnea flagelliformis* در زمستان ۱۳۸۹و بهار۱۳۹۰ و انحراف معیار آنها، بندر عباس، خلیج فارس(برحسب میلی گرم در صد گرم ماده خشک)

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

نتایج حاصل از آزمون‌های میکروالمان‌های جلبک قرمز *Hypnea flagelliformis* در دو فصل زمستان و بهار در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج آزمونT-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($p<.۰/۰۱$) میانگین‌های عنصر ید جلبک مزبور در دو فصل بررسی و اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P >۰/۰۱$).

جدول ۳ـ مقدار میانگین میکرو المان‌های گونه *Hypnea flagelliformis* در زمستان۱۳۸۹ و بهار ۱۳۹۰و انحراف معیار آنها، بندر عباس، خلیج فارس(برحسب میلی گرم در صد گرم ماده خشک)

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

بحث و نتیجه‌گیری

میزان میانگین پروتئین جلبک قرمز *Hypnea flagelliformis* در زمستان (سال۱۳۸۹) و بهار (سـال۱۳۹۰) بـه ترتیب برابر (۱۵/۳۶۶ ∓۰/۰۲۸۳) و (۱۷/۸۵۱ ∓۰/۰۰۴۵) درصد وزن خشک به دست آمد و بررسی آماری اخـتلاف معنی‌داری را بین مقادیر تعیین شده در دو فصل نشان داد ($P <۰/۰۱$).

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

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

(۱۴ـ ۵) درصد وزن خشک تعیین نموده است، که ضمن تایید نتیجـه تحقیـق حاضـر، نشـان دهنـده میـزان بـالای پروتئین جلبک‌های قرمز نسبت به جلبک‌های قهوه‌ای است (Reunuad & Loung , 2006 ; Rohani *et al.*, 2011).

مقدار میانگین درصد چربی گونه *H. flagelliformis* در فصل زمستان برابر ۰/۵۲۶۶∓۰/۰۳۵۱ و در فصـل بهـار برابر ۰/۳۷۳۳∓۰/۰۰۵۷درصد وزن خشک به دست آمد. بدین ترتیب میزان چربـی فصـل زمسـتان تقریبـا دو برابـر فصل بهار است. نتیجه آنالیز آمار اختلاف معنی‌داری را بین میانگین‌های چربی در دو فصل زمستان و بهار نشـان داد (P <۰/۰۱).

پژوهش دیگری میزان چربی گونه*Hypnea valentiae* با ۲/۸∓۰/۶۷ درصـد و در گونـه *Gracilaria corticata* ۱/۸∓۰/۴۶ 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 حفـظ سـلامت ایـن جلبـک در طـی ذخیره سازی، حمل و نقل و کم شدن احتمال فساد اکسیداتیو چربی آن تلقی گردد.

میزان میانگین کربوهیـدرات جلبـک قرمـز در *H.flagelliformis* در فصـل زمسـتان برابـر ۲۵/۸۵۱∓۰/۱۲۰۳۷ درصد و در فصل بهار برابر ۲۶/۳۰۰۳∓۰/۰۲۵ درصد وزن خشک تعیین شد. آنالیز آماری نتایج، اخـتلاف معنـی دار بین میانگین کربوهیدرات دو فصل را نشان داد (P <۰/۰۱) .

کربوهیدرات‌ها بخش اعظم انرژی رژیم غـذایی انسـان را تشـکیل مـی‌دهنـد (فـاطمی،۱۳۸۰). نتـایج بررسـی‌هـای محققین دیگر، مقدار کربوهیدرات جلبک قرمز گونه *Gracilaria cornea* سواحل منطقه Yucatan مکزیک برابـر ۰/۴۴ ∓ ۳۶/۲۹ درصد، در جلبک قرمز *Hypnea valentiae* سواحل خلیج فارس برابر ۱/۳۴∓ ۳۱/۸ درصد و در جلبک قرمـز *Lemanea fluviatilis* سواحل منطقه Manipur هندوستان برابر ۱/۴۰∓ ۲۰/۵۱ درصد وزن خشک تعیـین شـد کـه بـا نتایج بدست آمده این پژوهش همخـوانی نشـان مـی‌دهـد (جـدول ۲). (Romeo Robledo & Freilepelegrin ,1997 ; Singh & Gupta , 2011; Rohani *et al.*, 2011).

مقدار میانگین فیبرگونه *H.flagelliformis*، در زمستان برابر ۰/۰۰۴۵∓۰/۹۷۶درصد و در بهـار برابـر ۰/۰۵۲∓ ۱/۱۷۷ درصد وزن خشک تعیین شد و بین میانگین مقادیر فیبر در فصل‌های زمستان و بهار اختلاف معنی دار وجود داشت (P < ۰/۰۱).

همچنین آنزیم‌های گوارشی انسان قادر به هضم فیبر نمی باشد. ولی به دلیل تأثیر مثبتی کـه در حرکـات 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 هندوسـتان را برابـر ۰/۴۰∓۰/۷۹درصد و مقدار فیبر جلبک قرمز گونه *Eucheuma isiforme* را برابر ۰/۰۷∓ ۳/۲۱ درصد و مقـدار ایـن ترکیب را در گونه *Gracilaria cornea* منطقه Yucatan مکزیک برابر ۰/۱۲∓ ۵/۲۱ درصد نشان داد (Robledo & Freilepelegrin, 1997 and Romeo Singh & Gupta, 2011).

در تحقیق حاضر ارزش غذایی جلبک قرمز *H. flagelliformis* در فصل بهـار برابـر ۹۶۲/ ۱۷۹ کیلـو کـالری و در فصل زمستان برابر ۸۷۲/ ۱۶۹ کیلو کالری محاسبه گردیـد.طبـق مطالعـات Solmon (2003)، ارزش غـذایی جلبـک قهوه ای*Kelp*، برابر ۴۳ کیلو کالری و ارزش غذایی جلبک سـبز *Spirulina*، برابـر ۲۹۰ کیلـو کـالری در۱۰۰ گـرم از جلبک بوده است(Solmon , 2003) .

جلبک‌های دریایی بعنوان یک منبع غنی از مواد معدنی بویژه سدیم و ید می‌باشند. البته گونه‌های مختلف جلبک ها محتوای متفاوتی دارند و عـواملی مثـل قـرار گـرفتن در معـرض مـوج، فصـل، عوامـل زیسـت محیطـی و عوامـل فیزیولوژیکی هم در محتوای مواد معدنی جلبک‌ها تأثیر دارد (Manivannan *et al.*, 2009).

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان عناصر معدنی جلبک قرمز گونـه *H. flagelliformis* شـامل سـلنیوم، آهـن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم،ید و سدیم در این جلبک بالا است.

کلسیم در ساختمان استخوان شرکت داشته و سدیم تنظیم کننده میزان آب در بـدن بـوده و همـراه بـا پتاسـیم قابلیت نفوذپذیری دیواره سلولی را حفظ می‌کند (میدانی، ۱۳۸۶).

مقدار میانگین کلسیم در جلبک قرمز گونه *H. flagelliformis* در فصل زمسـتان برابـر ۰/۵۷۷ ∓ ۲۶۱۸/۶ میلـی گرم درصد گرم وزن خشـک و در فصـل بهـار برابـر ۲/۵۱۶ ∓ ۴۳۵۶/۳ میلـی گـرم در صـد گـرم وزن خشـک بـود. میانگین‌های عنصر کلسیم دو فصل اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P >۰/۰۱) .

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

مقدار میانگین سدیم این گونه در فصل زمستان برابر ۲/۰۸۱ ∓ ۱۸۵۴/۳ میلی گرم در صد گرم وزن خشـک و در فصل بهار برابر ۵۷۷ /۰ ∓ ۲۸۹۸/۶۶ میلی گرم درصـد گـرم وزن خشـک بـود. نتـایج آزمـون T-testنشـان داد بـین میانگین عنصر سدیم در دو فصل زمستان و بهار درجلبک قرمـز *H. flagelliformis* تفـاوت معنـی دار وجـود دارد (P <۰/۰۱) .

مقدار سدیم گونه *H.flagelliformis* بیشتر از گونـه *H. valentiae* در منطقـه Mandapam هندوسـتان ۱۵/۲ ∓ ۲۹۳/۳ میلی گرم در صد گرم وزن خشک و جلبک سبز *Spirulina* برابر ۱۰۴۸ میلی گرم در صد گرم وزن خشـک 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 ۰/۷۷۶ ∓ ۱۶۳۸/۹ میلی گـرم در صد گرم وزن خشک و در فصل بهار برابر ۶۳۱ /۵ ∓ ۱۹۷۷/۶ میلی گرم در صد گـرم وزن خشـک بـه دسـت آمـد. نتایج آزمون T-test بین میانگین عنصر پتاسیم در فصل زمستان و بهـار درجلبـک قرمـز*H. flagelliformis* اخـتلاف معنی دار نشان داد(P< ۰/۰۱) .

پژوهش روحانی و همکاران نشان داد که مقدار پتاسیم جلبک قرمز گونه *H.valentiae* در سـواحل خلـیج فـارس برابر ۴۰/۸۲ ∓ ۷۴۶ میلی گرم درصد گرم وزن خشک بود،که نشان می‌دهد این عنصر در جلبـک*H. flagelliformis* بیشتر می‌باشد(Rohani *et al.*, 2011).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقدار میانگین منیزیم جلبک قرمز گونه *H. flagelliformis* فصل زمستان برابر ۲/۵۱۶ ∓ ۱۲۸۶/۶ میلی گرم درصد گرم وزن خشک و در فصل بهـار برابـر ۲ ∓ ۱۰۲۸ میلـی گـرم درصـد گـرم وزن خشک است. آنالیز آماری نشان داد که بین میانگین منیزیم در فصل زمستان و بهار اختلاف معنـی دار وجـود دارد (P <۰/۰۱) .

منیزیم نیز از عناصر مهم آنزیم‌های متابولیسم بینابینی است (میدانی، ۱۳۸۶). مقـدار منیـزیم جلبـک قرمـز *H. flagelliformis* بیشتر از میزان منیزیم جلبک قرمز *H. valentiae* برابر ۱/۶۸ ∓ ۳۸/۷ میلـی گـرم درصـد گـرم وزن خشک و جلبک سبز *Spirulina* برابر۱۹۵میلی گرم درصد گرم وزن خشک و جلبک قهـوه ای*Kelp* برابـر۱۲۱ میلـی گرم درصد گرم وزن تر بوده است (Rohani *et al.*, 2011; Solmon, 2003).

میزان میانگین عنصر سلنیوم گونه *H.flagelliformis*، در فصل زمستان برابر ۰/۳۶۰۵ ∓ ۴۴/۷ میلی گرم درصـد گرم وزن خشک و در فصل بهار برابر ۰/۲ ∓ ۴۰/۷ میلی گرم درصد گرم وزن خشک به دست آمد. بین میـانگین‌هـای سلنیوم در فصل‌های زمستان و بهار درجلبک قرمز *H. flagelliformis* اختلاف معنی دار وجود دارد (P <۰/۰۱) .

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 ۷/۲ میکرو گرم درصد گرم وزن خشک و در جلبک قهوه‌ای *Kelp* برابر ۰/۷ 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 ۰/۱۵۲۷ ∓ ۲۹۰/۷۶ میلی گرم درصد گرم وزن خشک و در فصل بهار برابر ۲/۱۸۹ ∓ ۲۳۳/۹ میلی گرم درصد گرم وزن خشک به دست آمد و بین میانگین آهن در دو فصل اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P <۰/۰۱) .

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 ۹/۰۸ ∓ ۸۰/۳ میلی گرم درصد گرم وزن خشک است (Rohani *et al.*, 2011).

میزان میانگین عنصر ید گونه *H.flagelliformis*، فصل زمستان برابر(۰/۲۷۴۹ ± ۶/۳۳۸) و در فصل بهار(۰/۰۵۷۱ ± ۷/۱۶) میلی گرم درصد گرم وزن خشک به دست آمد. میانگین عنصر ید دو فصل‌های زمستان و بهار اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P >۰/۰۱) .تحقیقات نشان می‌دهدکه ۳ تا ۶ درصد وزن جلبک‌های قرمز جنس‌های *Polysiphonia* و *Rhodymenia* 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): ۵۳ـ۴۷.

فاطمی، ح. ۱۳۸۰. شیمی مواد غذایی. چاپ دوم. انتشارات شرکت سهامی انتشار. تهران. ایران.

قرنجیک، م. و روحانی قادیکلائی، 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.

Borgesen, 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

Gressler , V., Yokoya , N., Toyota Fuji , M., Colepicolo , P., Mancini Filho., J & Torres , R. 2009. Lipid, fattyacid, 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 metod. 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 macroalge 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.