



بررسی کمی و کیفی پروفایل اسیدهای چرب جلبک *Sargassum boveanum* سواحل شهر بوشهر و تعیین میزان امگا-۳ و امگا-۶ موجود در آن‌ها

ساره نعیمی (MSc)^{۱*}، صدیقه یزدان‌پناه (PhD)^{۱**}، غلامحسین محبی (PhD)^۲

^۱ گروه علوم و صنایع غذایی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

^۲ مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس، پژوهشکده علوم زیست پزشکی خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

(دریافت مقاله: ۹۶/۶/۸ - پذیرش مقاله: ۹۹/۹/۳)

چکیده

زمینه: جلبک دریایی سارگاسوم بونوم (*Sargassum boveanum*) نوعی جلبک قهوه‌ای است که دارای استفاده‌های فراوانی از جمله در صنایع غذایی، پزشکی و آرایشی بهداشتی می‌باشد. با توجه به وجود این جلبک در سواحل بوشهر و سهولت پرورش و تکثیر آن، با پرورش آن می‌توان از فواید زیادی بهره برد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، پس از جمع‌آوری نمونه‌های جلبک مذکور از سه منطقه شورای شهر، نفتکش و بندرگاه استان بوشهر، آماده‌سازی نمونه و استحصال چربی، تعیین میزان چربی تام، بررسی کمی و کیفی پارامترهای ایندکس اسیدی (AV)، ایندکس پراکسیداسیون (PV)، ضریب شکست (RI) و همچنین شناسایی پروفایل اسیدهای چرب، توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای (GC-FID) انجام شد.

یافته‌ها: میزان ایندکس اسیدی در روغن استخراجی در منطقه شورای شهر، بندرگاه و نفتکش به ترتیب ۰/۷۳، ۰/۷۲، ۰/۷۳، همچنین عدد پراکسید به ترتیب ۰/۷۵، ۰/۷۴، ۰/۷۵ و میزان ضریب شکست در هر سه منطقه ۱۴۱۲ و میانگین میزان روغن در سه منطقه مذکور به ترتیب معادل ۱۲، ۱۴ و ۳ درصد تعیین گردید. در این سه منطقه انواع اسید چرب‌های (C6)، (C7)، (C8)، (C9)، (C11)، (C12)، (C13)، (C14)، (C15)، (C16)، (C17)، (C18:3)، (C18:1)، (C18:0)، (C19) و (C20) شناسایی شد. میانگین میزان امگا-۶ به امگا-۳ در مناطق شورای شهر، نفتکش و بندرگاه به ترتیب معادل ۰/۳۰، ۰/۲۴، ۰/۱۵ درصد گزارش شد. همچنین میزان درصد پروتئین استخراجی در وزن خشک معادل ۱۵ درصد گزارش شد.

نتیجه‌گیری: در سه منطقه مذکور میزان اسید چرب اشباع ۸۷-۹۱ درصد، اسید چرب غیر اشباع ۱۰-۸ درصد و بیشترین مقدار اسید چرب مربوط به آراشیدونیک اسید بود. میزان اسید چرب امگا ۳ بیشتر از اسید چرب امگا ۶ در روغن این جلبک تعیین گردید. بنابراین اهمیت تغذیه‌ای آن نمایان می‌شود و می‌تواند پس از ارزیابی‌های سم‌شناسی و ایمنی به‌عنوان یک مکمل غذایی مورد استفاده قرار گیرد که با توجه به آب و هوای جغرافیایی مناسب بوشهر پرورش این جلبک پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: اسید چرب آزاد، امگا-۳، امگا-۶، پروتئین، سارگاسوم بونوم، گاز کروماتوگرافی

*کازرون، گروه صنایع غذایی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

مقدمه

اقیانوس‌ها چشم‌انداز عظیمی از مواد، داروها و غذاهای جدید را بر روی ما می‌گشایند و در عرصه‌های پزشکی، کشاورزی، علم‌مواد، شیمی فرآورده‌های طبیعی و پالایشی زیستی کاربردهای بسیاری دارند (۱). بیش از ۷۰ درصد سطح کره زمین را اکوسیستم‌های مختلف آبی شامل اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها، خلیج‌ها و رودخانه‌ها تشکیل می‌دهند. این پیکره‌های آبی که به‌طور مختلف با یکدیگر در ارتباط می‌باشند. نقش عمده‌ای در نظام جهانی محیط زیست ایفا می‌کنند (۲). دریا نه تنها گستره‌ای است که در اقتصاد جهانی و فعالیت‌های صنعتی تأثیرگذار است، بلکه با رشد روزافزون گردشگری دریایی و آب‌کاو و توریسم زیرآبی، نقش بی‌همتایی را در اقتصاد نوین ایفا می‌نماید (۳). محیط زیست دریایی خلیج فارس شرایط اکولوژیک خاصی دارد و از این محیط و منابع آن بهره‌گیری‌های زیادی می‌شود. محیط خلیج فارس در زمره یکی از با ارزش‌ترین زیست بوم‌های آبی جهان محسوب می‌گردد که با وجود متنوع‌ترین روش‌های گرمسیری، گونه‌های مختلف جانداران آبی و غیره دارای شرایط بسیار ویژه‌ای است (۴). از جمله جانداران آبی دریاها می‌توان به مرجان‌ها^۱، خرچنگ‌ها، تونیک‌ها^۲، بریوزون‌ها^۳، خارپوستان^۴، ماهیان و اسفنج‌ها و نیز جلبک‌ها اشاره کرد. جلبک‌های دریایی از مهم‌ترین تولیدکنندگان در محیط‌های دریایی، دارای اهمیت اکولوژی و وسیعی در محیط زندگی‌شان هستند. تعدادی از جلبک‌های دریایی از منابع غذایی در آسیا محسوب می‌گردد که حاوی مواد مغذی ضروری نیز هستند. جلبک‌ها از تواناترین و مفیدترین جانداران بوده

و قادرند آب و هوا را پاک و تمیز نمایند و نیز دامداری را برای بشر سالم‌تر و سهل‌تر سازند، کشاورزی را رونق بخشند و از همه مهم‌تر غذای انسان را سالم‌تر سازند. جلبک‌ها قادرند سیستم ایمنی انسان را تقویت کنند و بسیاری از مواد معدنی و اسیدهای آمینه را به صورت طبیعی و قابل جذب، در اختیار انسان قرار دهند (۵). جلبک‌ها که اصطلاحاً به آن‌ها به زبان علمی آلگ‌ها^۵ می‌گویند، مانند گیاهان، حاوی کلروفیل هستند و قابلیت فتوسنتز را دارند. آن‌ها از دسته آغازیان محسوب می‌شوند و قادرند با فتوسنتز مواد غیرارگانیک را به مواد ارگانیک تبدیل کنند (۶). جلبک‌های میکروسکوپی به‌عنوان منبع پاک و تجدیدپذیر در صنعت بیوتکنولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ترکیبات روغنی حاصل از آن‌ها در صنایع مختلفی نظیر صنایع غذایی، پزشکی، داروسازی و صنعت تولید بیودیزل یا سوخت زیستی کاربرد دارد (۷). استفاده از جلبک‌های دریایی به‌عنوان غذای جایگزین حاوی پروتئین، تمام اسیدآمینه‌های ضروری، ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب غیراشباع هستند (۸). جلبک سارگاسوم یکی از منابع تهیه اسید آلژینیک است. به‌علاوه این جلبک به عنوان کود و غذای سالم کاربرد دارد. جلبک سارگاسوم توانایی زیادی در جذب فلزات سنگین داشته و پلی‌ساکارید استخراج شده از آن باعث کاهش کلسترول و تری‌گلیسیرید در موش‌های آزمایشگاهی شده است. تاکنون چندین گونه از جنس سارگاسوم در سواحل ایران گزارش شده است. گونه *Sargassum boveanum* به‌طور گسترده و انبوه به صورت یک کمر بند در سواحل رشد می‌کند. این جلبک برای ماهی‌ها و بی‌مهرگان به عنوان محل تخم‌ریزی، پرورش نوزادان و تغذیه محسوب می‌گردد و نقش مهمی نیز در تولید اولیه ایفا می‌نماید (۹). بسیاری از عوامل در

¹ Cnidaria² Tunicata³ Bryozoans⁴ Echinodermata⁵ Algae

رشد جلبک‌های دریایی مؤثراند. نظیر شدت نور و دوره نوری بر رشد گونه *Sargassum thubergii* (۱۰) و دامنه دمایی بر روی گونه *Sargassum horneri* (۹) بررسی شده است. بررسی رشد جلبک *S. boveanum* توسط رفیعی (۱۱) نشان داد که این جلبک در دمای ۲۷ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد و شدت نور ۱۲۰۰ و ۳۳۰۰ لوکس از بین می‌رود.

اسیدهای چرب ضروری از قلب، رگ‌ها، اندام تناسلی، سیستم دفاعی و عصبی بدن محافظت می‌کنند. بدن برای ساخت و ترمیم غشای سلولی و نیز سم‌زدایی و غذا رسانی به آن‌ها نیاز دارد. کار اصلی اسیدهای چرب ضروری تولید پروستاگلاندین‌ها است که تنظیم اعمالی مانند ضربان قلب، فشار خون، لخته شدن خون، باروری و لقاح بوده است و نیز در عملکرد صحیح سیستم ایمنی به وسیله کنترل التهاب‌ها و مقابله با عفونت‌ها نقش مهمی دارند. اسیدهای چرب ضروری برای تشکیل سلسله اعصاب و کامل شدن سیستم عصبی کودکان لازم‌اند و پسرها بیشتر از دخترها به آن‌ها احتیاج دارند. اسیدهای چرب امگا ۶ و امگا ۳ از متداول‌ترین اسیدهای چرب چند غیراشباعی هستند که معمولاً در روغن‌های گیاهی نظیر آفتاب‌گردان وجود دارد، در تراکم پلاکت‌های خونی، تشکیل لخته و انقباض رگ‌های خونی نقش دارند (۸، ۱۲ و ۱۴).

اسید چرب امگا ۳ به نور، حرارت و اکسیژن بسیار حساس است، در نتیجه باید در ظروف در بسته، در یخچال و دور از نور نگهداری شوند. از عوارض کمبود امگا ۳ می‌توان به لاغری، خشکی پوست، افزایش تری‌گلیسرید و فشار خون و نیز آسیب به بینایی و توانایی در یادگیری اشاره کرد (۱۲). با توجه به اینکه اسید چرب آراشیدونیک، ۲۰ کربنه و اشباع

می‌باشد، در صنایعی نظیر صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی کاربردهای فراوان دارد (۱۳). امروزه از نظر علمی ثابت شده است که سطح و ترکیب کلسترول سرم در بروز اترواسکلروز و نهایتاً بیماری‌های پیشرفته و حملات قلبی مؤثر است و از سوی دیگر غلظت و ترکیب کلسترول سرم از طریق تغییر در نوع و مقدار چربی مصرفی در رژیم غذایی قابل اصلاح است. نتایج تحقیقات علمی حاکی از آن است که اسیدهای چرب اشباع با تعداد اتم کربن کمتر از ۱۲ و نیز اسید استئاریک با ۱۸ اتم کربن هیچ تأثیری در تغییرات کلسترول خون ندارند. درمقابل، اسید میریستیک با ۱۴ اتم کربن بیشترین تأثیر را در افزایش لیپوپروتئین با دانسیته پایین (LDL) و کاهش لیپوپروتئین با دانسیته بالا (HDL) دارد که در نتیجه کلسترول تام نیز افزایش می‌یابد و پس از آن به ترتیب اسید لوریک با ۱۲ اتم کربن و اسید پالمیتیک با ۱۶ اتم کربن اثراتی مشابه اسید میریستیک دارند (۱۴).

بنا به ارزش تغذیه‌ای فراوانی که در جلبک‌ها وجود دارد بر آن گردید که از بین جلبک‌ها نوعی جلبک سبز به نام سارگاسوم بوینوم که در سواحل بوشهر به سهولت رشد و تکثیر می‌یابند، مورد مطالعه و آزمایش قرار گیرد. مقدار روغن کل، خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن استخراجی (ایندکس اسیدی، ایندکس پراکسید و ضریب شکست نور)، میزان و نوع اسیدهای چرب و همچنین تعیین میزان امگا ۳ و امگا ۶ آن، مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر، یک مطالعه مقطعی است که به شرح زیر انجام پذیرفت.

نمونه برداری

این تحقیق در بهار و تابستان سال ۱۳۹۵ به اجرا درآمده است. در این پژوهش، تعداد ۹ نمونه جلبک گونه سارگاسوم از سه منطقه شهر بوشهر، مناطق: شورای شهر، نفتکش و بندرگاه (از هر منطقه سه نمونه که هر نمونه نیز حاصل جمع آوری از یک ناحیه وسیع بود) توسط غواصان پژوهشکده زیست فناوری دریایی خلیج فارس دانشگاه علوم پزشکی بوشهر جمع آوری و به آزمایشگاه سم شناسی و آنالیز دستگاهی آزمایشگاه کنترل غذا و دارو شهر بوشهر انتقال و تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری گردید.



شکل (۱) نمونه ای از جلبک گونه سارگاسوم بونیوم بدست آمده از سواحل بوشهر

استخراج روغن

برای استخراج روغن نمونه از دستگاه سوکسله مدل Buchi (مدل E-500، آلمان) در درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی گراد، طی سه مرحله تبخیر حلال، آبکشی و خشک کردن استفاده گردید. جهت اندازه گیری چربی کل، ابتدا نمونه جلبک، وزن و پس از فرآیند استخراج چربی، روغن حاصله توزین گردید. از نسبت وزن به دست آمده به وزن نمونه اولیه، مقدار درصد چربی کل به دست آمد (۱۵).

ایندکس اسیدی (AV)

ایندکس اسیدی مقدار هیدروکسید پتاسیم لازم برای خنثی کردن اسیدهای چرب آزاد در یک گرم چربی است و بر حسب درصد اولئیک اسید بیان می شود (۱۶). به نمونه روغن استخراج شده از جلبک گونه سارگاسوم بونیوم، ۱۰ تا ۱۵ قطره هگزان نرمال و ۵ قطره معرف فنل فتالین اضافه و با سود ۰/۱ نرمال تیترو گردید. تیتراسیون زمانی که به مدت ۱۳ ثانیه رنگ صورتی کم رنگ پایدار ایجاد شد، متوقف شد. میزان آن بر حسب میلی گرم بر گرم سود محاسبه گردید.

$$(W) \text{ وزن نمونه} / 1000 \times (n) \text{ نرمالیت سود مصرفی} \times (V) \text{ حجم سود مصرفی} = \text{اسیدیته}$$

ایندکس پراکسید (PV)

برای تعیین ایندکس پراکسید از روش یدومتری استفاده شد و نتایج بر حسب میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن گزارش شد (۱۷). یک گرم روغن استخراج شده از جلبک گونه سارگاسوم بونیوم و ۶ میلی لیتر حلال که مخلوط اسید استیک و کلروفرم به نسبت (۱:۲) بود، در یک ارلن ۲۵۰ میلی لیتری مخلوط شد. سپس ۰/۱ میلی لیتر پتاسیم یدید ۱ نرمال اضافه شد و به مدت ۱ دقیقه ساکن گذاشته شد. بعد از گذشت ۱ دقیقه، مخلوط شد. در مرحله بعد ۶ میلی لیتر آب مقطر و چند قطره چسب نشاسته به محلول اضافه و با سدیم تیوسولفات ۰/۲ نرمال تیترو گردید. با ظاهر شدن رنگ زلال و شفاف تیتراسیون متوقف شد. عدد پراکسید بر طبق فرمول زیر محاسبه شد.

$$1000 \times \text{نرمالیت} \times \text{حجم تیتراسیون مصرفی} = \text{ایندکس پراکسید}$$

ضریب شکست (RI)

ضریب شکست نمونه با استفاده از رفرکتومتر Zeiss Carl Abbe (مدل رومیزی، آلمان غربی) اندازه-

گیری شد (۱۷). منشور رفراکتومتر توسط آب مقطر خطگیری شد. اختلاف عدد بدست آمده از ۱/۳۳۳ در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد برابر خطای دستگاه است. سپس یک تا ۲ قطره از روغن در فاصله بین ۲ منشور، روی منشور زیرین قرار داده شد. در عدسی شیئی نگاه کرده و صفحه تنظیم گردید. برای این کار به کمک پیچ بزرگ سمت راست، صفحه را به ۲ قسمت تاریک و روشن تقسیم کرده به طوری که قسمت پایین تاریک و قسمت بالا روشن باشد. سپس به کمک پیچ کوچک سمت راست، طیف نوری بین ۲ نیم دایره میدان دید، به یک خط مرزی تبدیل شد. این خط طوری تقسیم شد که در وسط ضربدر قرار گیرد و سپس عدد ضریب شکست نور از روی صفحه مدرج (عدسی چشمی) خوانده شد.

درصد پروتئین

بعد از پاک‌سازی، جلبک‌ها از یک الک با مش ۲۰ (۰/۸۵ میلی‌متر) عبور داده شدند و سپس به اندازه‌ای پودر شدند تا از یک الک با مش ۶۰ (۰/۲۴ میلی‌متر) عبور کنند. آرد به‌دست آمده به نسبت ۱ به ۶ با آب مخلوط شد و pH آن با استفاده از NaOH یک مول اکسید والان بر لیتر به ۱۱ رسید و سپس برای ۱ ساعت در سانتیفریوژ (PIT320 R، یونیورسال، آلمان) در ۴۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. سپس سوسپانسیون بدست آمده از الک با مش ۸۰ (۰/۱۹ میلی‌متر) و با مش ۱۰۰ (۰/۱۴ میلی‌متر) عبور داده شد تا بخش‌های فیبری از بخش مایع که شامل نشاسته و پروتئین بود، جدا شود. رسوب جامد ۳ مرتبه با نسبت ۱ به ۳ (آب/بخش جامد) با آب مقطر شسته شد. بخش خارج نشده در یک گیرنده پلاستیکی جمع‌آوری و برای ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. تفاله در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شد. بخش محلول نیز

در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شد. بخش محلول (پروتئین محلول) با استفاده از HCl یک مولار به ۴/۵ رسید و سوسپانسیون حاصله در ۱۳۱۷ گرم برای ۱۲ دقیقه و با استفاده از سانتیفریوژ به حالت محلول درآمد. بخش شناور دور ریخته شد و بخش سخت در فریز در دمای ۴۷ - درجه سانتی‌گراد و در فشار ۱/۳ پاسکال تعلیق شد (۱۷).

کروماتوگرافی گازی

مقدار یک میکرولیتر از نمونه متیل استر شده توسط سرنگ میکرولیتری به کروماتوگرافی گازی تزریق شد (۳). جهت تعیین پروفاایل اسیدهای چرب از دستگاه کروماتوگرافی گازی (CP-Varian, 3800)، مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای (FID) ستون موئینه (SGE Melbourn, Bpx70، استرالیا) از جنس سیلیکای ذوب شده از نوع فاز پیوندی (طول ستون ۳۰ متر، قطر داخلی ستون ۰/۲۲ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۰/۲۵ متر) استفاده گردید. گاز هلیوم (۹۹/۹۹ درصد خلوص) با فشار ۲۵ بار به عنوان گاز حامل استفاده شد. دمای انژکتور و دکتور یونیزاسیون شعله‌ای به ترتیب ۲۵۵ و ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد بود. برنامه دمایی دستگاه در ابتدا ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت نیم دقیقه و سپس ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به مدت ۲ دقیقه و در نهایت ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به مدت ۹۰ دقیقه بود. کروماتوگرام حاصل از تزریق توسط نرم‌افزار (GC workstation version 6.41) ترسیم و براساس زمان بازدارندگی و سطح زیر منحنی (Peak Area)، نوع اسیدهای چرب و درصد آن‌ها محاسبه گردید (۳).

تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات آماری سه منطقه با استفاده از آزمون تجزیه واریانس مورد بررسی قرار گرفت. در تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۸ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و جهت رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده گردید. مقایسه مربوط به اسیدهای چرب با آزمون کروسکال والیس (kruskal wallis) انجام گرفت. مقایسه اسیدهای چرب دو منطقه با Mann-WhitneyU انجام گردید.

یافته‌ها

نتایج نشان داد که مقدار روغن استخراجی از جلبک دریایی ۳ درصد بود و تعداد ۱۶ اسید چرب با مقادیر متفاوت در روغن آن یافت شد.

نتایج حاصل از میانگین ایندکس پراکسیداسیون مخلوط روغن‌های استخراجی از جلبک سارگاسوم بونیوم در مناطق سه‌گانه شورای شهر، بندرگاه و نفتکش استان بوشهر در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱) بررسی میزان ایندکس پراکسید روغن استخراجی از جلبک سارگاسوم بونیوم	
مکان	ایندکس پراکسید (% وزنی)
شورای شهر	۰/۷۵ ± ۰/۳۴
بندرگاه	۰/۷۴ ± ۰/۰۸۷
نفتکش	۰/۷۵ ± ۰/۰۵۷

نتایج حاصل از میانگین ایندکس اسیدی مخلوط روغن‌های استخراجی از جلبک سارگاسوم بونیوم در مناطق سه‌گانه شورای شهر، بندرگاه و نفتکش استان بوشهر در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲) بررسی میزان اندیس اسیدی استخراجی از جلبک سارگاسوم بونیوم	
مکان	ایندکس (اسیدی درصد اولیک اسید)
شورای شهر	۰/۷۳ ± ۰/۰۲۲
بندرگاه	۰/۷۳ ± ۰/۰۶۷
نفتکش	۰/۷۲ ± ۰/۰۹۸

پروفایل اسیدهای چرب

در منطقه شورای شهر بوشهر، اسیدهای چرب کاپروئیک اسید (C₆)، آنانتیک اسید (C₇)، کاپریلیک اسید (C₈)، پلارگونیک اسید (C₉)، آندسیلیک اسید (C₁₁)، لوریک اسید (C₁₂)، تری دی سیلیک اسید (C₁₃)، میریستیک اسید (C₁₄)، نپتادسیلیک اسید (C₁₅)، پالمیتیک اسید (C₁₆)، مارگاریک اسید (C₁₇)، اسید لینولنیک (C_{18:3})، الوئیک اسید (C_{18:1})، استئاریک اسید (C_{18:0})، نونادسیلیک اسید (C₁₉)، آراشیدونیک اسید (C₂₀) با مقادیر متفاوت یافت گردیدند (جدول ۳).

جدول ۳) میزان اسید چرب موجود در جلبک سارگاسوم بونیوم در منطقه شورای شهر بوشهر - ایران							
ردیف	اسید چرب نوع	اسید چرب (% ± انحراف معیار)	p-value	ردیف	اسید چرب نوع	اسید چرب (% ± انحراف معیار)	p-value
۱	C ₆	۰/۰۲۹۸۳/۵۱۸۰ ±	۰/۰۰۱	۹	C ₁₅	۵/۰ ± ۱۸۸۹/۰۰۷۸	۰/۰۰۱
۲	C ₇	۰/۰۵۲۸۰/۰۱۹۱ ±	۰/۰۰۱	۱۰	C ₁₆	۱۱/۰ ± ۳۶۱۱/۰۳۲۷	۰/۰۰۱
۳	C ₈	۰/۰۱۸۵۱/۰۵۲۸ ±	۰/۰۰۱	۱۱	C ₁₇	۳/۰ ± ۷۷۸۶/۰۳۹۹	۰/۰۰۱
۴	C ₉	۲/۰ ± ۲۵۳۰/۰۴۴۵ ±	۰/۰۰۱	۱۲	C _{18:3}	۱۰/۷۳۱۶ ± ۱/۶۸۶	۰/۰۰۱
۵	C ₁₁	۰/۰ ± ۴۸۵۲/۱۰۹۲ ±	۰/۰۰۱	۱۳	C _{18:1}	۱۱/۰ ± ۱۵۶۱/۰۸۷۸	۰/۰۰۱
۶	C ₁₂	۰/۰ ± ۲۵۲۹/۰۴۵۱ ±	۰/۰۰۱	۱۴	C _{18:0}	۱۹/۰ ± ۰۷۱۰/۱۶۳۷	۰/۰۰۱
۷	C ₁₃	۴/۰ ± ۸۰۹۶/۳۴۰۰ ±	۰/۰۰۱	۱۵	C ₁₉	۲/۰ ± ۶۲۴۹/۰۱۰۰	۰/۰۰۱
۸	C ₁₄	۰/۰ ± ۵۶۶۶/۰۰۸۴ ±	۰/۰۰۱	۱۶	C ₂₀	۳۶/۰ ± ۰۳۹۵/۰۱۲۵	۰/۰۰۱

در منطقه نفتکش بوشهر اسیدهای چرب کاپروئیک (C₆)، اتانتیک اسید (C₇)، کاپریلیک اسید (C₈)، پلارگونیک اسید (C₉)، آندسیلیک اسید (C₁₁)، لوریک اسید (C₁₂)، تری دی سیلیک اسید (C₁₃)، میریستیک اسید (C₁₄)، نپتادسیلیک اسید (C₁₅)، پالمیتیک اسید (C₁₆)، مارگاریک اسید (C₁₇)، اسید لینولنیک (C_{18:3})، الوئیک اسید (C_{18:1})، استئاریک اسید (C_{18:0})، نونادسیلیک اسید (C₁₉)، آراشیدونیک اسید (C₂₀) با مقادیر متفاوت یافت گردیدند (جدول ۴).

جدول ۴) میزان اسید چرب موجود در جلبک سارگاسوم بونیوم در منطقه نفتکش بوشهر-ایران							
ردیف	نوع اسید چرب	اسید چرب (%) ± انحراف معیار	p-value	ردیف	نوع اسید چرب	اسید چرب (%) ± انحراف معیار	p-value
۱	C ₆	۰/۰±۰۹۸۳/۳۳۰	۰/۰۰۱	۹	C ₁₅	۰/۰±۰۸۷۷/۰۵۷	۰/۰۰۱
۲	C ₇	۱/۰±۰۵۰۸۰/۰۸۰۰۱۷	۰/۰۰۱	۱۰	C ₁₆	۱۰/۰±۰۲۶۱۱/۰۲۸	۰/۰۰۱
۳	C ₈	۰/۰±۰۰۵۱/۰۸۲	۰/۰۰۱	۱۱	C ₁₇	۲/۰±۰۰۸۷/۰۶۶	۰/۰۰۱
۴	C ₉	۰/۰±۰۰۳۰/۰۶۳	۰/۰۰۱	۱۲	C _{18:3}	۱۰/۰±۰۵۳۴۱/۰۵۷	۰/۰۰۱
۵	C ₁₁	۰/۰±۰۰۵۲/۰۴۶	۰/۰۰۱	۱۳	C _{18:1}	۱۱/۰±۰۲۴۷۱/۰۳۷	۰/۰۰۱
۶	C ₁₂	۰/۰±۰۳۱۲۹/۰۶۶	۰/۰۰۱	۱۴	C _{18:0}	۲۰/۰±۰۰۶۳۰/۰۷۹	۰/۰۰۱
۷	C ₁₃	۹/۰±۰۸۰۵۶/۳۹۴	۰/۰۰۱	۱۵	C ₁₉	۱/۰±۰۲۴۵۴/۰۳۶	۰/۰۰۱
۸	C ₁₄	۰/۰±۰۴۴۶۶/۰۲۳	۰/۰۰۱	۱۶	C ₂₀	۲۸/۰±۰۵۵۸۸/۰۴۹	۰/۰۰۱

در منطقه بندرگاه بوشهر اسیدهای چرب کاپروئیک (C₆)، اتانتیک اسید (C₇)، کاپریلیک اسید (C₈)، پلارگونیک اسید (C₉)، آندسیلیک اسید (C₁₁)، لوریک اسید (C₁₂)، تری دی سیلیک اسید (C₁₃)، میریستیک اسید (C₁₄)، نپتادسیلیک اسید (C₁₅)، پالمیتیک اسید (C₁₆)، مارگاریک اسید (C₁₇)، اسید لینولنیک (C_{18:3})، اسید الوئیک (C_{18:1})، استئاریک اسید (C_{18:0})، نونادسیلیک اسید (C₁₉)، آراشیدونیک اسید (C₂₀) با مقادیر متفاوت یافت گردیدند (جدول ۵).

جدول ۵) میزان اسید چرب موجود در جلبک سارگاسوم بونیوم در منطقه بندرگاه بوشهر-ایران							
ردیف	نوع اسید چرب	اسید چرب (%) ± انحراف معیار	p-value	ردیف	نوع اسید چرب	اسید چرب (%) ± انحراف معیار	p-value
۱	C ₆	۰/۰±۰۱۹۵۲/۱۴۴۰	۰/۰۰۱	۹	C ₁₅	۵/۰±۰۷۳۸۱/۰۶۰۷	۰/۰۰۱
۲	C ₇	۳/۰±۰۴۲۶۸/۰۸۲۲	۰/۰۰۱	۱۰	C ₁₆	۹/۰±۰۵۸۰۶/۰۵۱۶	۰/۰۰۱
۳	C ₈	۷/۰±۰۴۱۰۵/۰۴۲۸	۰/۰۰۱	۱۱	C ₁₇	۴/۰±۰۳۵۴۲/۰۱۷	۰/۰۰۱
۴	C ₉	۰/۰±۰۲۸۱۹/۰۶۵۰	۰/۰۰۱	۱۲	C _{18:3}	۸/۰±۰۱۴۹۵/۰۸۳۰	۰/۰۰۱
۵	C ₁₁	۱/۰±۰۸۱۲۴/۰۶۶۶	۰/۰۰۱	۱۳	C _{18:1}	۹/۰±۰۱۷۱۰/۰۶۹۳	۰/۰۰۱
۶	C ₁₂	۰/۰±۰۹۵۱۷/۰۵۸۱	۰/۰۰۱	۱۴	C _{18:0}	۱۸/۰±۰۵۳۰۶/۲۸۲۸	۰/۰۰۱
۷	C ₁₃	۲/۰±۰۳۰۷۸/۳۲۹۲	۰/۰۰۱	۱۵	C ₁₉	۳/۰±۰۲۱۱۴/۰۹۲۹	۰/۰۰۱
۸	C ₁₄	۰/۰±۰۷۶۴۳/۰۳۸۷	۰/۰۰۱	۱۶	C ₂₀	۳۰/۰±۰۱۳۱/۰۵۹۰	۰/۰۰۱

نتایج حاصل از آزمون آماری نشان دهنده این مطلب می باشد که میزان اسیدهای چرب C₆، C₇، C₈، C₉، C₁₁، C₁₂، C₁₃، C₁₅، C₁₆، C₁₇، C_{18:0}، C_{18:1}، C_{18:3} بین مناطق شورای شهر و بندرگاه و نیز بین منطقه بندرگاه و نفتکش دارای اختلاف معنی داری بودند.

میزان پروتئین موجود در جلبک گونه سارگاسوم بونیوم جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶) میزان پروتئین جلبک گونه سارگاسوم بونیوم		
ردیف	ترکیبات شیمیایی	مقدار
۱	درصد پروتئین در وزن خشک (گرم/۱۰۰ گرم)	۱۵
۲	درصد رطوبت (گرم/۱۰۰ گرم)	۷۴/۳۸

مقدار روغن در هر سه منطقه شورای شهر، بندرگاه و نفتکش ۳ درصد تعیین گردید. میزان ایندکس اسیدی در منطقه شورای شهر، بندرگاه و نفتکش به ترتیب

۰/۷۳، ۰/۷۳ و ۰/۷۲ و ایندکس پراکسید در مناطق بندرگاه، نفتکش و شورای شهر نیز به ترتیب ۰/۷۴، ۰/۷۵ و ۰/۷۵ بودند. همچنین میزان ضریب شکست در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد در روغن استخراجی معادل ۱۴۱۲ اندازه‌گیری شد. میانگین میزان امگا ۳ و امگا ۶ در روغن جلبک سارگاسوم در مناطق شورای شهر، نفتکش و بندرگاه به ترتیب معادل (۵/۵۹ و ۲/۰۶)، (۵/۳۱ و ۱/۳۱) و (۳/۱۴ و ۰/۵) گزارش گردیدند (جدول ۷).

جدول ۷) ویژگیهای روغن جلبک سارگاسوم بونیوم سواحل بوشهر- ایران									
مکان	میزان روغن کل (%)	SFA (%)	MUFA (%)	PUFA (%)	ω۳	ω۶	ایندکس اسیدی (AV)	ایندکس پراکسید (PV)	ضریب شکست (RI)
شورای شهر	۳	۸۸/۵۸	۳/۳۳	۷/۶۵	۵/۵۹	۲/۰۶	۰/۷۳	۰/۷۵	۱۴۱۲
نفتکش	۳	۹۰/۳۶	۲/۰۱	۶/۶۲	۵/۳۱	۱/۳۱	۰/۷۲	۰/۷۵	۱۴۱۲
بندرگاه	۳	۹۱/۱۳	۹۱/۱۳	۳/۸۳	۳/۱۴	۰/۵	۰/۷۳	۰/۷۴	۱۴۱۲

بحث

میزان روغن کل در نمونه های جلبک سارگاسوم بونیوم مناطق شورای شهر نفتکش و بندرگاه سواحل بوشهر- ایران، ۳ درصد اندازه‌گیری شد.

بررسی آزمایش‌های انجام شده بر روی نمونه‌های جلبک سارگاسوم مناطق شورای شهر نفتکش و بندرگاه سواحل بوشهر- ایران، مشخص گردید که جلبک سارگاسوم حاوی اسیدهای چرب نظیر اسیدهای چرب C₆, C₁₀, C₁₂, C₁₃, C₁₄, C₁₅, C₁₆, C₁₇, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{18:3}, C₁₉, C₂₀ بوده است. بیشترین میزان اسید چرب مربوط به اسید چرب اشباع C₂₀ و C_{18:0} بود.

از بین اسیدهای چرب بدست آمده از این جلبک حدود ۸۷-۹۱ درصد اسید چرب اشباع و ۱۰-۸ درصد اسید چرب غیراشباع بودند. اسیدهای چرب اشباع شامل کاپروئیک اسید، ائانتیک اسید، لوریک

اسید، تری دیسیلیک اسید، میریستیک اسید، پلارگونیک اسید، پنتاسیلیک اسید، پالمیتیک اسید، اندسیلیک اسید، مارگاریک اسید، استئاریک اسید، نونادسیلیک اسید، آراشیدیک اسید، کاپریلیک اسید تعیین گردید. اسیدهای چرب غیراشباع شامل اولئیک اسید با یک پیوند دوگانه و لینولنیک اسید سه پیوند دوگانه گزارش گردید.

مطالعه اخیر نشان داد که لینولنیک اسید (امگا-۳) که جزء اسیدهای چرب ضروری برای بدن می‌باشد به مقدار قابل ملاحظه‌ای در روغن این جلبک وجود دارند. طی آزمایش‌های انجام شده، اسید چرب آراشیدونیک (C₂₀) در هر سه منطقه با میانگین مقدار ۳۵ درصد بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده بود. در مطالعات روحانی قادی کلایی و همکاران (۱۸)، بانامون (Banamoon) (۱۹)، مورالیدار (Muralidhar) و همکاران (۲۰) و پیرا (Pereira) و

همکاران (۲۱) و دیگر مطالعات، نشان داده شده است که مقدار اسید چرب اشباع (SFA) بیشتر از اسید چرب غیر اشباع (UFA) بوده و فراوانترین میزان اسید چرب را اسید پالمیتیک با مقادیر به ترتیب ۵۰، ۴۵، ۳۴، ۵۷/۸ و ۵۰/۱۱ درصد به خود اختصاص داده است که در مقایسه با مطالعه حاضر که بیشترین میزان اسید چرب، اسید چرب اشباع (SFA) و مخصوصاً پالمیتیک اسید با میانگین مقدار ۳۵ درصد می باشد، مطابقت دارد.

در بررسی و مقایسه نتایج اخیر با نتایج روحانی قادی کلایی و عبدالعلیان (۱۸) که بر روی نمونه کاهوی دریایی سواحل خلیج فارس انجام گردیده بود، مشخص گردید که میزان روغن کل در هر دو مطالعه معادل ۳ درصد می باشد.

نتایج مطالعات حاضر نشان می دهد در هر سه منطقه نمونه برداری شده (شورای شهر، نفتکش و بندرگاه) میزان امگا-۳ بیشتر از امگا-۶ بوده است، میزان امگا-۳ به ترتیب معادل (۵/۵، ۵/۳، ۳/۱۴) و میزان امگا-۶ به ترتیب معادل (۲/۰۶، ۱/۳۱، ۰/۵) گزارش گردید که با مطالعه پیرا و همکاران (۲۱) که به ترتیب با میزان (۱۸ و ۵/۶۵) مطابقت داشت ولی در مطالعه روحانی قادی کلایی و همکاران (۱۸) که در سواحل خلیج فارس انجام گردید مطابقت نداشت و میزان امگا-۳ کمتر از میزان امگا-۶ بوده است (۴/۸ و ۵/۱). این موضوع را می توان به تغییرات فصلی و تغییر عوامل زیست محیطی و غیره نسبت داد. نتایج مطالعات اخیر بر روی جلبک سارگاسوم بونیوم، با نتایج خیری و همکاران (۲۲) در سواحل اسکندریه مصر نشان داد که میزان چربی کل در هر دو مطالعه تقریباً مشابه و به ترتیب معادل ۳ و ۴ درصد گزارش گردیدند و نیز در هر دو مطالعه میزان اسید چرب

اشباع بیشتر از اسید چرب غیر اشباع بود. همچنین، بیشترین مقدار اسید چرب اشباع در این مطالعه همانند مطالعه اخیر را پالمیتیک اسید به ترتیب با میانگین حدود ۷۰ و ۳۵ درصد به خود اختصاص داده بود. بانامون (۱۹) بر روی میزان چربی و ترکیب اسیدهای چرب ۲۰ گونه جلبک سواحلی منکه شامل چندین گونه جلبک های سبز، قرمز و قهوه ایی است مطالعاتی انجام داده اند که از بین جلبک های سبز نتایج آنالیز به روش گاز کروماتوگرافی بر روی جلبک *Ulva lactuca* (لاکتوکا) نشان داد که میزان روغن در این نوع جلبک ۴ درصد و اسیدهای چرب غالب در این گونه جلبک شامل C16، C18، C18:1، C18:2، C18:3 که به ترتیب با مقادیر ۴۶/۳، ۱/۵، ۱۹/۲، ۶/۵، ۱۱/۲ گزارش گردید. در مطالعه اخیر که در ساحل شورای شهر بوشهر- ایران انجام گردید. میزان چربی کل معادل ۳ درصد و مقدار اسیدهای چرب ذکر شده به ترتیب ۳۹/۹۶، ۵/۸، ۳۳/۳، ۲/۰۶، ۵/۵۹ گزارش گردیدند. مطالعه طبرسا و همکاران (۲۳) بر روی جلبک *Ulva lactuca* انجام گردید و آنالیز روغن استخراجی از این نوع جلبک نشان داد که میزان اسیدهای چرب C12، C14، C16، C18، C18:2، C18:3 به ترتیب برابر با ۶/۰۳، ۵/۵۳، ۳۴/۳۳، ۲/۴۴، ۴/۸۹ و ۲/۷۷ بودند که در مقایسه با مطالعه اخیر، در منطقه نفتکش استان بوشهر- ایران این مقادیر به ترتیب برابر با ۲/۹۵، ۴/۳۵، ۴/۳۷، ۵/۹۴، ۱/۳۱، ۵/۳۱ بودند. مورالیدار و همکاران (۲۰) در سواحل شرقی هند بر روی میزان چربی و ترکیب اسیدهای چرب سه گونه جلبک *Ulva lactuca*، *Sargassum wightii* و *Kappaphycus alvarezii* (کاپافیکوس آلوارزی) و یجیتی سارگاسوم و یجیتی *Kappa phycus alvarezii* مطالعاتی انجام دادند.

آن‌ها میزان اسید چرب امگا-۶ را نیز به ترتیب برابر با ۵/۴۸، ۵/۵۳، ۵/۱ و میزان امگا-۳ را در دو گونه اول به ترتیب معادل ۳/۱۵ و ۴/۲۵ گزارش کردند و مطالعه اخیر میزان امگا-۳ در منطقه‌های شورای شهر، نفتکش و بندرگاه به ترتیب ۵/۵۹، ۵/۳۱ و ۳/۱۴ و میزان امگا-۶ برابر با ۲/۰۶، ۱/۳۱ و ۰/۵ گزارش شد. در مطالعه مورالیدار میزان امگا-۳ در گونه اولو/لاکتوکا با میزان امگا-۳ در مطالعه اخیر حاصل از منطقه بندرگاه با مقادیر به ترتیب ۳/۱۵ و ۳/۱۴ مطابقت دارد. مطالعه پیرا و همکاران (۲۱) بر روی اسیدهای چرب کاهوی دریایی سواحل پرتغال، انجام گردید؛ در این مطالعه مشخص گردید که اسید چرب غالب در روغن کاهوی دریایی، پالمیتیک اسید با میزان ۵۹ درصد می‌باشد که در مطالعه اخیر نیز پالمیتیک اسید بیشترین مقدار را در بین سایر اسیدهای چرب با میانگین میزان ۳۵ درصد دارا بود. نکته قابل توجه این است که در هیچ یک از مطالعات محققین مورد بحث، اسید چرب کاپریک (C6) یافت نگردیده بود.

همانگونه که ذکر شد در مطالعه اخیر مجموع میزان اسیدهای چرب اشباع در مناطق شورای شهر، نفتکش و بندرگاه استان بوشهر به ترتیب معادل ۸۸/۵۸، ۹۰/۳۶، ۹۱/۱۳ و مجموع میزان اسیدهای چرب غیراشباع در این سه منطقه به ترتیب برابر با ۱۰/۹۸، ۸/۶۲ و مجموع میزان اسیدهای چرب غیراشباع در این سه منطقه به ترتیب برابر با ۱۰/۹۸، ۸/۶۲ و ۸/۰۸ مشاهده گردیدند که در مقایسه با مطالعات دیگر محققین مورد بررسی، باید بیان گردد که در تمامی آن‌ها میزان اسیدهای چرب اشباع بیشتر از اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد، ولی مقدار آن‌ها در مطالعات مختلف، متفاوت می‌باشند. شایان ذکر است

که در بین مطالعات بررسی شده بیشترین میزان اسید چرب اشباع (SFA) در مطالعه اخیر در منطقه بندرگاه با میزان ۹۱/۱۳ درصد و کمترین میزان آن در مطالعه طبرسا و همکاران (۲۳) با میزان ۴۸/۳۴ درصد گزارش گردید. همچنین بیشترین و کمترین میزان اسید چرب غیر اشباع (UFA) (۴۳/۵ و ۸/۰۸) به ترتیب در مطالعه بانامون (۱۹) و مطالعه اخیر در منطقه بندرگاه بوشهر، گزارش گردید. طبرسا و همکاران (۲۳) مقایسه میزان اسید چرب بین دو جلبک قرمز *گراسیلاریا سالیکورنیا* (*Gracilaria salicornia*) و جلبک سبز *اولو/لاکتوکا* را انجام دادند و میزان اسید چرب اشباع و غیراشباع را در جلبک قرمز *گراسیلاریا سالیکورنیا* به ترتیب (۴۸/۹۲ و ۳۳/۶۶) و در جلبک سبز *اولو/لاکتوکا* (۴۸/۳۴ و ۲۹/۹۵) گزارش کردند. در مطالعه پیرا و همکاران، با بررسی پروفایل اسیدهای چرب در جلبک *سارگاسوم* به میزان ۵۹/۰۴ و ۴۰/۹۶ درصد به ترتیب اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع دست یافتند (۲۱).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد که جلبک *سارگاسوم بونیوم* نمونه‌گیری شده از سواحل مشخص شده شهر بوشهر با وجود اسیدهای چرب مطلوب مختلف و اسیدهای چرب ضروری و همچنین دارا بودن ایندکس‌های اسیدی و پراکسید مناسب، می‌تواند به عنوان یک منبع غنی و کاربردی بعد از آنالیزهای سم‌شناسی دقیق و در صنعت غذا و دارو، آرایشی بهداشتی و نیز سایر صنایع (بسته به غلظت اسید چرب و پارامترهای اقتصادی) مورد استفاده قرار گیرد و نیز با توجه به فراوانی آن در سواحل شهر بوشهر می‌توان آن را تکثیر کرد و

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

استفاده از آن را در ایران گسترش داد و نیز آن را به‌عنوان گونه‌ایی از سبزیجات مفید بر سر سفره ایرانیان گنجانید.

References:

1. Basiri S, Shahdi F, Farhosh R, et al. Determining The Physicochemical And Thermal Properties Of Oil Extracted From Pomegranate Seed In Sabzevar Region. *Inov Food Sci Technol* 2012; 4(4): 97-107. (Persian)
2. Welch EB. Ecological Effects Of Waste Water: Applied Limnology And Pollutant Effects. 2nd ed. United Kingdom: CRC Press, 1992, 4-25.
3. Jadavi N, Vaziri SA, Nabipour I, et al. Fat Characteristics And Fatty Acid Profile Of Sea Cucumbers (*Holothuria Scabra*) Obtained From The Coasts Of The Bushehr Province-Iran. *Iran South Med J* 2015; 18(5): 992-1006. (Persian)
4. Gorjzadeh H, Sakhaei N, Doustshenas B, et al. Fatty Acid Composition Of *Spirulina* Sp., *Chlorella* Sp. And *Chaetoceros* Sp. Microalgae And Introduction As Potential New Sources To Extinct Omega 3 And Omega 6. *Iran South Med J* 2016; 19(2): 212-24. (Persian)
5. Abka Khajouei R, Keramat J, Hamdami N. Optimization Of Sodium Alginate Extraction Conditions From An Iranian Brown Algae (*Nizimuddinina Zanardini*) Using Response Surface Methodology. *J Manage Sys* 2020; 29(4): 13-28. (Persian)
6. Nekooei M, Zahiri M, Shafiee SM. The Effects of Marine Algae on Osteoporosis. *Iran South Med J* 2019; 22(1): 62-76. (Persian)
7. Dunstan GA, Volkman JK, Barrett SM, et al. Changes In The Lipid Composition And Maximization Of The Polyunsaturated Fatty Acid Content Of Three Microalgae Grown In Mass Culture. *J Appl Phycol* 1993; 5: 71-83.
8. Khotimchenko SV, Vaskovsky VE, Titlyanova TV. Fatty Acids Of Marine Algae From The Pacific Coast Of North California. *Bot Mar* 2002; 45(1): 17-22.
9. Parsons TR, Stephens K, Strickland JDH. On The Chemical Composition Of Eleven Species Of Marine Phytoplankters. *J Fish Res Board Can* 1961; 18(6): 1001-16.
10. Zhao Z, Zhao F, Yao J, et al. Early Development Of Germlings Of *Sargassum Thunbergii* (Fucales, Phaeophyta) Under Laboratory Conditions. *J Appl Phycol* 2008; 20: 925-31.
11. Rafiei F, Esmaeili A, Kermanshahi H. Growth Of *Sargassum Boveanum* (Fucales, Phaeophyta) Under Variations Of Temperature, Photoperiod And Irradiance In Laboratory Conditions. *J Marine Sci Tech Res* 2012; 7(3): 28-36. (Persian)
12. Zhu M, Yu LJ, Li W, et al. Optimization Of Arachidonic Acid Production By Fed-Batch Culture Of *Mortierella Alpina* Based On Dynamic Analysis. *Enzyme Microb Tech* 2006; 38(6): 735-40.
13. Ataran Fariman G, Gangi Zehi Shastan S, Zahedi MM. Seasonal Variations Of Total Lipids, Fatty Acid Composition, Of *Nizimuddinina Zanardini* From The Seashore Of Chabahar. *J Aqu Eco* 2014; 3(4): 10-20. (Persian)
14. Garidel P, Folting B, Schaller I, et al. The Microstructure Of The Stratum Corneum Lipid Barrier; Mid-Infrared Spectroscopic Studies Of Hydrated Ceramide: Palmitic

- Acid: Cholesterol Moder Systems. *Biophys Chem* 2010; 150(1-3): 144-56.
15. Assadi T, Bargahi A, Mohebbi GH, et al. Determination Of Oil And Fatty Acids Concentration In Seeds Of Coastal Halophytic *Sueada Aegyptica* Plant. *Iran South Med J* 2013; 16(1): 9-16. (Persian)
16. Alavi N, Golmakani MT, Aminlari M, et al. Improving The Oxidation Stability Of Virgin Olive Oil Using *Spirulina* Microalgae As A Natural Antioxidant. *Iran J Nut Sci Food Tech* 2016; 10(4): 63-74. (Persian)
17. Torruco-Uco J, Chel-Guerrero L, Martı'Nez-Ayala A, et al. Angiotensin-I Converting Enzyme Inhibitory And Antioxidant Activities Of Protein Hydrolysates From *Phaseolus Lunatus* And *Phaseolus Vulgaris* Seeds. *LWT- Food Sci Technol* 2009; 42(10): 1597-604.
18. Rohani-Ghadikolaei K, Abdulalian E, Ng WK. Evaluation Of The Proximate, Fatty Acid And Mineral Composition Of Representative Green, And Red Seaweeds From The Persian Gulf Of Iran As Potential Food And Feed Resources. *J Food Sci Technol* 2012; 49(6): 774-80.
19. Banamoon SA. Fatty Acids In Marine Macroalgae From Southern Yemen (Hadamout) Including Occurrence Of Eicosatetraenoic (20 : 4) And Eicosapentaenoic (20 : 5) Acids. *Bot Mar* 1992; 35(2): 165-8.
20. Muralidhar AP, Karthireddy S, Prakash C, et al. Comparative Studies Of Fatty Acid Composition Of Three Marine Macroalgae Collected From Mandapam Region: South east Coast of India. *World Appl Sci J* 2010; 11(8): 958-65.
21. Pereira H, Barreira L, Figueiredo F, et al. Polyunsaturated Fatty Acids Of Marine Macroalgae: Potential For Nutritional And Pharmaceutical Applications. *Mar Drugs* 2012; 10(9): 1920-35.
22. Khairy HM, El-Shafay SM. Seasonal Variations In The Biochemical Composition Of Some Common Seaweed Species From The Coast Of Abu Qir Bay, Alexandria, Egypt. *Oceanologia* 2013; 55(2): 435-52.
23. Tabarsa M, Rezaei M, Ramezanpour Z, et al. Fatty Acids, Amino Acids, Mineral Contents, And Proximate Composition Of Some Brown Seaweeds. *J Phycol* 2012; 48(2): 285-92.

Original Article

Quantitative and Qualitative Evaluation of *Sargassum boveanum* ω_3 and ω_6 Fatty Acid Profile from Bushehr Coastlines

S. Naeimi (MSc)^{1*}, S. Yazdan panah (PhD)^{1**}, GH. Mohebbi (PhD)²

¹ Department of Food Science and Technology, Kazerun branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

² The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, The Persian Gulf Biomedical Sciences Research Institute, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

(Received 30 Aug, 2017

Accepted 23 Nov, 2020)

Abstract

Background: *Sargassum boveanum* is a kind of brown alga with many uses in food industries, medicine, and cosmetics. Given the presence of the algae in the Bushehr coasts and its ease of breeding, we can enjoy its numerous benefits.

Materials and Methods: In this study, samples of *S. boveanum* were collected from Shoraye-shahr, Naftkesh and Bandargah districts of Bushehr province, and prepared for extraction of total fat, quantitative and qualitative study of acid value (AV), peroxidation value (PV), refractive index (RI) and fatty acid profile by gas chromatography equipped with flame ionization detector (GC-FID).

Results: AV was found 0.73, 0.73 and 0.72, and PV was found 0.75, 0.74 and 0.75 respectively in Shoraye-shahr, Naftkesh and Bandargah districts. RI was found 1412 in all the three regions. Mean amount of oil was found 12%, 14%, and 3% respectively in samples from Shoraye-shahr, Naftkesh and Bandargah districts. Different fatty acids were identified in the samples collected from these regions: (C6), (C7), (C8), (C9), (C11), (C12), (C13), (C14), (C15), (C16), (C17), (C18:3), (C18:1), (C18:0), (C19), (C20) were identified. The mean amount of omega-6 to omega-3 were 0.30%, 0.24% and 0.15%, respectively in samples from Shoraye-shahr, Naftkesh and Bandargah districts. Furthermore, the percentage of extracted protein in dry matter was 15%.

Conclusion: In the three regions, the amount of saturated fatty acids was 87%-91%, unsaturated fatty acids comprised 8%-10%, and the highest amount of fatty acid pertained to arachidonic acid. The amount of omega-3 was higher than that of omega-6 in the oil of this algae. Therefore, it has high nutritional value, and can be used as a dietary supplement after toxicological and safety evaluations. Due to the suitable geographical climate of Bushehr province, it is recommended to cultivate the alga.

Keywords: Fatty acids, Gas chromatography, Omega 3, Omega 6, Protein, *Sargassum boveanum*

©Iran South Med J.All right reserved

Cite this article as: Naeimi S, Yazdan panah S, Mohebbi GH. Quantitative and Qualitative Evaluation of *Sargassum boveanum* ω_3 and ω_6 Fatty Acid Profile from Bushehr Coastlines. Iran South Med J 2021; 24(1):14-26

Copyright © 2020, Naeimi, et al This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

**Address for correspondence: Department of Food Science and Technology, Kazerun branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran Email: yazdanpanah2004@gmail.com

*ORCID: 0000-0002-8760-0687

**ORCID: 0000-0001-9354-133X

Website: <http://bpums.ac.ir>

Journal Address: <http://ismj.bpums.ac.ir>