Archive of SID

دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست- پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال نوزدهم/ شماره ۲، صفحه ۲۲۴ - ۲۱۲ (خرداد و تیر ۱۳۹۵)

ISMJ 2016; 19(2): 212-224

Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

# بررسی پروفایل اسیدهای چرب ریزجلبک‌های *Spirulina sp.*، *Chlorella sp.* و *Chaetoceros sp.* و معرفی آن‌ها به عنوان منابع بالقوه جدید جهت استخراج امگا ۳ و امگا ۶

هومن گرجی‌زاده [۱]، نسرین سخایی [۲*]، بابک دوست‌شناس [۲]، کمال غانمی [۳]، بیتا ارچنگی [۲]

[۱] گروه زیست‌شناسی دریا، پردیس دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
[۲] گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
[۳] گروه شیمی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

## چکیده

(دریافت مقاله: ۹۳/۹/۹- پذیرش مقاله: ۹۴/۱/۳۰)

**زمینه:** این تحقیق به منظور تعیین درصد اسیدهای چرب در دو گونه خالص ریز جلبک *Spirulina sp.* و *Chlorella sp.* و همچنین گونه‌ی *Chaetoceros sp.* جدا شده از رودخانه بهمنشیر انجام گردید.

**مواد و روش‌ها:** به منظور جداسازی جلبک تک سلولی *Chaetoceros sp.* از رودخانه بهمنشیر نمونه‌برداری با استفاده از بطری نمونه‌بردار در فصل بهار ۱۳۹۲ گرفت. همچنین ۲۵۰ میلی‌لیتر گونه خالص ریز جلبک *Spirulina sp.* و *Chlorella sp.* از پژوهشکده میگوی کشور واقع در شهرستان بوشهر تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. این ریز جلبک‌ها در آزمایشگاه تکثیر و پرورش و تحت شرایط محیطی مناسب به مقدار ۱۰۰ لیتر انبوه‌سازی شدند. جهت جداسازی ریز جلبک‌ها از آب با توجه به اندازه آن‌ها، از دو روش سانتریفوژ و فیلتراسیون استفاده گردید. جهت آنالیز ترکیبات اسید چرب در ریز جلبک‌ها، ابتدا اسیدهای چرب نمونه به استرهای متیله شده اسید چرب (FAMEs) تبدیل شده و سپس توسط سیستم کروماتوگرافی گازی (GC) مدل مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله (FID) مورد سنجش قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که در مورد اسیدهای چرب اشباع، اسید پالمیتیک در ریزجلبک‌های *Chaetoceros sp.*، *Spirulina sp.* و *Chlorella sp.* به‌ترتیب با ۱۵/۲۱، ۳۰/۱ و ۲۵/۱۷ درصد از کل اسیدهای چرب بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده بود. همچنین در میان اسیدهای چرب غیر اشباع با یک بند دوگانه اسید اولئیک در *Spirulina sp.* (۳۴ درصد) بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده بود. اما بیشترین اسید چرب با یک بند دوگانه در مورد ریز جلبک *Chaetoceros sp.* مربوط به اسید پالمیتولئیک به میزان ۳۰/۳۳ درصد از کل اسیدهای چرب می‌باشد. در مورد اسیدهای چرب غیراشباع با چند بند دوگانه نیز، اسید لینولئیک از اسیدهای چرب امگا ۶ در *Spirulina sp.* به ماکزیمم مقدار خود یعنی ۱۸/۸ درصد و در مورد اسید الفا لینولئیک از اسیدهای چرب امگا ۳ تنها در کشت *Chlorella sp.* به بیشترین مقدار یعنی ۹/۶۶ درصد رسید و اولین رتبه را از نظر حضور اسیدهای چرب امگا ۳ به خود اختصاص داد. ریز جلبک *Spirulina sp.* نیز دارای بیشترین درصد اسید چرب امگا ۶ (اسید لینولئیک) به میزان ۱۸/۸ گرم درصد می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** تجزیه و تحلیل یافته‌ها نشان داد که تنوع و پروفایل اسیدهای چرب در گونه‌های مختلف فیتوپلانکتون از جمله ریز جلبک‌ها بسیار می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که کشت ریزجلبک *Chlorella sp.* به عنوان گزینه مناسب و غنی از امگا ۳ می‌تواند مطرح باشد و تکثیرو پرورش آن به شکل انبوه برای تهیه منبع غنی از امگا ۳ پیشنهاد می‌گردد. نهایتاً برای داشتن محصول خاص که وابسته به هدف ویژه‌ای باشد، مثلاً هدف استخراج امگا ۳ و یا استخراج اسید اولئیک باشد، انتخاب گونه‌ی مناسب برای خالص سازی و کشت بسیار مهم است.

**واژگان کلیدی:** اسیدهای چرب، ریز جلبک، *Spirulina sp.*، *Chlorella sp.* و *Chaetoceros sp.*

* خرمشهر، دانشگاه علوم و فنون دریایی، دانشکده علوم دریایی،گروه زیست دریا

**E-mail:nsakhaee@yahoo.com**

www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

## مقدمه

ریز جلبک‌ها میکروارگانیسم‌های فتوسنتزکننده‌ای هستند که به راحتی و ارزانی قابلیت تکثیر و پرورش را دارند. از زی توده انواع مختلف گونه‌های آن در جهت تولید مکمل‌های غذایی انسان، خوراک دام و دیگر موارد استفاده می‌شود. زی توده‌ی این ریز جلبک‌ها را می‌توان به صورت فرمولاسیون پودر، قرص، کپسول و عصاره را می‌توان در ساختن شیرینی‌ها، تنقلات، نوشیدنی‌ها و صنایع دارویی به کار برد (۱). از جمله کاربردهای دیگر ریز جلبک‌ها می‌توان به استخراج اسیدهای چرب، استحصال رنگیزه‌هایی از جمله بتاکارتن و کارتنوئیدها، تولید غذای زنده برای آبزیان، ساخت لوازم آرایشی و یا ساخت مکمل‌هایی غذایی اشاره نمود (۲ و ۳). در حال حاضر جلبک‌های تک سلولی به عنوان منبع مناسبی برای تولید آنتی‌بیوتیک و همچنین منبع تولید و استخراج انواع سوخت زیستی[1] و از جمله سوخت تجدیدپذیر بیودیزل مطرح بوده و از علوم روز دنیا محسوب می‌شود (۴). در زنجیره غذایی دریایی، زنجیره بلند اسیدهای چرب اشباع نشده در درجه اول توسط فیتوپلانکتون از جمله ریز جلبک‌ها شکل گرفته و سپس به سایر موجودات یعنی زئوپلانکتون‌ها (به عنوان دومین حلقه موجودات گیاه‌خوار) و سایر حلقه‌های بالاتر از جمله ماهی‌ها منتقل می‌شود، از این رو بر کیفیت غذایی سطوح بالاتر تغذیه‌ای کاملاً موثر است. قابل ذکر است که وجود منابع عظیم دریایی (خلیج‌فارس، دریای خزر و دریای عمان) و منابع متعدد آب‌های شیرین داخلی در کشور، لزوم بهره‌وری اقتصادی از دریا مبتنی بر علم روز دنیا را مشخص می‌نماید.

اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه و زنجیره بلند (PUFAs) همانند اسید ایکوزاپنتا انوییک (EPA)[2]، اسید دکوزاهگزا انوییک (DHA)[3]، اسیدآراشیدونیک (AA) و اسیدگاما لینولئیک (GLA) از انواع اسید چرب امگا- ۶ (ω-6) می‌باشند (۵) و یا همانند اسید الفا لینولئیک (ALA) از اسید چرب اصلی امگا-۳ (ω-3) هستند (۶). اسیددکوزاهگزا انوییک در سلامت انسان بسیار مهم هستند و در بافت خاکستری مغز، شبکیه چشم، بافت قلب به وفور یافت شده و در عملکرد صحیح بافت‌های مذکور اهمیت بسیار زیادی دارند. اسیدایکوزاپنتا انوییک و اسید آرشیدونیک نیز در سلامت انسان مهم بوده و در ساختار غشاء پلاسما، تنظیم فیزیولوژی و عملکرد صحیح جانداران عالی و انسان‌ها نقش بسیار مهمی را از طریق شرکت در ساخت ایکوزانوییدها بازی می‌نماید. این ترکیبات شبه هورمونی بوده و شامل پروستاگلاندین‌ها (PG) و ترمبوکسان‌ها (TX) و لوکوترین‌ها (LT) هستند (۷). تعادل در دریافت EPA/AA نیز می‌تواند از بروز بسیاری از بیماری‌ها و اختلالات متابولیکی ناشی از اختلال در عملکرد ایکوزانویید جلوگیری نماید. نسبت بین اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع نیز در ساختار فسفو لیپیدی غشاء سلول یکی از عوامل مهم تعیین کننده سیالیت آن است (۸).

سلول‌های جانوری قادر به بیوسنتز تمامی اسیدهای چرب غیراشباع نیستند، در حالی‌که سلول‌های گیاهی و از جمله فیتوپلانکتون‌ها قادرند سری کامل انواع اسیدهای چرب غیراشباع را تولید نمایند. متأسفانه غیر از روغن ماهی و تا حدودی گوشت و همچنین شیر مادر، منابع حاوی اسیدهای چرب غیراشباع و ضروری

[1] Biofuel

[2] Eicosapentaenoic acid
[3] Docosahexaenoic acid



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

بسیار محدودند. هدف از این تحقیق بررسی ساختار اسیدهای چرب ریز جلبک *Chaetoceros sp.* استخراج شده از رودخانه بهمنشیر، ذخیره خالص *Spirulina sp.* و *Chlorella sp.* از لحاظ اسیدهای چرب غیراشباع خصوصاً روغن‌های حاوی امگا ۳ و امگا ۶ می‌باشد.

ریز جلبک *Spirulina sp.* متعلق به رده جلبک‌های سبز آبی می‌باشد و دارای اندازه بین ۵ تا ۱۱ میکرومتر می‌باشد که برخی ترکیبات اسپیرولینا شامل ویتامین‌هایی همانند B1، B2، B3، β-caroten، ترکیبات معدنی مثل آهن، مس، روی، فسفر، کلسیم، سلنیوم، رنگدانه‌هایی همانند کاروتنوئیدها، فیکو سیانین و همچنین اسیدهای چرب ضروری می‌باشد. اثرات ضدالتهابی، ضدویروسی، ضدسرطانی، خواص محافظت کبدی[4] برای این گونه توسط محققین ثابت شده است (۹). جنس *Chlorella sp.* نیز یکی از مشهورترین ریزجلبک‌هاست و جز شاخه کلروفیتا می‌باشد. این جلبک دارای قطری بین ۱ تا ۱۲ میکرون می‌باشد. این گونه میکروجلبکی از لحاظ ارزش غذایی بسیار با اهمیت بوده و حاوی مقدار زیادی پروتئین، چربی و ویتامین است و به عنوان یکی از بهترین سم زداهای طبیعی علیه فلزات سنگین، حشره کش‌ها و سایر سموم می‌باشد (۱۰).

فیتوپلانکتون *Cheatoceros sp.* از رده‌ی دیاتومه‌ها می‌باشد. اندازه این سلول بین ۲ تا۲۰ میکرون می‌باشد و از نظر انواع اسیدهای چرب بسیار غنی هستند (۱۱). به طور کلی ضرورت استخراج اسیدهای چرب از فیتوپلانکتون‌ها با توجه به استفاده از اولین حلقه زنجیره‌ی غذایی آبی، کشت آن‌ها در فضای کم و بدون نیاز به آبیاری‌های مکرر و همچنین مقرون به صرفه بودن هزینه تکثیر آن‌ها کاملاً احساس می‌گردد. مطالعه بر روی اسیدهای چرب موجود در فیتوپلانکتون دریایی (خصوصاً ریز جلبک‌ها) در سواحل ایرانی خلیج‌فارس با توجه به پتانسیل بسیار بالای این منطقه جهت بهره‌برداری یا پرورش این جلبک‌ها، بسیار کم صورت گرفته است. از جمله این تحقیقات می‌توان به تحقیقات عسل پیشه و همکاران در سال ۲۰۱۱ اشاره نمود که به شناسایی و بررسی ارزش غذایی دو گونه جلبک تک سلولی پرداخته است (۱۲). در دیگر نقاط جهان رایلی و چوکاس (Riley & Chuecas) در سال ۱۹۶۹ بر روی ۲۷ گونه فیتوپلانکتون انجام دادو ۴۰ نوع اسید چرب در همه گونه‌ها را تعیین نمودند (۱۳). در برخی تحقیقات دیگر نیزمشخص شده که اسیدهای چرب اشباع نشده با چند پیوند دوگانه (PUFA) بیش از ۳۰ درصد کل اسیدهای چرب در فیتوپلانکتون‌هایی همانند دیاتومه‌ها وجلبک‌های قهوه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند (۱۴). در دیگر مناطق معتدله همچون سواحل ژاپن و کره مطالعات بسیاری از محققین همانند گراسی منکو (Gerasimenko) و همکاران در سال ۲۰۱۰ (۱۵)، نلسون (Nelson) و همکاران در سال ۲۰۰۲ (۱۶)، تراساکی (Terasaki) و همکاران در سال ۲۰۰۹ (۱۷) و همچنین نارایان (Narayan) و همکاران در سال ۲۰۰۴ (۱۸) بر روی تغییرات فصلی اسیدهای چرب انواع جلبک‌های دریایی انجام داده و پروفایل اسیدی آن‌ها را محاسبه نموده‌اند.

## مواد و روش‌ها

به منظور جداسازی جلبک تک سلولی *Chaetoceros sp.* از پنج ایستگاه واقع در مصب رودخانه‌ی بهمنشیر، نمونه‌ی آب با استفاده از بطری نمونه‌بردار روتنر به حجم ۵ لیتر برداشت و به ظروف پلی اتیلنی منتقل گردید. نمونه‌ها تحت شرایط

[4] hepatoprotective



www.SID.ir

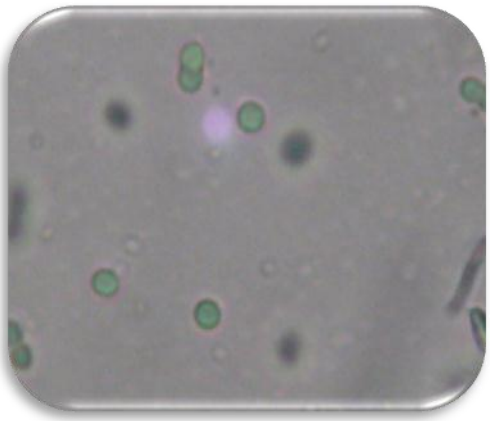
Archive of SID



Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

اکسیژن‌دهی به آزمایشگاه منتقل گردید. همچنین جهت تهیه گونه خالص ریز جلبک *Spirulina sp.* و *Chlorella sp.* مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر ذخیره خالص، از مرکز تحقیقات میگوی خلیج‌فارس واقع در شهر بوشهر تهیه و به آزمایشگاه دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل گردید (شکل ۱ و ۲). در آزمایشگاه تکثیر و پرورش و با استفاده از محیط کشت کانوی[5] این ریزجلبک‌ها به مقدار ۱۰۰ لیتر انبوه سازی شدند (۱۹).

تکثیر و پرورش جلبک‌ها در شرایط مناسب محیطی شامل شوری ۲۵ گرم در لیتر، دمای ۲۴–۲۰ °C، شدت نور به میزان ۵۰۰۰–۲۵۰۰ لوکس در کل دوره ۲۴ ساعته، pH بین ۸/۷–۸/۲ و اکسیژن دهی در تمام دوره تکثیر صورت پذیرفت (شکل ۳).



شکل ۱) تصویر *Chlorella sp.* (۱۰۰*)

هنگامی که تراکم آن‌ها به حد کافی افزایش یافت (در مورد جلبک *Spirulina sp.* ۱۵۰ تا ۲۰ میلیون سلول در میلی‌لیتر و در مورد جلبک *Chlorella sp.* ۲۵ تا ۳۰ میلیون سلول در میلی‌لیتر) برداشت انجام شد. جهت جداسازی آن‌ها از آب با توجه به اندازه آن‌ها، از روش سانتریفوژ با دور ۸۰۰۰ rpm به‌مدت ۱۰ دقیقه و فیلتراسیون با چشمه ۵ میکرومتر استفاده گردید (۲۰) (شکل ۴).

شکل ۲) تصویر *Spirulina sp.* (۴۰*)

شکل ۳) پرورش ریزجلبک‌ها در شرایط مناسب

شکل ۴) سانتریفوژ جهت جدا کردن ریز جلبک‌ها

تکثیر و جدا سازی کشت خالص جلبک‌ها تا زمانی

[5] Conway medium



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

ادامه پیدا کرد که حداقل ۳۰ گرم وزن تر برای هر جلبک حاصل گردد.

در مرحله‌ی بعدی به منظور سنجش پروفیل اسیدهای چرب با دستگاه موادی همانند پترولیوم اتر، هیدروکسید پتاسیم متانولی، هپتان نرمال و غیره از شرکت‌های Merck آلمان و Sigma آمریکا تهیه گردید.

در نهایت به منظور آنالیز اسیدهای چرب، به ازای هر ۱ گرم نمونه ریز جلبک خالص، ۱۰ میلی‌لیتر پترولیوم اتر به آن اضافه گردید (۲۱). در گام بعدی جهت آنالیز ترکیبات اسید چرب، ابتدا اسیدهای چرب نمونه به روش FAMEs [6] استری شده (۲۱) و سپس به سیستم کروماتوگرافی گازی (GC) مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله (FID) مدل Varian و ستون BPX-70، 0.25µM، 100M، 0.22 MM× و گاز حامل نیتروژن با شدت جریان 1 ml/min تزریق شدند. در این پژوهش دمای آشکارساز، تزریق و ستون به ترتیب ۲۸۰، ۲۵۰ و ۲۵۵ درجه سانتی‌گراد بود. این کار برای هر ریز جلبک خالص در ۳ بار تکرار انجام گردید. سپس منحنی کروماتوگرام مربوط به هر اسید چرب رسم گردید. زمان بازداری به هر اسیدچرب با منحنی استاندارد مقایسه گردید. در نهایت بر اساس سطح زیر منحنی، نوع و میزان اسید چرب موجود در هر ریز جلبک مورد سنجش قرار گرفت.

### آنالیزهای آماری

آنالیزهای آماری نرمال بودن داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها مختلف از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA و در مواردی که بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار وجود داشت از پس آزمون توکی استفاده گردید. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS (SPSS Inc، Chicago، Il، USA) ویرایش ۲۰ انجام شد.

## یافته‌ها

نتایج آنالیز پروفایل اسیدهای چرب از *Chaetoceros sp.* خالص‌سازی شده از رودخانه بهمنشیر و گونه‌های خالص *Spirulina sp.* و *Chlorella sp.* در جدول ۱ و کروماتوگرام حاصل از ترکیب اسیدهای چرب جلبک‌های مورد سنجش در اشکال ۵، ۶ و ۷ قید شده است. بیشترین مقدار اسیدهای چرب اشباع در جلبک‌های *Spirulina sp.* و *Chlorella sp.* اسیدپالمیتیک (C16:0) به میزان ۳۰/۱ درصد و ۲۵/۱۷ درصد از کل اسیدهای چرب گزارش گردید. همچنین بیشترین مقدار اسیدهای چرب غیراشباع با یک بند دوگانه به میزان ۳۴ درصد در *Spirulina sp.* و۱۶/۳۷ درصد در *Chlorella sp.* ثبت شد. در مورد اسیدهای چرب غیراشباع با چند بند دوگانه نیز، اسید لینولئیک (C18:2) (امگا ۶) در *Spirulina sp.* به ماکزیمم مقدار خود یعنی ۱۸/۸ درصد رسید. اما در ریزجلبک *Chlorella sp.*، اسید الفا لینولنیک (C18:3) (امگا ۳) به مقدار قابل توجهی یعنی ۹/۶۶ درصد از کل اسیدهای چرب ثبت گردید.

بیشترین میزان اسید چرب در ریز جلبک *Chaetoceros sp.* مربوط به اسید پالمیتولئیک (C16:1) که نوعی اسید چرب با یک بند دوگانه است، به میزان ۳۰/۳۳ درصد از کل اسیدهای چرب گزارش شد. در صورتی‌که اسیدهای چرب امگا ۳ در این جلبک به مقدار ناچیز بود (جدول ۱).

[6] Fatty acid methyl ester



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

**جدول ۱) ترکیبات اسید چرب (درصد وزنی از کل اسیدهای چرب) از ریز جلبک‌های مورد بررسی**

(انحراف معیار± میانگین)

| نام اسید چرب | نوع اسید چرب | *Chaetoceros sp.* | *Spirulina sp.* | *Chlorella sp.* |
|---|---|---|---|---|
| اسید کاپریلیک (C8:0) | اشباع | ---- | ----- | ۱/۷۹±۰/۰۲ |
| اسید کاپریک (C10:0) | اشباع | ---- | ۱/۴۳±۰/۰۳ | ---- |
| اسید لوریک (C12:0) | اشباع | ------ | ---- | ۱/۴±۰/۰۱ |
| اسید میرستیک (C14:0) | اشباع | ۹/۲۸±۰/۰۱ | ۴/۴۱±۰/۰۲ | ۱۲/۹±۰/۱۱ |
| اسید پالمیتیک (C16:0) | اشباع | ۱۵/۲۱±۰/۱۰ | ۳۰/۱±۰/۱۳ | ۲۵/۱۷±۰/۰۱ |
| اسید پالمیتولئیک (C16:1) | غیر اشباع (امگا ۷) | ۳۰/۳۳±۰/۱۹ | ۰/۸±۰/۱۱ | ۱۴/۹۶ ±۰/۰۳ |
| اسید مارگاریک (C17:0) | اشباع | ---- | ۰/۷۹±۰/۰۳ | ۰/۵۳۲±۰/۰۲۱ |
| اسیدهپتا دکانوئیک (C17:1) | غیراشباع | ۰/۴۳±۰/۱۵ | ---- | ۰/۴۱±۰/۰۱ |
| اسید استئاریک (C18:0) | اشباع | ۱۰/۰۲±۰/۱۲ | ۵/۷۳±۰/۰۱ | ۳/۴۸±۰/۰۲ |
| اسید اولئیک (C18:1) | غیراشباع (امگا ۹) | ۱۵/۱۴±۰/۱۱ | ۳۴±۰/۰۳ | ۱۶/۳۷±۰/۰۱ |
| اسیدالفا لینولئیک (C18:3) | غیراشباع (امگا ۳) | ۲/۹۳±۰/۱۲ | ۱/۲۱±۰/۰۲ | ۹/۶۶±۰/۰۱ |
| اسید لینولئیک (C18:2) | غیر شباع (امگا ۶) | ۸/۹۹±۰/۱۳ | ۱۸/۸±۰/۲۱ | ۳/۲۱±۰/۰۴ |
| اسید آراشیدیک (C20:0) | اشباع | ۱/۷±۰/۰۲ | ۰/۷۳±۰/۰۱ | ---- |
| اسید پالینیک (C20:1) | غیراشباع (امگا ۷) | ---- | ---- | ۱/۱۲±۰/۰۲ |
| اسید بهنیک (C22:0) | اشباع | ۱/۹۵±۰/۰۴ | ---- | ۰/۸۲±۰/۱۱ |
| اسید لیگنوسریک (C24:0) | اشباع | ۲/۵۴±۰/۰۳ | ---- | ۵/۹۱±۰/۰۱ |
| سایراسیدهای چرب | | ۱/۴۸±۰/۰۲ | ۲ ±۰/۰۱ | ۲/۲۷±۰/۰۲ |

همان‌گونه که در جدول ۲ مشخص است بیشترین میزان کل SFA در هر ۳ ریز جلبک مورد آزمایش تقریباً ۵۰ در صد وزنی اسیدهای چرب را تشکیل می‌دهد، مقایسه‌ای بین اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ در ریزجلبک‌ها انجام گردید. بیشترین مقدار امگا ۳ در *Chlorella sp.* به مقدار ۹/۶۶ درصد می‌باشد.

**جدول ۲) درصد کلی نسبت اسیدهای چرب اشباع شده (SFA)، اشباع نشده با یک بند دوگانه (MUFA)، اشباع نشده با چند پیوند دوگانه‌های (PUFA) و نسبت امگا ۶ به امگا ۳ در ریز جلبک‌های مورد آزمایش**(انحراف معیار± میانگین)

| اسید چرب | *Chaetoceros sp.* | *Spirulina sp.* | *Chlorella sp.* |
|---|---|---|---|
| SFA کل | ۴۲/۱۸±۰/۱۸ | ۴۵/۱۹±۰/۲۱ | ۵۴/۲۷±۰/۲۷ |
| MUFA کل | ۴۵/۹±۰/۲۱ | ۳۴/۸±۰/۰۴ | ۳۲/۸۶±۰/۴۱ |
| PUFA کل | ۱۱/۹۲±۰/۴۱ | ۲۰/۰۱±۲/۱۱ | ۱۲/۸۷±۰/۰۶ |
| ۳ω- | ۲/۹۳±۰/۲۱ | ۱/۲۱±۰/۰۳ | ۹/۶۶±۰/۰۳ |
| ۶ω- | ۸/۹۹±۲/۱۲ | ۱۸/۸±۰/۰۵ | ۳/۲۱±۰/۰۴ |
| ۶ω-/ ۳ω- | ۳/۰۶±۰/۲۱ | ۱۵/۵۳±۰/۰۳ | ۰/۳۳±۰/۰۳ |

در صورتی‌که در سایر میکروجلبک‌ها کمتر از ۲/۹۳ درصد می‌باشند. بیشترین مقدار امگا ۶ نیز در *Spirulina sp.* به مقدار ۱۸/۸ درصد محاسبه شده است. در شکل ۸ نیز نمودار مقایسه‌ای بین اسیدهای امگا ۳ و امگا ۶ در ریز جلبک‌های مورد آزمایش به نمایش گذاشته شده است. همچنین در جدول ۳ نتایج پس آزمون توکی، اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۹۵ برای اسیدهای چرب اشباع شده (SFA)، اسیدهای



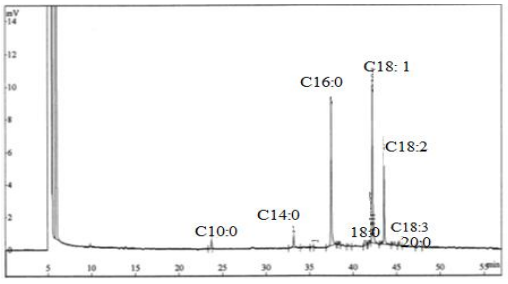
www.SID.ir

Archive of SID

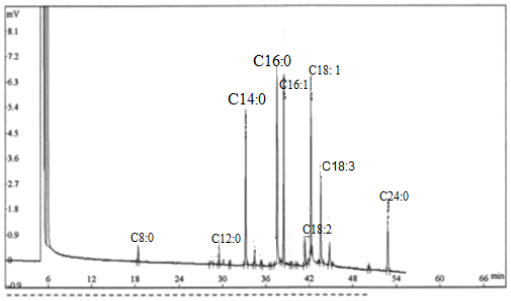


Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

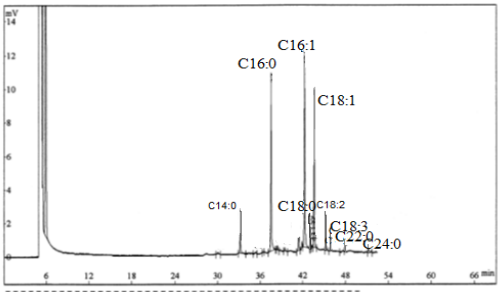
چرب اشباع نشده با یک بند دوگانه (MUFA) و همچنین اسیدهای چرب با چند بند دوگانه (PUFA) نشان داده شده است.



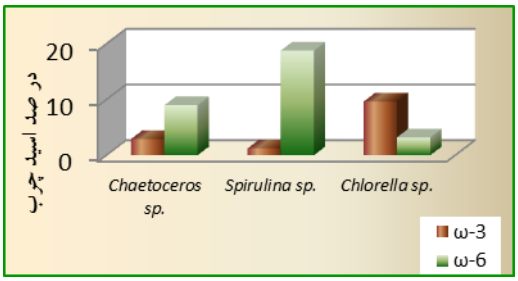

شکل ۵) کروماتوگرام حاصل از ترکیب اسیدهای چرب جلبک *Spirulina sp.*




شکل ۶) کروماتوگرام حاصل از ترکیب اسیدهای چرب جلبک *Chlorella sp.*




شکل ۷) کروماتوگرام حاصل از ترکیب اسیدهای چرب جلبک *Chaetoceros sp.* مستخرج از بهمنشیر




شکل ۸) مقایسه اسیدهای امگا ۳ و امگا ۶ در ریز جلبک‌های مورد آزمایش

**جدول ۳) نتایج پس آزمون توکی برای اسیدهای چرب اشباع شده (SFA- MUFA- PUFA)**

| اسید چرب | *Chaetoceros* sp. | *Spirulina* sp. | *Chlorella* sp. |
|---|---|---|---|
| SFA | | | |
| *Spirulina sp.* | ۳/۰۵۷ | _ | |
| *Chlorella sp.* | *۱۲/۲۸ | *۹/۲۲۳ | _ |
| MUFA | | | |
| *Spirulina sp.* | *۶/۸۲ | _ | |
| *Chlorella sp.* | *۸/۰۱۲ | ۱/۱۹۲ | _ |
| PUFA | | | |
| *Spirulina sp.* | *۲۵/۵۹۱ | _ | |
| *Chlorella sp.* | ۳/۰۰۵ | *۲۲/۵۸۷ | _ |

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۹۵

## بحث

اسیدهای چرب امگا ۳ نقش مهمی در فیزیولوژی به‌خصوص در دوران جنینی و نوزادی ایفا می‌کنند (۲۲). همچنین برای جلوگیری از امراض قلبی-عروقی، جلوگیری از تشکیل لخته خون و جلوگیری از التهاب مفید می‌باشند (۲۳). در حقیقت علاوه بر عوارض منفی ناشی از کمبود اسیدهای چرب امگا ۳ به عنوان اسید چرب ضروری، نسبت پایین میزان این اسیدهای چرب به اسیدهای چرب امگا ۶ در رژیم‌های غذایی خود سبب تأثیر منفی بر سلامت مصرف کنندگان می‌شود (۲۴). بنابراین معرفی منابع جدید و قابل دسترس اسیدهای چرب امگا ۳ می‌تواند گامی مؤثر در بهبود سلامت جامعه باشد. به همین دلیل در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری جهت معرفی منابع حاوی اسید لینولنیک بالا صورت گرفته است (۲۵ و ۲۶).

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بیشترین میزان اسیدهای چرب در *Chaetoceros sp.* استخراج شده از رودخانه‌ی بهمنشیر، اسید پالمیتولئیک (C16:1) (امگا ۷) که از گروه اسیدهای چرب غیر اشباع با یک بند دوگانه (MUFA) بوده، به میزان ۳۰/۳۳ درصد از



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

کل اسیدهای چرب و سپس اسیدپالمیتیک (C16:0) از گروه اسیدهای چرب اشباع (SFA) به میزان ۱۵/۲۱ درصد می‌باشد. محققین دیگر همانند پرارتونو (Prartono) و همکاران در سال ۲۰۱۳ نیز تقریباً نتایج مشابه‌ای به دست آورده و در بررسی پروفایل اسیدهای چرب جلبک *Chaetoceros gracilis*، اعلام نمودند که متیل استر اسیدهای چربی بیشتر بین C13 تا C24 قرار دارند و بیشترین اسید چرب غیراشباع با یک بند دوگانه مربوط به اسید پالمیتولئیک به میزان ۴۹/۴۲ درصد می‌باشد (۲۷) که بسیار نزدیک به نتایج تحقیق حاضر بود. همچنین نتایج تحقیق ذکر شده، نشان داد که میزان SFA به مقدار ۴۴/۴۴ درصد و MUFA به مقدار۵۶/۴۲ درصد در *C. gracilis* بود (۲۶) و در تحقیق حاضر SFA به میزان ۴۲/۱۸ درصد و MUFA به میزان ۴۵/۹ درصد در کیتوسروس مستخرج از بهمنشیر گزارش شده اما PUFA این ریز جلبک چندان غنی نمی‌باشد (جدول ۲).

در تحقیقات دیگر نیز ثابت شده که محتوای اصلی و عمده‌ی گونه‌های مختلف متعلق به راسته‌ی دیاتومه‌ها (از جمله جنس کیتوسروس) از نظر SFA (خصوصاً اسیدپالمیتیک) و MUFA (خصوصاً امگا ۷) غنی بوده اما از لحاظ PUFA (خصوصاً امگا ۳ و امگا ۶) غنی نمی‌باشند. در تحقیق هو (Hu) و همکاران ثابت شده بسیاری از مواد مغذی در محیط آب بر روی متابولیسم چربی در فیتوپلانکتون‌ها مؤثر می‌باشند. به عنوان مثال کمبود نیترژون موجود در آب باعث تجمع تری‌گلیسرید فیتوپلانکتون‌ها می‌شود و یا کمبود سیلیکون موجود در آب باعث افزایش چربی‌های اشباع SFA و MUFA در دیاتومه‌ها می‌شود (۲۸).

ریزجلبک *Chlorella sp.* نیز در سراسر جهان به عنوان یک غذای سلامتی برای تغذیه انسان و حیوانات استفاده می‌شود. کلرلا قادر است که تعداد زیادی از ترکیباتی همانند پیکوسیانین، کاروتنوئید، آنتی اکسیدان و غیره را نیز تولید نماید (۲۸). جلبک کلرلا از لحاظ حضور اسیدهای چرب امگا ۳ (اسید آلفا لینولنیک (C18:3) با میانگین ۹/۶۶ درصد اولین رتبه را به خود اختصاص داده است (جدول ۲ و شکل ۱).

در برخی تحقیقات دیگر نیز از میان جلبک‌های یوکاریوت‌ها *Chlorella minutissima* با نرخ رشد سریع و مقادیر نسبتاً بالایی از PUFA نیز معرفی شده‌اند (۲۹ و ۳۰). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که نسبت امگا ۶ به امگا ۳ برای کلرلا ۳/۶۲ به ۹/۶ (یعنی ۱ به ۳) می‌باشد که حاکی از غنی بودن این ریز جلبک از امگا ۳ می‌باشد.

شایان ذکر است که PUFA خصوصاً اسید آلفا لینولنیک در بدن انسان ساخته نمی‌شود و ماهیان مورد تغذیه‌ی انسان نیز آن را تولید نمی‌کنند، بلکه ماهیان آن را با خوردن ریز جلبک‌ها دریافت می‌نمایند (۳۱). پس لزوم جایگزینی ریز جلبک‌ها به عنوان منابع اصلی تولید کننده‌ی PUFA به جای ماهیان که به صورت واسطه آن را دریافت می‌کنند، در رژیم‌های غذایی انسان کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. البته در این راستا باید به محدویت مصرف مداوم ماهیان توسط جوامع انسانی (شرایط اقتصادی متفاوت جوامع انسانی، ذخایر محدود ماهی در دریاها، سلیقه‌های فردی، در دسترس بودن ماهی و غیره) نیز اشاره نمود.

در تحقیقات دیگر که به منظور تعیین درصد روغن و اسیدهای چرب در ساقه، برگ و بذر گیاه شوره زیست (*Suaeda vermiculata*) در سواحل خلیج‌فارس در استان بوشهر انجام گردید، مشخص شد که اسید چرب اشباع غالب در این گیاه، اسید مارگاریک و اسید چرب غیراشباع غالب نیز اسید



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

لینولئیک بود و این گیاه دارای PUFA خصوصاً اسید آلفا لینولنیک چندانی نمی‌باشد (۳۲) و این نکته لزوم استفاده از جلبک‌ها را به عنوان منبع اصلی PUFA را مشخص می‌نماید. همچنین می‌بایست به فعالیت ضداکسیدانی بسیار مناسب جلبک‌ها خصوصاً جلبک قهوه‌ای *Cystoseira trinodis* اشاره نمود که نشان دهنده‌ی وجود مخزن پایان ناپذیر مواد اولیه موجود در جلبک‌ها جهت استفاده در داروسازی، پزشکی، صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی می‌باشد (۳۳).

ریز جلبک *Spirulina sp.* نیز دارای بیشترین درصد اسید چرب اسید لینولئیک (C18:2) به میزان ۱۸/۸ گرم درصد می‌باشد. لذا می‌توان آن را به عنوان منبعی غنی جهت استخراج اسیدهای چرب امگا ۶ معرفی نمود. در تأیید نتایج حاصل از این تحقیق، در گزارش‌های دیگر نیز سیانوباکتر اسپیرولینا به عنوان منبع غنی از اسید لینولئیک و گاما لینولئیک (منابع غنی از امگا ۶) به ترتیب به مقدار ۲۱ درصد و ۱۸ درصد معرفی شده است (۳۴).

قابل ذکر است که نتیجه برخی از تحقیقات نشان داده که میزان PUFA در جلبک‌های کلرلا و اسپیرولینا تقریباً مساوی و یا خیلی نزدیک به هم می‌باشد (۲۳). نتایج حاصل از این مطالعه (جدول ۲ و شکل ۸) نیز میزان PUFA برای کلرلا ۱۲/۸۷ درصد و برای اسپیرولینا ۲۰/۰۱ درصد قید کرده است. اما یک تفاوت عمده بین این دو ریزجلبک وجود دارد و آن هم افزایش محسوس امگا ۳ در کلرلا (همراه با کاهش شدید امگا ۶) و در مقابل افزایش محسوس امگا ۶ (همراه با کاهش شدید امگا ۳) در اسپیرولینا می‌باشد. به طور کلی نسبت امگا ۶ به امگا ۳ در غذاهای مصرف انسانی برای سنتز پروستوگلاندین‌ها بسیار مهم است. متخصصان تغذیه و استانداردهای تغذیه‌ای نسبتی بین ۱:۱/۵ تا ۲:۱ (۰/۶۶ تا ۰/۵) را بین امگا ۶ و امگا ۳ پیشنهاد می‌کنند (۳۵). در طول تکامل مشخص شده که در رژیم غذایی انسان، مصرف مقادیر مناسبی از نسبت اسیدهای چرب امگا ۶ به امگا ۳ نقش مهمی در ایجاد الگوهای ژنتیکی را بازی کرده‌اند (۳۶). اما در طول ۱۰۰ سال گذشته به خصوص در جوامع غربی افزایش قابل توجهی در میزان مصرف از امگا ۶ همراه با کاهش امگا ۳ همراه بوده که منجر به افزایش نسبت امگا ۶ به امگا ۳ شده و این امر می‌تواند باعث افزایش بیماری‌زایی از جمله بیماری‌های قلبی عروق کرونر (CHD) گردد (۳۷ و ۳۸). همچنین داده‌های مطالعات اپیدمیولوژیکی و مشاهدات عینی نشان می‌دهد که خطر ابتلا به بیماری عروق کرونر قلب (CHD) در میان کسانی که میزان بالایی از امگا ۳ با زنجیره بلند مانند EPA و DHA دریافت می‌کنند، پائین‌تر است (۳۹ و ۴۰).

نتایج حاصل از تحقیق حاضر (جدول ۳) نشان داد که در مقایسه‌های به عمل آمده از آنالیز واریانس یک طرفه و پس آزمون توکی در مورد SFA، MUFA و PUFA اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۹۵ در بسیاری موارد وجود داشت. این بررسی نشان داد که علیرغم وجود مقادیر مشابه از نظر اسیدهای چرب اشباع مابین ریزجلبک‌های مورد آزمایش، به لحاظ پروفایل اسیدچرب نیز اختلاف‌های قابل توجهی در بین آن‌ها وجود دارد.

در تحقیقاتی که در سال‌های اخیر بر روی پروفایل اسیدهای چرب ۲۰۷۶ گونه از ریزجلبک‌ها انجام گردید، در مجموع ۷۶ اسیدهای چرب مختلف مورد شناسایی و اندازه‌گیری شد. پروفایل اسیدهای چرب به دست آمده از ریزجلبک‌ها را در یک پایگاه داده‌ها، ثبت نمودند و مشخص گردید که از پروفایل اسیدهای



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

چرب و ترکیب آن می‌توان به عنوان نشانگر رده‌بندی شیمیایی (chemotaxonomic markers) استفاده نمود و پی به الگوهایی برای روابط فیلوژنیک در سطوح شاخه‌ها و رده‌های مختلف جلبک‌ها برد اما در سطوح پایین‌تر طبقه‌بندی همانند زیر گونه چندان مناسب به نظر نمی‌رسد (۴۱). نتایج این بررسی نشان داد که تنوع اسیدهای چرب در ریز جلبک‌ها زیاد بوده و گونه‌های مختلف نیز دارای مقادیر متفاوتی از اسیدهای چرب در پروفیل خود می‌باشند. پس برای داشتن محصول خاص که وابسته به هدف ویژه‌ای باشد. به عنوان مثال هدف استخراج امگا ۳ و یا استخراج اسید اولئیک باشد، انتخاب گونه‌ی مناسب برای خالص سازی بسیار مهم است.

**سپاس و قدردانی**

بدین‌وسیله مراتب تشکر و سپاس فراوان خود را از مرکز تحقیقات و آموزش جهاد کشاورزی خصوصاً مهندس مهدی برنا و همچنین از پژوهشکده میگوی کشور و پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور خصوصاً آقای مهندس پقه کارشناس ارشد ایستگاه دریایی بندر ماهشهر را به خاطر همکاری‌های علمی و صمیمانه را ابراز می‌نماییم. از مدیریت محترم آزمایشگاه پاسارگاد جناب آقای مهندس پرویز که در انجام امور آزمایشگاهی صمیمانه ما را یاری نمودند، کمال تشکر و سپاس را داریم.

## References:

1.de Silva Gorg CM, Aranda DAG, Couri S. Morphological and chemical aspects of Chlorella pyrenoidosa, Dunaliella tertiolecta, Isochrysis galbana and Tetraselmis gracilis microalgae. Nat Sci 2013; 5: 783-91.

2.Grung M, D'Souza FM, Borowitzka M, et al. Algal carotenoids 51. Secondary carotenoids Haematococcus pluvialis aplanospores as a source of (3S, 3'S)-astaxanthin esters. J Appl Phyc 1992; 4: 165-71.

3.Ben Amotz A, Katz A, Avron M. Accumulation of β-carotene in falotolerant Algae: purification and characterization of β-carotene rich globules from Dunaliella bardawil (chlorophyceae). J Phyc 1982; 18: 529-37.

4.Mutanda T, Ramesh D, Karthikeyan S, et al. Bioprospecting for hyper-lipid producing microalgal strains for sustainable biofuel production. Bio Echno 2011; 102: 57-70.

5.Gill I, Valivety R. Polyunsaturated fatty acids, Part 1: Occurrence, biological activities and application. Tren Biotechnol 1997; 15: 401-409.

6.Huang YS, Ziboh VA. Gamma-Linolenic Acid: Recent Advances in Biotechnology and Clinical Applications. AOCS Press, 2001, 259.

7.Vrinten P, Wu G, Truksa M, et al. Production of Polyunsaturated Fatty Acidsin Transgenic Plants. Biotechnol Genet Eng Rev 2007; 24: 263-80.

8.Nettleton JA. Omega-3 fatty acids and health. New York: Chapman & Hall, 1995, 226-64.

9.Habib MAB, Pariv M, Huntington TC, et al. A review on culture, production and use of Spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish: FAO of the United Nations, 2008, 33.

10.Yang J, Rasa E, Tantayotai P, et al. Mathematical model of Chlorella minutissima UTEX2341 growth and lipid production under photoheterotrophic fermentation conditions. Biore Techno 2011; 102: 3077-82.

11.Mortensen SH, Borsheim KY, Rainuzzo J, et al. Fatty acid and elemental composition of the marine diatom Chaetoceros gracilisSchütt. Effects of silicate deprivation, temperature and light intensity. J Exp. Mar Biol Ecol 1988; 122: 173-85.

12.Asal PZ, Heydari R, Manaffar R. Characterization of two unicellular Algae species Scenedesmus obliquus and Desmodesmus cuneatus from Mahabad dam lake, west



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

Azerbaijan. J Plant Bio 2012; 4: 61-72.

13.Chuecas L, Riley JP. Component fatty acids of the total lipids of some marine phytoplankton. J Mar Biol Assoc UK 1969; 49: 97-116.

14.Nomura M, Kamogawa H, Susanto E, et al. Seasonal variations of total lipids, fatty acid composition, and fucoxanthin contents of Sargassum horneri (Turner) and Cystoseira hakodatensis (Yendo) from the northern seashore of Japan. J Appl Phycol 2013; 25: 1159-69.

15.Gerasimenko N, Busarova N, Moiseenko O. Seasonal changes in the content of lipids, fatty acids, and pigments in brown alga Costaria costata. Russian J Plant Physiol 2010; 57: 205-11.

16.Nelson M, Phleger C, Nichols P. Seasonal lipid composition in macroalgae of the northeastern Pacific Ocean. Bota Mar 2002; 45: 58-65.

17.Terasaki M, Hirose A, Narayan B, et al. Evaluation of recoverable functional lipid components of several brown seaweeds (Phaeophyta)from Japan with special reference to Fucoxanthin and Fucostrol Contents. J Phycol 2009; 45: 974-80.

18.Narayan B, Miyashita K, Hosakawa M. Comparative evaluation of fatty acid composition of different Sargassum (Fucales, Phaeophyta) species harvested from temperate and tropical waters. J Aqua Food Pro Tech 2004; 13: 53-70.

19.Lavens P, Sorgeloos P. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO, 1996, 295.

20.Uduman N, Qi Y, Danquah MK, et al. Dewatering of microalgal cultures: A major bottleneck to algae-based fuels. J Ren Sus Ene 2010; 2: 2701.

21.Dieffnbacher A, Pocklington W. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives 1St Supplement. 7th Revised and Enlarged Edition. Blackwell Scientific Oxford 1992; 1: 171.

22.Bowen RA, Clandinin MT. Maternal dietary 22:6n-3 is more effective than 18:3n-3 in increasing content in phospholipids of glial cells from neonatal rat brain. Bri J Nut 2005; 93: 601-11.

23.Otles S, Pire R. Fatty acid composition of Chlorella and Spirulina microalgae species. J AOAC 2001; 84: 1708-14.

24.Galli C, Marangoni F. N-3 fatty acids in the Mediterranean diet. Prostag Leuk Ess Fatty Acids 2006; 75: 129-33.

25.Goli SAH, Sahafi SM, Rashidi B, et al. Novel oilseed of Dracocephalum kotschyi with high n3 to n6 polyunsaturated fatty acid ratio. Indus Crop Prod 2013; 43: 188-93.

26.Zhang ZS, Wang LJ, Li D, et al. Characteristics of flaxseed oil from two different flax plants. Int J Food Prop 2011; 14: 1286-96.

27.Prartono T, Kawaroe M, Katili V. Fatty Acid Composition of Three Diatom Species Skeletonema costatum, Thalassiosira sp. and Chaetoceros gracilis. Int J Env Bioe 2013; 6: 28-43.

28.Hu Q, Sommerfeld M, Jarvis E, et al. Microalgal triacylglycerols as feedstocks for biofuel productions: perspectives and advances. Blackwell Publishing Ltd, National Renewable Energy Laboratory. Plant 2008; 5: 621-39.

29.Kachroo D, Singh Jolly SM, Ramamurthy V. Modulation of unsaturated fatty acids content in algae Spirulina platensis and Chlorella minutissima in response to herbicide SAN 9785. Elect J Biotech 2006; 9: 386-90.

30.Seto A, Wang H, Hesseltine C. Culture conditions affect eicosapentaenoic acid content of Chlorella minutissima. J Amer Oil Chem Soci 1984; 61: 892-4.

31.Abyor N, Ariyanti D, Hadiyanto H. Potential Production of Polyunsaturated Fatty Acids from Microalgae. IJSE 2011; 2: 13-16.

32.Assadi T, Bargahi A, Nabipour I, et al. Determination of fatty acid composition of halophyte plant (Suaeda vermiculata) collected from the shorelines of Persian Gulf region (Bushehr Province). ISMJ 2014; 17: 638-46.

33.Heidari M, Zolgharnine H, Sakhaei N, et al. Antibacterial and Anti-oxidant activity of three species of green, brown and red algae from Northern coast of Persian Gulf. ISMJ 2014;



www.SID.ir

Archive of SID



17: 638-46.
34.Chaiklahan R, Chirasuwan N, Loha V, et al. Lipid and fatty acids extraction from the cyanobacterium Spirulina. Sci Asia 2008; 34: 299-305.
35.Hamazaki T, Okuyama H. The Japan Society for Lipid Nutrition recommends to reduce the intake of linoleic acid. A review and critique of the scientific evidence. World Rev Nutr Diet 2003; 92: 109-32.
36.Leaf A, Weber PC. A new era for science in nutrition. Am J Clin Nutr 1987; 45: 1048-53.
37.Simopoulos AP. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in ardiovascular disease and other chronic diseases. Exp Biol Med 2008; 233: 674-88.
38.Bernstein AM, Sun Q, Hu FB, et al. Major dietary protein sources and risk of coronary heart disease in women. Circulation 2010; 122: 876-83.
39.Wang C, Harris WS, Chung M, et al. N-3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not α-linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary-and secondary-prevention studies: a systematic review. Ame J Clin Nut 2006; 84: 5-17.
40.Leaf A, Kang JX, Xiao YF. Fish oil fatty acids as cardiovascular drugs. Curr Vasc Pharmacol 2008; 6: 1-12.
41.Lang I, Hodac L, Fried T, et al. Fatty acid profiles and their distribution patterns in microalgae: a comprehensive analysis of more than 2000 strains from the SAG culture collection. BMC Plant Bio 2011; 11: 124.

Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016



www.SID.ir

Archive of SID

ISMJ 2016; 19(2): 212-224

*Original Article*

# 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

*H. Gorjzdadeh [1], N. Sakhaei [2*], B. Doustshenas [2], K. Ganemi [3], B. Archangi [2]*

[1] *Department of marine biology, Campus* **of** *Khorramshahr Marine Science and Technology University*
[2] *Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Ocean, Khorramshahr Marine Science and Technology University*
[3] *Department of Marine Chemistry, Faculty of Marine Science and Ocean, Khorramshahr Marine Science and Technology University*

**(Received 30 Nov, 2014 Accepted 19 Apr, 2015)**

***Abstract***

**Background**: This study was carried out to determine the oil fatty acids from two special species of microalgae; Spirulina sp.,Chlorella sp. and also Chaetoceros sp. collected from Bahmanshir River.

**Materials and Methods**: Sampling of microalgae Chaetoceros sp. from Bahmanshir River was under taken using bottle samplers during spring season of 2013. Microalgae Spirulina sp. and Chlorella sp. were supplied from Shrimp Research Institute of Iran in Bushehr Province. Samples then were cultured under controlled laboratory conditions and mass culture for 100 liters was undertaken. Isolation of microalgae species from water of cultured media was carried out using filtration and centrifugation methods. The fatty acid compositions were determined by Gas – FID chromatography.

**Results**: Results showed that regarding Saturated Fatty Acids (SFA) obtained from purified culture of Chaetoceros sp., Spirulina sp. and Chlorella sp. the maximum amount of total fatty acids were belonged to palmitic acids (C16:0) with 15.21%, 30.1% and 25.17% of total fatty acids respectively. Analysis of *Mono Unsaturated* Fatty Acids (MUFA) showed that in the Oleic acid was maximum amount of 34% in Spirulina sp. In addition the amount of MUFA in Chlorella sp. was 16.37% of total fatty acids. On the other hand the amount of palmeotic acid in purified culture of Chaetoceros sp. was 30.33% from total content of fatty acids. Analysis of Poly Unsaturated Fatty Acids (PUFA), Linoleic acid (C18:2) (Omega 6), revealed maximum percentage in Spirulina sp. with 18.8%. Results of Alpha linoleic acid (C18:3) (Omega3) analysis showed maximum amount of 9.66% in Chlorella sp. compared to other microalgae with lower omega 3 contents. Spirulina sp. contained maximum amount of Linoleic acid (C18:2) with 18.8% of total fatty acids. Therefore, Spirulina sp. can be considered as a rich source of omega 6 for the purpose of fatty acid extractions. The presence of PUFA in Chlorella sp. and Spirulina sp. was equivalent whereas the amount of Omega 3 in Chlorella sp. was higher than two other species.

**Conclusion:** Results of this study revealed a diverse profile of fatty acids among many species of phytoplanktons and microalgae. There Chlorella sp. with a good candidate and a rich source of Omega 3 future applications. It is indicated that different species have totally different fatty acid profiles. Therefore, to acquire special products for a particular target, selection of specific species is essential.

**Key words**: Fatty acid, Gas chromatography, *Chaetoceros* sp., *Spirulina* sp., *Chlorella* sp.

[*] *Address for correspondence*: Department of marine biology, Khorramshahr Marine Science and Technology University, Khorramshahr, Iran.; E-mail: nsakhaee@yahoo.com

**Website: http://bpums.ac.ir**
**Journal Address: http://ismj.bpums.ac.ir**

Downloaded from ismj.bpums.ac.ir at 15:55 IRDT on Monday June 6th 2016

www.SID.ir