تغییرات شیمیایی عناصر و املاح معدنی جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در ساحل قشم

شیلا صفاییان[۱] ، محمد هادی گیویان راد [۲] و شیوا فرزاد منش*[۳]

۱ و۳- گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریائی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲- گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۵/۲۳ تاریخ پذیرش:۳۰/ ۱۳۹۰/۰۸

چکیده

در این تحقیق خاکستر، پروتئین، فیبر، چربی، کربوهیدرات و عناصر معدنی(Na ,Ca ,K ,Fe ,Mn ,Mg ,Zn ,Cu ,Co Se, فسفر، ید) در گونه *Padina boergesenii* ساحل جزیره قشم در خلیج فارس در طی فصل‌های زمستان ۱۳۸۹ و بهار ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ارزش غذایی جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در فصل بهار ۱۱۴/۳۷ کیلوکالری و در زمستان ۱۵۴/۲۰۸ کیلوکالری بوده‌است. نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های جلبک مزبور بیانگر این مطلب است که در بهار مقادیر پروتئین ۰/۰۱۵ ± ۱۲/۲۶ درصد، خاکستر ۰/۰۱± ۱۳/۲۸درصد، کربوهیدرات ۵/۶۳۴ ± ۲۵/۹۷درصد، چربی ۰/۰۳۶± ۰/۱۴درصد و فیبر ۰/۷۰۹ ± ۴/۶۷ درصد وزن خشک بوده، این مقادیر در زمستان برای پروتئین ۰/۰۴۲ ± ۱۲/۶۳درصد، برای خاکستر ۰/۰۱ ± ۱۱/۱۴درصد، برای کربوهیدرات ۰/۶۴۹ ± ۱۵/۲۴درصد، برای چربی۰/۰۳۲ ± ۰/۳۲درصد و برای فیبر ۰/۱۱۲ ± ۳/۸ درصد وزن خشک بود. اختلاف بین میانگین درصد پروتئین، چربی، خاکستر و کربوهیدرات این گونه در فصول بهار و زمستان معنی‌دار است($P\leq ۰/۰۵$) و اختلاف بین میانگین‌های فیبر آن در فصول ذکر شده معنی‌دار نمی‌باشد ($P\geq ۰/۰۵$). آنالیز ترکیب‌های معدنی جلبک مزبور بیانگر این مطلب است که در بهار مقادیر آهن ۱۹/۸۵ ± ۱۱۶۰/۳۳۳، کلسیم ۲۹/۷۹۹ ± ۷۵۵۴، سدیم ۱۶۴۶/۹۵۸ ± ۱۰۸۷۴/۷۴، پتاسیم ۶۹۲/۶۷۹ ± ۱۰۵۹۴/۶، منیزیم ۱۱/۰۱۵ ± ۵۵۶۹/۳۳، سلنیوم ۹ ± ۵۷۲ میلی‌گرم در کیلو گرم و این مقادیر در زمستان به ترتیب ۲۲۴/۵۹± ۲۲۶۵/۶۶۷، ۶۰/۸۷ ± ۷۸۲۰/۹۳، ۱۰۳۲/۴۲۶ ± ۸۷۲۸، ۶۰۲/۹۹۲ ± ۴۶۱۲/۹۷، ۱۵۴/۲۱۲ ± ۶۸۰۵/۳۳، ۱۴/۰۴۷ ± ۵۲۶ میلی گرم در کیلو گرم می‌باشد، بنابراین می‌توان گفت پتاسیم، سدیم و سلنیوم، در فصل بهار مقادیر بالاتری نسبت به زمستان دارند، اختلاف بین میانگین‌های پتاسیم، آهن، کلسیم، منیزیم و سلنیوم در جلبک مزبور در دو فصل زمستان و بهار معنی‌دار است ($P\leq ۰/۰۵$) و اختلاف بین میانگین‌های سدیم در دو فصل زمستان و بهار معنی دار نیست ($P \geq ۰/۰۵$). لذا طبق نتایج بدست آمده مقادیر ترکیب‌های شیمیایی و معدنی به ویژه درصد پروتئین و میزان سلنیوم، کلسیم و پتاسیم احتمالاً بتوان از جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* به عنوان کاندیدای مکمل غذایی استفاده نمود.

واژگان کلیدی : ارزش غذایی، ترکیب‌های شیمیایی، مواد معدنی، جلبک قهوه‌ای، *Padina boergesenii*

* نگارنده پاسخگو: S_farzadmanesh@yahoo.com

مقدمه

اقیانوس ها و دریاها ۷۱ درصد از سطح زمین را تشکیل داده و بزرگترین مخزن زیست بر روی کره زمین هستند . از میان محصولات دریایی، جلبک‌های دریـایی منبع ارزشمندی از نظـر غذایی و معدنی می‌باشند(Akhtar & Sultan, 2002)، تا آنجا که بعنوان غذای سلامتی معروف شده و در سراسر جهان بخصوص آسیا جلبک‌های دریایی بعنوان یک منبع کامل غذایی برای انسان‌ها بشمار می‌روند(Robledo & Pelegrin, 1997). جلبک‌ها در مشرق زمین به عنوان بخشی از رژیم غذایی روزانه می‌باشند بطوریکه مصرف انسان از جلبک سبز ۰/۵ درصد از جلبک قرمز ۳۳ درصد و از جلبک قهوه‌ای ۶۶/۵ درصد است در حال حاضر تقاضا برای جلبک‌های دریایی به شمال آمریکا و اروپا نیز گسترش یافته است(Robledo & Pelegrin, 1997). تخمین زده می‌شود ارزش محصولات متنوع تولید شده از جلبک‌های دریایی سالانه برابر ۶ - ۵/۵ میلیارد دلار آمریکا باشد، از این مقدار حدود ۵ میلیارد دلار به بخش فرآورده‌های غذایی و خوراک انسانی اختصاص دارد و مابقی آن را کود و افزودنی‌های خوراک دام تشکیل می دهد. مقدار مورد استفاده صنعتی جلبک‌ها تقریبا برابر ۸ - ۷/۵ میلیون تن (وزن تر جلبک استحصالی از دریا یا پرورشی) در سال است. برداشت تجاری جلبکها در ۳۵ کشور جهان از نیمکره شمالی تا جنوبی، در آبهای سرد، معتدل تا گرمسیری صورت می‌گیرد. کشور چین یکی از بزرگترین تولید کنندگان جلبکهای خوراکی در دنیا است و سالانه حدود ۵ میلیون تن برداشت می‌کند. ۷۴ گونه جلبک در چین به مصرف خوراکی می‌رسد. خوشبختانه در کشور ما به دلیل شرایط جغرافیایی مناسب، گسترش جلبک‌ها آن چنان است که بسیاری از انواع تولیدکننده مواد اولیه دارویی را داریم و می‌توانیم با بهره گیری از آن‌ها از ورود این مواد از خارج جلوگیری کنیم. در ایران جلبک‌های دریایی در سواحل جنوبی کشور بویژه در سواحل سیستان و بلوچستان (چابهار) به فراوانی یافت می‌شوند و از هر سه گروه جلبک‌های سبز یا کلروفیت، جلبک‌های قهوه‌ای یا فئوفیت و جلبک‌های قرمز یا رودوفیت در این منطقه وجود دارند (سهرابی پور و همکاران، ۱۳۸۲)، طی تحقیقی که قرنجیک و همکاران در سال(۱۳۸۷) انجام دادند ۶۹ گونه جلبک شناسایی گردید، از این تعداد ۱۶ گونه جلبک سبز، ۱۸ گونه جلبک قهوه‌ای و ۳۵ گونه جلبک قرمز بود. از مهمترین خانواده جلبک‌های قهوه‌ای می‌توان به، Dictyotaceae و Sargassaceae اشاره نمود. وزن تر گونه‌های جلبکی برداشت شده طی این سال (۱۳۸۷) از کل مناطق ساحلی استان ۱۰،۲۸۶،۳۴۰/۳ کیلوگرم بود که از این مقدار، ۲،۹۵۵،۹۶۳/۹ کیلوگرم (-۲۸/۷درصد) جلبک قهوه‌ای بود. میانگین ماهانه جلبک‌های قهوه‌ای ۲۹۵،۳۲۷/۹ کیلوگرم بدست آمد. بیشترین میزان تراکم مربوط به منطقه چابهار با مقدار ۱۵/۴ کیلوگرم بر مترمربع و کمترین آن مربوط به منطقه جود با مقدار ۴/۹ کیلوگرم بر مترمربع بدست آمد (قرنجیک و همکاران، ۱۳۸۷)، حدوداً ۵۲ گونه جلبک قهوه‌ای از جنس *Padina* شناسایی شده که ۳ گونه *Padina australis* و *Padina distromatic* و *Padina boergesenii* در خلیج فارس نیز شناسایی شده‌است و با توجه به اینکه جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در مناطق جزر و مدی رشد می‌کند، برداشت آن به راحتی و با هزینه کم قابل انجام است.

میزان پروتئین در جلبک‌های قهوه‌ای از ۵ تا ۱۴ درصد متغیر است. این مقدار پروتئین حتی از پروتئین موجود در غلات، حبوبات و تخم مرغ هم بیشتر است(Kathiresan, 1992). بدلیل بالا بودن میزان پروتئین مناسب در جلبک‌های قهوه‌ای محتوای پروتئینی محصولاتی که در مزارع (سویا) با کود جلبکی کشت می‌شوند تا ۷ درصد افزایش می‌یابد. جلبک‌های دریایی بعنوان یک منبع عالی از مواد معدنی می باشند. میزان املاح معدنی انواع گونه‌های جلبکی متفاوت است و عواملی مثل قرارگرفتن در برابر موج، فصل، عوامل زیست‌محیطی و عوامل فیزیولوژیکی هم در محتوای مواد معدنی جلبک تأثیردارد. جلبک‌های قهوه‌ای ماده اصلی استخراج آلژینات می‌باشند که در صنایع غذایی برای تولید محصول با کیفیت و قدرت ماندگاری مطلوب استفاده می‌شوند (Manivannan *et al.*, 2009).

با توجه به تحقیقات انجام شده در زمینه شناسایی و کاربرد جلبک‌های سواحل جنوبی کشور و با توجه به اثرات متعددی که استفاده از جلبک ها دارند، شناخت این ذخایر و قابلیت‌های کاربردی آنها لازم است تا بر اساس آن بتوان به نحو مطلوب این منابع طبیعی ملی را مورد بهره برداری قرار داد. هدف این تحقیق، تعیین ترکیبات و مواد معدنی موجود در گونه *Padina boergesenii* است. که در آینده می‌تواند به عنوان تأمین بخشی از انواع مکمل‌های غذایی مورد استفاده قرارگیرد.

مواد و روش ها

نمونه‌های جلبک گونه *Padina boergesenii* از ناحیه شرقی هامون در جزیره قشم در ۵۵ تا ۵۷ درجه طول و ۲۵ تا ۲۷ درجه عرض جغرافیایی که در دهانه تنگه هرمز قرار دارد در تاریخ اول بهمن ماه ۱۳۸۹ و ۱۵ فروردین ماه ۱۳۹۰ از منطقه جزر ومدی به روش غواصی جمع آوری شد. طبق گزارش اداره هوا شناسی، دمای آب های خلیج فارس در فصل زمستان ۵ ±۲۰ درجه سانتی‌گراد و در فصل بهار ۵ ± ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود، بنابراین تصمیم گرفته شد ترکیب‌های شیمیایی و معدنی *Padina boergesenii* در ۲ فصل بررسی شود (فلش در شکل ۱ ایستگاه نمونه برداری را نشان می‌دهد).

شکل ۱ - نقشه محل نمونه برداری(google maps, 2011) جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در ساحل شرقی جزیره قشم سال ۱۳۸۹-۱۳۹۰

نمونه‌ها پس از شستشوی مقدماتی توسط آب شیرین و جدا کردن مواد زائد از آن ها داخل کیسه‌های پلاستیکی نگهداری و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شدند و به آزمایشگاه واحد علوم و تحقیقات منتقل گردیدند، جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* مورد بیومتری قرار گرفته و با استفاده از کلیدهای شناسایی، سایت Algae Base گونه آن مورد شناسایی قرار گرفت.

جهت تعیین ترکیب شیمیایی و معدنی از محلول‌های شیمیایی ساخت کارخانه Merk کشور آلمان استفاده شد. کلیه دستگاه‌های شیشه‌ای مورد استفاده از کارخانه Duran کشور آلمان تهیه گردید.

پروتئین به روش ماکروکلدال (در سه مرحله هضم توسط اسید سولفوریک غلیظ و کاتالیزور هضم، تقطیر توسط اسید بوریک و محلول سود ۵۰ درصد و تیتراسیون توسط اسید کلریدریک) (Aguilera *et al.*, 2005)، چربی به روش سوکسله، نمونه رطوبت گیری شده با کمک حلال آلی اتر دوپترول با نقطه جوش ۴۰ تا ۶۰ درجه سانتی گراد و دستگاه سوکسله (پروانه، ۱۳۷۴)، فیبر به روش هیدرولیز اسیدی و بازی (رفلاکس) از نمونه رطوبت و چربی گرفته، توسط اسید سولفوریک ۰/۲۵۵ نرمال، محلول سود ۰/۳۱۳ نرمال، دی اتیل اتر و متانول (Robledo & Pelegrin, 1997). کربوهیدرات به روش Kochert

توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل T60 U Spectrometr ساخت کشور ویتنام با طول موج ۴۸۰ نانومتر (Kochert, 1978) خاکستر به روش حرارتی به کمک کوره الکتریکی مدل Exciton Co. Ltd 1200 ساخت ایران با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد (Aguilera *et al.*, 2005).

تعیین میزان املاح معدنی به شرح زیر صورت گرفت: فسفر توسط هضم با اسید نیتریک غلیظ و دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل T60 U Spectrometr ساخت کشور ویتنام با طول موج ۴۳۰ نانومتر و ید به روش Foss توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر با طول موج ۴۲۰ نانومتر(Kirk & Sawyer, 1991). سلنیوم، کلسیم، آهن، منیزیم، روی، مس، منگنز و کبالت توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی مدل VARIAN SPECTRAA.200 ساخت کشور آمریکا و سدیم و پتاسیم توسط دستگاه فلیم‌فتومتری مدل FLAME PHOTOMETR 410 SHERWOOD ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری املاح معدنی ابتدا نمونه مورد نظر در ماکروویو آزمایشگاهی مدل MILESTON ITALY ساخت کشور ایتالیا هضم و سپس به دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی منتقل شد (Manivannan *et al.*, 2009).

جهت افزایش دقت هر آزمایش ۳ بار تکرار شده و میانگین نتایج به عنوان پاسخ در نظر گرفته شد.

در این تحقیق آنالیز آماری داده ها توسط نرم افزار SPSS وآزمون *T*-student انجام گردید و تجزیه و تحلیل آماری صورت گرفت.

نتایج

جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* دارای رنگ قهوه‌ای نسبتاً تیره با سطحی سفید گچی در قسمت مرکزی است که به دلیل رسوب کربنات کلسیم روی خارجی ترین سطح تال جلبک می‌باشد، گونه *Padina boergesenii* دارای تالهای نازک و به شکل بادبزنی یا پیاله‌ای می‌باشد، ردیف‌هایی از موهای میکروسکوپی بر روی سطح تال این جلبک وجود دارد، *Padina boergesenii* از قسمت ریشه تا نوک برگ توسط خط کش اندازه‌گیری شد (شکل۳) و بطور میانگین عدد ۱۳ سانتی‌متر برای طول و عدد ۱۴/۵ سانتی‌متر برای عرض این جلبک بدست آمد.

شکل۲- جلبک قهوه ای *Padina boergesenii*

شکل۳- جلبک قهوه ای*Padina boergesenii* اندازه‌گیری طول

نتایج آنالیز ترکیب‌های مغذی جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* بر حسب درصد در وزن خشک در فصول بهار و زمستان درجدول شماره (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- مواد مغذی جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* ساحل شرقی جزیره قشم در بهار ۱۳۹۰ و زمستان ۱۳۸۹

ترکیب‌های شیمیایی	میانگین وانحراف معیار زمستان ۱۳۸۹	میانگین و انحراف معیار بهار ۱۳۹۰	T-test
پروتئین	۱۲/۶۳ ± ۰/۰۴۲	۱۲/۲۶ ± ۰/۰۱۵	P ≤ ۰/۰۵
چربی	۰/۳۲ ± ۰/۰۳۲	۰/۱۴ ± ۰/۰۳۶	P ≤ ۰/۰۵
کربوهیدرات	۱۵/۲۴۳۸ ± ۰/۶۴۹	۲۵/۹۷۷ ± ۵/۶۳۴	P ≤ ۰/۰۵
فیبر	۳/۸۳ ± ۰/۱۱۲	۴/۶۷ ± ۰/۷۰۹	P ≥۰/۰۵
خاکستر	۱۱/۱۴ ± ۰/۰۱	۱۳/۲۹ ± ۰/۰۱	P ≤ ۰/۰۵
رطوبت	۷۱/۳۹ ± ۰/۰۶۱۶	۷۱/۴۱ ± ۰/۰۸۱	P ≤ ۰/۰۵

نتایج حاصل از آزمون‌های عناصرمعدنی (ماکرو المان‌ها و میکرو المان‌ها) جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم در فصول بهار و زمستان در جدول شماره (۲) ارائه گردیده است.

جدول ۲- عناصر معدنی جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* ساحل شرقی جزیره قشم در بهار ۱۳۹۰و زمستان ۱۳۸۹

عناصر معدنی	میانگین و انحراف معیار زمستان ۱۳۸۹	میانگین و انحراف معیار بهار ۱۳۹۰	T-test
سدیم	۸۷۲۸ ± ۱۰۳۲/۴۲۶	۱۰۸۷۴/۷۴ ± ۱۶۴۶/۹۵۸	P ≥۰/۰۵
پتاسیم	۴۶۱۲/۹۷ ± ۶۰۲/۹۹۲	۱۰۵۹۴/۶ ± ۶۹۲/۶۷۹	P ≤ ۰/۰۵
کلسیم	۷۸۲۰/۹۳ ± ۶۰/۸۷	۷۵۵۴ ± ۲۹/۷۹۹	P ≤ ۰/۰۵
آهن	۲۲۶۵/۶۶۷ ± ۲۲۴/۵۹	۱۱۶۰/۳۳۳ ± ۱۹/۸۵	P ≤ ۰/۰۵
منیزیم	۶۸۰۵/۳۳ ± ۱۵۴/۲۱۲	۵۵۶۹/۳۳ ± ۱۱/۰۱۵	P ≤ ۰/۰۵
مس	۱۲/۵ ± ۰/۶۲۴	۱۱/۷ ± ۰/۸۳	P ≥۰/۰۵
روی	۳۱/۳۶ ± ۲/۵۱۸	۳۴/۲۹ ± ۱/۴۲۱	P ≥۰/۰۵
سلنیوم	۵۲۶ ± ۱۴/۰۴۷	۵۷۲ ± ۹	P ≤ ۰/۰۵
منگنز	۷۲ ± ۹/۰۱	۱۴۷ ± ۲۲/۱۸۸	P ≤ ۰/۰۵
کبالت	۱/۲ ± ۰/۳۲۱	۲/۶ ± ۰/۴۰۴	P ≤ ۰/۰۵
ید	۰/۱۷ ± ۰/۰۲۱	۰/۱۱ ±۰/۰۱۱۵	P ≤ ۰/۰۵
فسفر	۳۹۱ ±۱۰/۴۰۸	۴۴۳ ± ۴۰/۴۱۴	P ≥۰/۰۵

بحث ونتیجه گیری

جلبک‌های دریایی یک منبع غنی از مواد معدنی می‌باشند، علیرغم تفاوت مقدار مواد معدنی در گونه‌های مختلف، عواملی مانند قرار گرفتن در برابر موج، فصل، عوامل زیست محیطی و عوامل فیزیولوژیکی هم در محتوای مواد معدنی جلبک تأثیر دارد (Manivannan *et al*., 2009).

آنالیز شیمیایی جلبک قهوه‌ای گونه *Padina boergesenii* نشان داد مقدار پروتئین این جلبک در فصل زمستان ۱۲/۶۳ ±۰/۰۴۲ درصد و در فصل بهار ۰/۱۵± ۱۲/۲۶درصد وزن خشک می‌باشد. پروتئین جلبک‌های قهوه‌ای غالباً بین ۵ تا ۱۴ درصد وزن خشک آن ها گزارش شده است(Soriano *et al*., 2006) در حالیکه بر اساس نتایج سوریانو و همکاران در سال (1997)، میزان پروتئین در جلبک قهوه‌ای گونه *Sargassum vulgare* ۱۵/۷۶ درصد بود (Soriano *et al*., 2006) و درجلبک *Padina gymnospora* میزان پروتئین ۹/۸۶ درصد گزارش شده که نسبت به *Padina boergesenii* مورد تحقیق که ۱۲درصد پروتئین دارد، پروتئین کمتری دارد (Robledo & Pelegrin , 1997) . اختلاف بین میانگین‌های پروتئین در جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در دو فصل بهار و زمستان معنی‌دار است ($P \leq ۰/۰۵$).

درصد چربی جلبک *Padina boergesenii* در فصل زمستان تقریباً دو برابر فصل بهار بدست آمد. چربی در بهار برابر ۰/۰۳۶± ۰/۱۴درصد و در زمستان۰/۰۳۳± ۰/۳۲درصد وزن خشک بدست آمد. اختلاف بین میانگین‌های چربی در جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در دو فصل بهار و زمستان معنی‌دار است ($P \leq ۰/۰۵$).

Akhtar & Sultana در سال ۲۰۰۲ مطالعات مشابهی را در خصوص *Padina pavonia* انجام دادند، نتایج آنها نشان داد که *Padina pavonia* دارای میزان چربی ۰/۵درصد می‌باشد که بالاتر از مقدار چربی *Padina boergesenii* تعیین شده در این پژوهش میباشد (Akhtar & Sultana, 2002). درصورتیکه میزان چربی در جلبک *Padina gymnospora* ۰/۱۱ درصد گزارش شده که کمتر از میزان چربی *Padina boergesenii* بدست آمده در این پژوهش می‌باشد(Robledo & Pelegrin, 1997).

میزان کربوهیدرات این جلبک در بهار برابر ۵/۶۳۴ ± ۲۵/۹۷۷ درصد و در زمستان برابر ۰/۶۴۹± ۱۵/۲۴۳۸ درصد وزن خشک بدست آمد، کربوهیدرات این جلبک در مقایسه با کربوهیدرات گونه‌های دیگر پادینا از جمله *Padina gymnospora* که کربوهیدرات آن برابر ۱/۸۶ درصد گزارش شده است قابل توجه است Robledo & Pelegrin, (1997). لذا می‌توان بیان کرد که جلبک *Padina boergesenii* ازمیزان کربوهیدرات بالایی بخصوص در فصل بهار برخورداراست(Manivannan *et al*., 2009) البته جلبک *Sargassum vulgare* دارای میزان کربوهیدرات برابر ۶۷/۸۰ درصد می‌باشد که بیشتر از کربوهیدرات جلبک *Padina boergesenii* است (Soriano *et al*., 2006). اختلاف بین میانگین‌های کربوهیدرات در جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در دو فصل بهار و زمستان معنی-دار است ($P \leq ۰/۰۵$).

با توجه به اینکه میزان کربوهیدرات در جلبک‌ها با میزان دما، شوری آب و مدت تابش نور خورشید نسبت مستقیم و با میزان پروتئین نسبت معکوس دارد، نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج مطالعات سوریانو و همکاران در برزیل بر روی گونه‌های *Gracilaria cervicornis* و *Sargassum vulgare* مطابقت دارد (Soriano *et al*., 2006).

میزان فیبر *Padina boergesenii* درفصل زمستان برابر (۰/۱۱۲±۳/۸ درصد) وزن خشک بدست آمد که در مقایسه با میزان فیبر این گونه در فصل بهار (۰/۷۰۹ ±۴/۷ درصد) کمتر می‌باشد. میزان فیبر این جلبک از *Caulerpa racemosa* که ۱/۳۶ درصد گزارش شده بالاتر است، در حالیکه مقدار فیبر جلبک *Gracilaria cervicornis* ۵/۶۵ درصد می‌باشد که بالاتر از مقدار فیبر *Padina boergesenii* است (Soriano *et al*., 2006).

اختلاف بین میانگین‌های فیبر در جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* ثبت شده در دو فصل بهار و زمستان معنی‌دار نمی‌باشد($P \geq ۰/۰۵$).

درصد بالای پروتئین، فیبر، کربوهیدرات و پایین بودن درصد چربی در*Padina boergesenii* از مزایای بسیار ارزشمند این ماده غذایی به حساب می‌آید، در این تحقیق مقادیر پروتئین و چربی در فصل زمستان بیشتر از فصل بهار و مقادیر کربوهیدرات، فیبر و رطوبت در فصل بهار بیشتر از فصل زمستان بدست آمد.

با بدست آوردن درصد ماده خشک کربوهیدرات، چربی و پروتئین در دو فصل، ارزش غذایی جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در دو فصل بهار و زمستان بر حسب کیلوکالری بدست آمد (افاکس و کامرون، ۱۳۷۶). ارزش غذایی جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در فصل بهار ۱۵۴/۲۰۸ کیلوکالری و در زمستان ۱۱۴/۴۷کیلوکالری می‌باشد.

میزان کلسیم جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در فصل زمستان برابر ۶۰/۹۰۰۸ ± ۷۸۲۰/۹۳ میلی گرم بر کیلو گرم و در فصل بهار برابر ۲۹/۷۹ ± ۷۵۵۴ میلی گرم بر کیلو گرم در وزن خشک بدست آمد. میزان کلسیم جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* از کلسیم جلبک‌هایی مثل *Hypnae valentia* (با میزان کلسیم۲۰۰ ppm) از گروه جلبک‌های قرمز و *Ulva lactuca* (با میزان کلسیم ۲۵۰ ppm) از گروه جلبک های سبز و جلبک *Padina gymnospora* (با میزان کلسیم ۴۰۰۰ ppm) بیشتر می‌باشد(Manivannan *et al*., 2009).

میزان سدیم *Padina boergesenii* در زمستان برابر ۱۰۳۲/۴۲± ۸۷۲۸ میلی گرم بر کیلو گرم و در فصل بهار برابر ۱۶۴۶/۹۵ ± ۱۰۸۷۴/۷۴ میلی گرم بر کیلو گرم در وزن خشک بود که این مقدار سدیم بیشتر از سدیم *Hypnae valentiae* (با مقدار سدیم ۲۹۰میلی گرم بر کیلو گرم) از گروه جلبک‌های قرمز (Robledo & Pelegrin, 1997) وهمچنین بیشتر از سدیم *Padina gymnospora* (با مقدار سدیم ۶۵۰میلی گرم بر کیلو گرم) می‌باشد (Manivannan *et al*., 2008). اختلاف بین میانگین مقادیر سدیم در دو فصل بهار و زمستان در جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* معنی‌دار نمی‌باشد ($P \geq ۰/۰۵$).

میزان پتاسیم *Padina boergesenii* در بهار برابر ۶۹۲/۶۷ ± ۱۰۵۹۴/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و درزمستان برابر ۶۹۲/۶۷ ± ۴۶۱۲/۹۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم در وزن خشک بود که این مقدار پتاسیم بیشتر از پتاسیم *Padina gymnospora* (با میزان پتاسیم۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و پتاسیم *Hypnae valentiae* (با میزان پتاسیم۲۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) می‌باشد (Manivannan *et al*., 2008). درصورتیکه پتاسیم جلبک *Lemania austrlis* در منطقه *Serou* (با پتاسیم ۴۵۵۹۸ میلی گرم بر کیلو گرم) بیشتر از میزان پتاسیم *Padina boergesenii* می‌باشد (Bino ,2011). اختلاف بین میانگین‌مقادیر پتاسیم، در جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در دو فصل بهار و زمستان معنی‌دار است ($P < ۰/۰۵$).

میزان منیزیم در *Padina boergesenii* در بهار برابر ۱۱/۰۱۵ ± ۵۵۶۹/۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در زمستان برابر ۱۵۴/۲۱۲ ± ۶۸۰۵/۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در وزن خشک می‌باشد و طبق مطالعات کالی و همکاران در سال 2001 در سواحل Estonia میزان منیزیم جلبک *Fucus vesiculosus* برابر۴۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود که کمتر از مقدار منیزیم *Padina boergesenii* می‌باشد (Trus *et al*., 2001). اختلاف بین میانگین مقادیر منیزیم در جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در دو فصل بهار و زمستان معنی‌دار است ($P <۰/۰۵$)

مقدار آهن در *Padina boergesenii* در بهار برابر ۱۹/۸۵ ± ۱۱۶۰/۳۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در زمستان برابر ۲۲۴/۵۹ ± ۲۲۶۵/۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد که نسبت به *Padina gymnospora* (با مقدار آهن۴۰

میلی‌گرم بر کیلوگرم) و جلبک *Ulva lactuca* (با مقدار آهن ۸۸۳/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بیشتر می-باشد(Robledo & Pelegrin,1997) در صورتیکه میزان آهن در جلبک *Lemania australis*، (برابر ۲۵۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) گزارش شده است که بیشتر از میزان آهن *Padina boergesenii* می‌باشد (Bino, 2011) اختلاف بین میانگین مقادیر آهن، در جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در دو فصل بهار و زمستان معنی‌دار است ($P < ۰/۰۵$).

مقدار سلنیوم در جلبک *Padina boergesenii* در زمستان برابر ۱۴/۰۴۷ ± ۵۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در فصل بهار برابر ۹ ± ۵۷۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد، سلنیوم دارای خاصیت آنتی اکسیدانی قوی می‌باشد و نقش مهمی در عملکرد غده تیروئید دارد، در روز ۴۰۰ میکروگرم (تقریباً معادل ۰/۴ ppm) سلنیوم برای بدن انسان لازم است (Belton, 2006). سلنیوم *Padina boergesenii* نسبت به سلنیوم جلبک‌های گونه *Sargasum sinicola* و *Caulerpa sertularioides* که ۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد بیشتر است (Rodriguez Costameda *et al.*, 2006). اختلاف بین میانگین‌مقادیر سلنیوم در جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در دو فصل بهار و زمستان معنی‌دار است ($P < ۰/۰۵$).

مقدار فسفر در *Padina boergesenii* در دو فصل زمستان و بهار به ترتیب برابر ۳۹۱ و ۴۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم با انحراف معیار ۱۰/۴۰۸ و ۴۰/۴۱۴ بدست آمد، جلبک کلپ (لامیناریا) از گروه جلبک‌های قهوه‌ای دارای مقدار فسفر ۸۴/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد در نتیجه میزان فسفر در *Padina boergesenii* بالاتر از جلبک کلپ می‌باشد (Skibola, 2004). اختلاف بین میانگین مقادیر فسفر، در جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در دو فصل بهار و زمستان معنی‌دار نیست ($P \geq ۰/۰۵$).

مقدار ید در *Padina boergesenii* در دو فصل زمستان و بهار به ترتیب برابر ۰/۱۷ و ۰/۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم با انحراف معیار ۰/۰۲ و ۰/۰۱۱ بدست آمد اختلاف بین میانگین مقادیر ید، در جلبک قهوه‌ای *Padina boergesenii* در دو فصل بهار و زمستان معنی‌دار است ($P \leq ۰/۰۵$). جلبک کلپ (لامیناریا) دارای مقدار ید ۰/۴۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد، ید نیز از عناصر مهمی است که در عملکرد غده تیروئید نقش دارد (Skibola, 2004). نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که *Padina boergesenii* در فصل زمستان آهن، کلسیم، منیزیوم، مس و ید بیشتری نسبت به فصل بهار دارد و ترکیب‌های معدنی پتاسیم، سدیم، روی، سلنیوم، منگنز، فسفر *Padina boergesenii* در فصل بهار بیشتر از فصل زمستان می‌باشند.

بالا بودن مواد معدنی، بخصوص کلسیم: در فصل زمستان ۶۰/۹۰۰۸ ± ۷۸۲۰/۹۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در فصل بهار ۲۹/۷۹ ± ۷۵۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم سدیم: در زمستان ۱۰۳۲/۴۲ ± ۸۷۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در بهار ۱۶۴۶/۹۵ ± ۱۰۸۷۴/۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم پتاسیم: در بهار ۶۹۲/۶۷ ± ۱۰۵۹۴/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در زمستان۶۹۲/۶۷ ± ۴۶۱۲/۹۷ میلی گرم بر کیلو گرم و سلنیوم: در زمستان ۱۴/۰۴۷ ± ۵۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در بهار ۹ ± ۵۷۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و وجود عناصر کمیاب و مفیدی چون روی، منگنز، مس و کبالت در *Padina boergesenii* در مقایسه با سایر جلبک‌های قهوه‌ای نشان می‌دهد که این جلبک خواص درمانی مفیدی دارد و جلبک *Padina boergesenii* را یک ماده غذایی سودمند ساخته است.

منابع

افاکس، ب. و کامرون، آ.ج. و کوهی‌کمالی.د. ۱۳۷۶. دانش غذا. تغذیه وسلامتی. چاپ اول. چاپ رستمخانی. تهران.
پروانه، و. ۱۳۷۴. کنترل کیفی و آزمایشهای شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران. ایران.

سهرابی پور، ج.، نژادستاری، ط.، اسدی، م.، قهرمان، ا. و ربیعی، ر. ۱۳۸۲. تحقیقی پیرامون تولید جلبک قهوه‌ای و تاثیر عوامل اکولوژیک بر روی این گونه ها در سواحل بندر لنگه. پژوهش و سازندگی. ۵۹.

قرنجیک،م.،کیانمهر، ه. وحسینی،م. ۱۳۸۷. برآورد میزان زیتوده جلبکهای دریایی منطقه بین جزر و مدی دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران، ۱۷ (۴):۱۱۰-۱۰۱.

کیان مهر، ه. ۱۳۸۴. بیولوژی جلبک ها. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ایران.

Akhtar,P .& Sultana,V. 2002. Biochemical studies of some sea weed species from Karachi coast. Zool. Surv., 14:1-4.

Aguilera Morales, M., Casas Valdez, M., Carrilo Domingez, S., Gonzalez Acosta, B. & Perez Gil, F. 2005. Chemical composition and microbiological assay of marine alga *Enteromorpha spp.* as a potential food source. Journal of Food Composition and Analysis, 18: 79-88.

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

Bino, C., Sharat, N., Rajmuhon, N., Rajendro, M., Sudarshan, A., Chakraborty, S. & Ram, S. 2011. Trace elements in *Nungsham*, The red edible algae of Manipur. International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology Volume: 2: Issue-1, 198-203

Kathiresan, D. 1992. Seaweed a promising food for future. Pak. Seaweed Digest. Vol. 5, 11-12.

Kirk, R. & Sawyer, R. 1991. Pearsons composition and analysis of foods. Ninth edition, Vol 1, Longman, UK.

Kochert,G. 1978. Carbohydrate determination by the phenolsulfuric acid method. In: helebust, j.a , Grige, j.s gedo. Hand book of phycological method. Cambridge Unir. Press. Uk.

Manivannan, K., Thirumaran, G., KarthikaiDevi, G. & Anantharaman, P. 2008. Mineral composition of marine macro algae from Mandapam coastal regions: Southeast coast of India . American, Eurasian Journal of Botany, 1 (2): 58-67.

Manivannan, K., Thirumaran, G., Karthikaidevi, G., Anantharaman, P. & balasubramanian, T. 2009. Proximate composition of different group of sea weeds from Vedalai coastal waters (Gulf of Mannar): Southwest coast of India, Middle East Journal of Scientific Research, 4(2):72-77.

Robledo, D. & Pelegrin, Y. 1997. Chemical and mineral composition of six potentially edible sea weed species of Yucatan. Botanica Marina, 40:301-306.

Rodr'ıguez-Casta˜neda, A. P., Ignacio S'anchez-Rodr'ıguez., Evgueni, N., Shumilin, & Sapozhnikov, D. 2006. Element concentrations in some species of seaweeds from La Paz Bay and La Paz

Skibola, CF. 2004. The effect of Fucus vesiculosus, an edible brown seaweed, upon menstrual cycle length and hormonal status in three pre-menopausal women: a case report. BMC Complement Altern Med.,4: 10-18.

Soriano, M. E., Fonseca, P.C., Carneiro, M.A.A. & Moreira, W.S.C. 2006. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical sea weeds. Bioresource Technology, 97: 2402- 2406.

Trus, K., Vaher, M. & Taure, I. 2001. Alga biomass from *Fucus vesiculosus* (Phaeophyta): Investigation of the mineral and alginate components. Estonian. Acad.sci.chem., 50(2): 95–103.

www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=13124747. *Padina boergesenii* Allender & Kraft 1983

http:/maps.google.com