مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

مقایسه ترکیب اسیدهای چرب برخی ریزجلبک‌ها و جلبک‌های دریایی به منظور تولید بیودیزل

معصومه خسروی رینه[1*]، مجتبی یزدانی[1]، اکرم احمدی[2]

[1] گروه زیست شناسی، واحد آشتیان، دانشگاه آزاد اسلامی، آشتیان

[2] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۶/۰۲/۰۷
اصلاح: ۹۶/۰۷/۲۶
پذیرش: ۹۶/۱۰/۲۹

کلمات کلیدی:
اسید چرب
بیودیزل
جلبک دریایی
ریزجلبک

چکیده

بسیاری از جلبک‌ها به دلیل تولید مقادیر زیاد ذخایر روغنی می‌توانند به منظور تولید بیودیزل به کار روند. جهت مقایسه لیپیدها، ریزجلبک‌های *Chlorella vulgaris*، *Scenedesmus obliquus* و *Spirulina platensis* و جلبک‌های دریایی *Sargassum* انتخاب شده و در شرایط مناسب کشت داده شدند. بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین میزان اسید چرب اشباع در گونه *Sargassum* sp. (۶۰/۶%) و کمترین میزان اسید چرب اشباع در گونه *Chlorella vulgaris* (۲۱/۷۹%) مشاهده گردید. اسیدهای چرب اشباع اسید لائوریک (C12:0)، اسید مریستیک (C14:0)، اسید پنتا دسیکلیک (C15:0)، اسید پالمتیک (C16:0) و اسید استئاریک (C18:0) در تمامی گونه‌های جنس *Padina* sp.، در میزان متفاوت به طور مشترک مشاهده شدند. بیشترین میزان اسید چرب غیر اشباع در گونه *Chlorella vulgaris* مشاهده گردید. در ریزجلبک‌ها اسید لینولنیک (C18:3) دارای بیشترین مقدار و در گونه‌های دریایی بیشترین میزان اسید چرب غیر اشباع مربوط به اسید اولئیک (C18:1) بود. گونه *Scenedesmus obliquus* با ۲۲ نوع اسید چرب بیشترین تنوع را دارا بود درحالی‌که در دو گونه دریایی *Sargassum* sp. و *Padina* sp. ۱۳ نوع اسید چرب دیده شد و این تعداد در *Chlorella vulgaris* به ۱۲ و در *Spirulina platensis* به ۱۰ نوع رسید. بیشترین میزان اسید چرب اشباع چندگانه EPA و DHA در گونه *Scenedesmus obliques* مشاهده شد. بیشترین درصد اسیدهای چرب دارای یک باند غیراشباع در گونه دریایی بیشترین میزان اسید چرب دارای دو باند غیر اشباع در گونه *Spirulina platensis* و بیشترین میزان اسید چرب دارای سه باند غیر اشباع در گونه *Chlorella vulgaris* اندازه‌گیری شد. اسیدهای چرب غیر اشباع دارای باندهای چندگانه تنها در گونه *Scenedesmus obliquus* مشاهده گردید. در ریزجلبک‌ها بیشترین ترکیب اسید چرب مربوط به انواع اسیدهای چرب غیر اشباع بود درصورتی‌که در جلبک‌های دریایی اسیدهای چرب اشباع میزان بالاتری را دارا بودند.

مقدمــه

بیودیزل یکی از اشکال مهم سوخت‌های زیستی است که این سوخت‌ها انواع مختلفی دارند از جمله بیواتانول، بیوگاز و بیودیزل (Huang *et al.*, 2010). بسیاری از جلبک‌ها مقادیر زیادی ذخایر روغنی تولید می‌کنند که به‌راحتی می‌تواند به بیودیزل تبدیل شوند. جلبک‌ها از ساده‌ترین موجودات واجد کلروفیل هستند که با فتوسنتز مواد آلی را می‌سازند. جلبک‌ها دارای رشد سریع

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: khosravi_rineh@yahoo.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.12.8]

بوده و بخشی از انرژی دریافتی را به بیوماس تبدیل می‌کنند. پتانسیل تولید ترکیبات روغنی در جلبک‌ها به میزان ۴۰ تا ۶۰ تن در هکتار در طی یک سال در آب و هوای گرمسیری یا نیمه گرمسیری می‌باشد. نکته قابل توجه در مورد ریزجلبک‌ها استفاده از فاضلاب برای پرورش آن‌هاست. به این ترتیب می‌توان هم مسئله آلودگی فاضلاب را با پرورش میکروجلبک‌ها برطرف نمود و هم یک منبع ارزان‌قیمت و رایگان برای تولید بیوماس میکروجلبک و در پی آن انرژی پیدا کرد (Xiaodong *et al.*, 2009). تحقیق و پیگیری استفاده از کشت جلبک‌ها در تولید انرژی تجدیدپذیر در دهه ۱۹۷۰ افزایش یافت؛ در طی این دهه ایالات متحده برنامه‌ای را جهت تحقیق و توسعه سوخت‌های تجدیدپذیر شامل تولید بیودیزل از ریزجلبک‌ها تدوین نمود. نتیجه این بودکه تولید کم‌هزینه بیودیزل از ریزجلبک‌ها به لحاظ فنی مردود است و نیاز به تحقیقات گسترده‌تری دارد و نیاز به انتخاب سویه‌هایی با دست ورزی ژنتیکی وجود دارد که قادر به تولید لیپید بیشتری باشند (Spolaore *et al.*, 2006; Sheehan *et al.*, 1998).

Chisti در سال ۲۰۰۷ مشخص نمود که تولید گازوئیل زیستی بسیار به صرفه تر از اتانول زیستی می‌باشد چرا که مقدار انرژی گازوئیل زیستی ۱/۶ برابر بیشتر از اتانول زیستی است. تولید زیست‌توده یک پارامتر کلیدی در ارزیابی اقتصادی تولید بیودیزل از جلبک می‌باشد. اگرچه توسعه مهندسی ژنتیک به علاوه تجهیز بیوراکتورها نیز تأثیر بسزایی در افزایش راندمان خواهند داشت (Chisti, 2007). Rosenberg و همکاران در سال ۲۰۰۸ بیان می‌کنند که به منظور انتخاب سویه مناسب جلبک تقریباً ۲۲۰۰۰ تا ۲۶۰۰۰ گونه جلبک دارای کاربرد اقتصادی شناخته‌شده‌اند که از این میان وزارت انرژی ایالات متحده تنها ۳۰۰۰ سویه از ریزجلبک‌ها را به عنوان منبع تولید بیودیزل معرفی نموده است. میزان تولید لیپید به ازای وزن خشک کشت جلبک‌ها تا ۴۴/۳٪ می‌رسد (Rosenberg *et al.*, 2008). Liu و همکاران در سال ۲۰۰۸، تأثیر مقادیر آهن را بر رشد و تجمع لیپید در جلبک *Chlorella vulgaris* بررسی نمودند و دریافتند که افزایش میزان کلات Fe^{3+} سبب تحریک تولید روغن در ریزجلبک گردید و محتوای روغن به ۵۶/۶٪ وزن خشک رسید (Liu *et al.*, 2008). در ایران نیز، پاک نژادی و همکاران در سال ۱۳۹۵ با بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن و pH بر تولید بیومس و محتوای لیپید نشان دادند که جلبک اسپیرولینا ماژور به دلیل تولید بالاترین و بهترین محتوای لیپیدی می‌تواند به عنوان یک کاندید مناسب برای سوخت بیودیزل معرفی گردد (Paknejadi *et al.*, 2018).

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری

با توجه به مطالعات و بررسی منابع، از میان ریزجلبک‌ها گونه‌های *Chlorella vulgaris*، *Scenedesmus obliqus* و *Spirulina platensis* به علت دارا بودن مقادیر قابل توجه لیپید جهت مطالعه تولید بیودیزل انتخاب شدند و به این منظور نمونه‌برداری با استفاده از ظرف‌های شیشه‌ای اتوکلاو شده در شرایط کاملاً استریل شده از آب‌های مناطق مختلفی همچون چشمه عباس‌آباد شازند، رودخانه خنداب، پارک‌های: ملایر، نهاوند و میدان شریعتی اراک در تاریخ‌های مختلف و با فواصل منظم در مقطع زمانی بهار انجام شد. سپس نمونه‌ها پس از ثبت مشخصات به آزمایشگاه منتقل شدند و تا زمان انجام خالص‌سازی با استفاده از واکشت‌های مختلف در فریزر نگهداری شدند زیرا نمونه‌های مذکور در این شرایط پایدارند. نمونه‌ها در محیط کشت و شرایط نوری مناسب با شدت نور ۳۵۰۰ لوکس نوری، درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دوره متناوب نوردهی شامل ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی کشت داده شدند. میزان شدت نور، توسط لامپ‌های سفید ۴۰ واتی فلورسنت که در فاصله ۴۰ سانتی‌متری از سطح قرار داشتند تنظیم گردید و شناسایی گونه‌های حاصل بر طبق کلید شناسایی معتبر پرسکات (Prescott , 1962) انجام شد.

لازم به ذکر است علاوه بر کشت ریزجلبک‌های مذکور، دو نمونه از جلبک دریایی شامل *Padina* sp. و *Sargassum* sp. نیز جهت مقایسه نتایج مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به اینکه امکان تولید آزمایشگاهی این جلبک‌ها به دلیل اندازه بزرگ آن‌ها وجود ندارد، نمونه‌برداری گونه‌های دریایی از سواحل بندر لنگه انجام شد. اطلاعات مربوط به هریک از جلبک‌ها و مکان نمونه‌برداری در جدول ۱ ذکر شده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.12.8]

تهیه محیط‌های کشت

نمونه‌ها پس از ثبت مشخصات هریک در محیط کشت‌های مناسب کشت داده شدند. محیط کشت Zinder (Komarek, 1973) جهت کشت جلبک *Chlorella vulgaris*، محیط کشت Zarrouk (Zarrouk, 1966) جهت کشت جلبک *Spirulina platensis* و محیط کشت Bold Basal Medium (BBM) (Nicholas, 1973) جهت کشت جلبک *Scenedesmus obliques* تهیه شدند.

نحوه خشک‌کردن نمونه‌ها

نمونه‌ها همراه محیط کشت به‌صورت یکنواخت به درون لوله‌های آزمایش منتقل شدند و سپس به مدت ۲۰ دقیقه و با سرعت ۱۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. پس از آن لوله‌ها از دستگاه خارج شده و محیط کشت‌ها دور ریخته شدند و بر روی جلبک‌های درون لوله‌های آزمایش آب مقطر اضافه گردید و مجدداً با دور ۱۵۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ انجام شد. در ادامه پس از دور ریختن آب مقطر رویی، جلبک‌ها از لوله خارج شده و در درون یک ویال استریل قرار گرفتند و به دستگاه انکوباتور منتقل شدند. دمای انکوباتور ۳۷-۳۵ درجه سانتیگراد تنظیم گردید و به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت درب ویال را باز گذاشته تا نمونه‌های مورد نظر خشک شدند. جهت پودر کردن ریزجلبک‌ها از دستگاه پمپ وکیوم خلأ و شستشو با آب مقطر و در مرحله ی پایانی از خشک کن اسپری درایر و فیلترهای مخصوص استفاده شد و در نهایت پودر کنسانتره یکنواخت به دست آمد. جهت خشک‌کردن جلبک‌های سارگاسوم و پادینا از خشک کن دوار استفاده شد و در پایان به کمک آسیاب پودر گردید.

تهیه عصاره متانولی

مقدار ۲۵ گرم از پودر آسیاب شده توسط دستگاه Soxhlet با استفاده از ۲۵۰ سی سی متانول به مدت ۲۴ ساعت عصاره‌گیری شد. عصاره توسط دستگاه روتاری Heidoloh مدل ۴۰۰۳ Laborota تحت فشار خلأ تا حجم۱۰ سی سی غلیظ شد. سپس عصاره تغلیظ شده به وسیله جریان هوا در زیر هود کاملاً تغلیظ شد و به صورت یک ماده گریسی درآمد. این عصاره در ظروف دربسته در فریزر نگهداری شد.

روش اندازه‌گیری لیپید

در این تحقیق انواع متیل استر اسیدهای چرب با کروماتوگرافی گازی با شناساگر طیف‌سنجی جرمی تعیین گردید. به این منظور مقدار ۲g از عصاره داخل لوله آزمایش به ابعاد ۲۲×۲۷۵ mm ریخته شد و به آن ۲ml اتانول اضافه گردید و پس از خوب تکان دادن، مقدار ۱۰ml محلول ۸ مولار اسیدکلریدریک به لوله آزمایش اضافه شد. پس از بستن درب لوله مجدداً خوب تکان داده شد و سپس در حمام ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ دقیقه قرار گرفت. در ادامه لوله از حمام خارج شد و سریع به آن ۱۰ml اتانول اضافه گردید و خوب به هم زده شد و در حمام دیگر تا رسیدن به دمای محیط، سرد شد. سپس محتویات لوله ۲ بار و هر بار با ۱۵ml دی اتیل اتر استخراج گردید و داخل بالن ۱۰۰ml میلی‌لیتر ریخته شد. محتویات لوله بار دیگر با ۱۵ml پترولیوم اتر استخراج شده و به بالن منتقل گردید. سپس حلال درون بالن با استفاده از روتاری تبخیر شده و از روی اختلاف وزن حاصل، مقدار چربی محاسبه گردید. در نهایت به منظور آنالیز اسیدهای چرب به ازای هر یک گرم نمونه جلبک خالص ۱۰ میلی‌لیتر پترولیوم اتر به آن اضافه گردید. سپس به سیستم کروماتوگرافی کاغذی (GC) مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله (FID) مدل Varian و ستون BPX-70، 0.25µM، 1000M، 0.22 MM× و گاز حامل نیتروژن با شدت 1 ml/min تزریق شدند. سپس منحنی کروماتوگرام مربوط به هر اسید چرب رسم گردید. زمان بازداری به هر اسید چرب با منحنی استاندارد مقایسه گردید. در نهایت بر اساس سطح زیر منحنی نوع و میزان اسید چرب موجود در هر جلبک مورد سنجش قرار گرفت (Gorjizade *et al.*, 2016; Dieffenbacher and Pocklington,1992).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.12.8]

نتایـج

محتوا و ترکیب اسید چرب متفاوتی در گونه‌های مختلف در مقالات با توجه به شرایط محیطی گزارش شده است. میزان اسید چرب اشباع در گونه‌های مختلف تفاوت بسیاری را نشان داد. بیشترین میزان اسید چرب اشباع در گونه .*Sargassum* sp (۶۰/۶٪) و کمترین میزان اسید چرب اشباع در گونه *Chlorella vulgaris* (۲۱/۷۹%) مشاهده گردید. اسیدهای چرب اشباع اسید لائوریک (C12:0)، اسید مریستیک (C14:0)، اسید پنتا دسیکلیک (C15:0)، اسید پالمتیک (C16:0) و اسید استئاریک (C18:0) در تمامی گونه‌ها در میزان متفاوت به طور مشترک مشاهده گردیدند (جدول ۱).

بیشترین میزان اسید چرب غیر اشباع در گونه *Chlorella vulgaris* مشاهده گردید. در گونه‌های آب شیرین و ریزجلبک‌ها اسید لینولنیک (C18:3) دارای بیشترین مقدار و در گونه‌های دریایی بیشترین میزان اسید چرب غیر اشباع مربوط به اسید اولئیک (C18:1) می‌باشد. تنوع اسیدهای چرب اشباع نیز در گونه‌ها متفاوت است.

جدول ۱. میزان و نوع اسیدهای چرب در گونه‌های مورد مطالعه

اسید چرب	*Spirulina platensis* (% ww^{-1})	*Chlorella vulgaris* (% ww^{-1})	*Scenedesmus obliquus* (% ww^{-1})	*Sargassum sp.* (% ww^{-1})	*Padina sp.* (% ww^{-1})
C4:0	-	-	۰/۲۷	-	-
C6:0	-	-	۰/۲۴	-	-
C8:0	-	-	۰/۳۷	-	-
C10:0	-	-	۰/۰۷	-	-
C11:0	-	-	۰/۱	-	-
C12:0	۱/۴	۰/۷۲	۱/۷۱	۸/۵۴	۱/۶
C14:0	۱/۰۷	۱/۰۴	۰/۲۵	۸/۴۵	۴/۴
C14:1	-	-	۰/۱۰۸	-	-
C15:0	۰/۶۹	۰/۵۳	۰/۰۵۱	۱/۲۵	۰/۶۷
C15:1	-	-	۰/۶۷	-	-
C16:0	۴۱/۷	۱۷/۶	۱۶/۱۶	۳۶/۵	۲۶/۷
C16:1	۴/۲	۸/۵	۱۱/۱	۱/۲	۶/۲
C17:0	-	-	۲/۳	۰/۵۱	-
C18:0	۴/۳	۱/۶۴	۶/۱	۵/۲	۵/۰۴
C18:1	۴	۷	۱۱/۲۵	۱۵/۹۲	۲۵/۹۴
C18:2	۱۸/۶	۱۳/۷	۹/۲۸	۴/۵	۷/۸۴
C18:3	۲۲/۹۲	۴۷/۹	۳۷/۷۲	۲/۱	۶/۵۴
C20:0	-	۰/۲۶	۰/۶	۱/۴	۵/۶
C20:1	-	-	-	-	۱/۲
C20:3	۰/۴۵	۰/۶۳	-	۲/۵	۵/۰۱
C20:5 (EPA)	-	-	۳/۴	-	-
C22:0	-	-	۰/۰۳	-	-
C22:1	-	۰/۴۲	۰/۰۳	۱/۵	۳/۱
C22:6 (DHA)	-	-	۲	-	-
درصد اسید چرب اشباع	۴۹/۱۶	۲۱/۷۹	۲۵/۹۵	۶۰/۶	۴۴/۰۱
درصد اسید چرب غیراشباع	۵۰/۱۷	۷۸/۱۵	۶۸/۵۸	۲۷/۷۲	۵۵/۸۳
نسبت اسید چرب اشباع/غیراشباع	۰/۹۷	۰/۲۷	۰/۳۷	۱/۶۰	۰/۷۸
تعداد اسیدهای چرب	۱۰	۱۲	۲۲	۱۳	۱۳

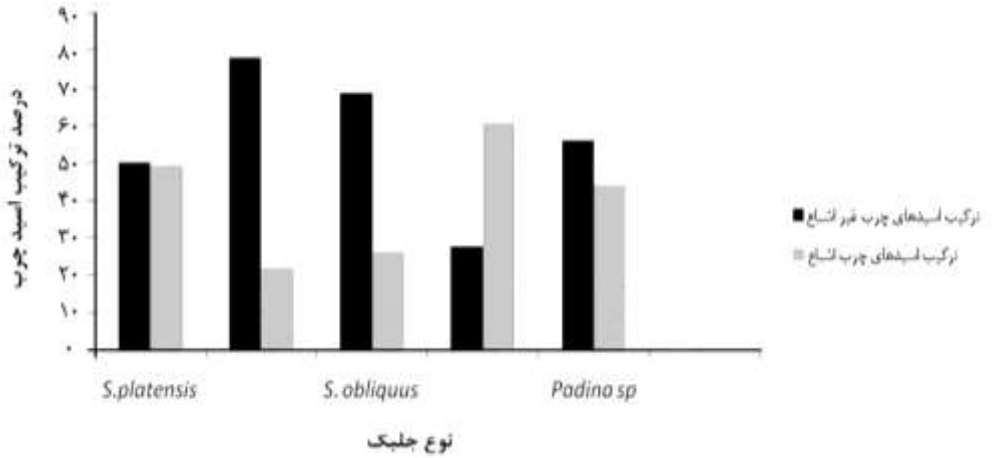
ww^{-1}، درصد وزن اسید چرب به وزن کل نمونه.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

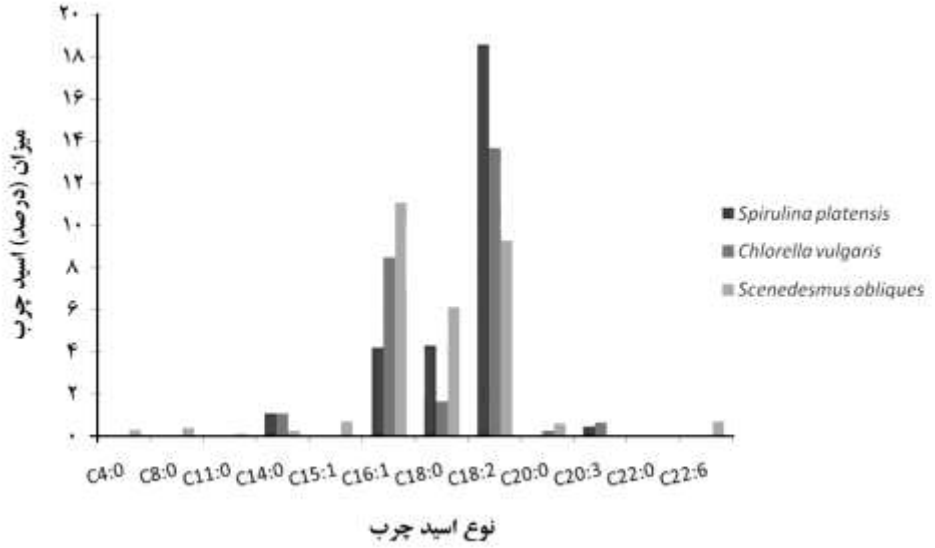
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.12.8]

بیشترین تنوع در تعداد اسیدهای چرب در گونه *Scenedesmus obliquus* وجود داشت که در حدود ۲۲ نوع متفاوت دیده شد. درحالی‌که در دو گونه دریایی. *Sargassum* sp و .*Padina* sp ۱۳ نوع متفاوت دیده شد و این تعداد در دو گونـه ریزجلبـک آب شیرین *Chlorella vulgaris* به ۱۲ نوع اسید چرب و گونه *Spirulina platensis* به ۱۰ نوع اسید چرب رسید. دامنه اسیدهـای چرب اشباع از C12 تا C22 در اکثر گونه‌ها و برای گونه *Scenedesmus obliquus* از C4 تا C22 و دامنه اسـیدهای چـرب غیـر اشباع از C14 تا C22 گزارش گردید. هم‌چنین دامنه اسیدهـای چـرب غیـر اشـباع چندگانـه در محـدوده C18 تـا C22 اسـت. بیشترین میزان اسید چرب اشباع چندگانه EPA و DHA در گونه *Scenedesmus obliquus* گزارش گردید (شکل ۱ تا ۳).

بیشترین میزان اسید چرب غیر اشباع در گونه‌های دریایی متعلق بـه اسـید اولئیـک (C18:1) و در گونـه‌هـای ریزجلبـک آب شیرین متعلق به اسید لینولنیک (C18:3) است. بیشترین درصد اسیدهای چرب دارای یک باند غیـر اشـباع در گونـه دریـایی .*Padina* sp و بیشترین میزان اسید چرب دارای دو باند غیراشباع در گونه *Spirulina platensis* برابر با ۱۸/۶٪ اندازه‌گیری شد (شکل۱). همچنین بیشترین میزان اسید چرب دارای سـه بانـد غیـر اشـباع در گونـه *Chlorella vulgaris* برابـر بـا ۴۸/۵۳ ٪ اندازه‌گیری گردید (شکل۲). اسیدهای چرب غیر اشباع دارای باندهای چندگانه تنها در گونه *Scenedesmus obliquus* مشاهده شد. در جلبک‌های آب شیرین بیشترین ترکیب اسید چرب مربوط به انواع اسیدهای چرب غیر اشباع است؛ اما در جلبک‌هـای دریایی اسیدهای چرب اشباع میزان بالاتری را به خود اختصاص داده‌اند.



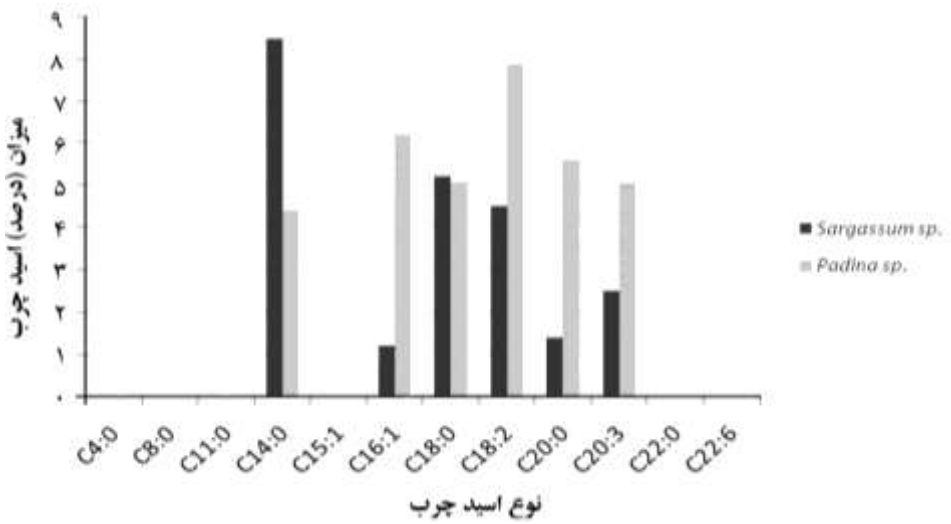
شکل ۱. نمودار میله‌ای ترکیب اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در گونه‌های مورد مطالعه



شکل ۲. نمودار مقایسه درصد ترکیب اسیدهای چرب در ریزجلبک‌ها

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.12.8]



شکل۳. نمودار مقایسه درصد ترکیب اسیدهای چرب در جلبک‌های دریایی

ریستئولیک (C14:1) و اسید پنتادسیکلینیک (C15:1) تنها در گونه *Scenedesmus obliquuS* مشاهده گردید. اسید پالمیتولئیک (C16:1) و اسید اولئیک (C18:1) جزء اسید چرب‌های غالب هستند که در تمامی گونه‌ها شناسایی شدند. اسیدهای چرب EPA (C20:5) و DHA (C22:6) تنها در گونه *Scenedesmus obliquus* مشاهده گردید.

بحث

سوخت زیستی اولین بار در دهۀ ۷۰ در برزیل تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. برزیلی‌ها از بقایای نیشکر اتانول تهیه کردند و در کنار بنزین آن را به عنوان سوخت کمکی به کار بردند (Chisti, 2010). در انتخاب نوع ریزجلبک مناسب جهت کشت و تولید بیودیزل چند نکته را باید مد نظر داشت: اول اینکه هر گونه جلبک پروفایل اسید چرب مربوط به خود را داراست و رابطه مستقیمی بین درصد اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع با کیفیت روغن تولید شده وجود دارد؛ هر اندازه که میزان اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتر باشد بیودیزل نهایی حساسیت بیشتری نسبت به اکسیداسیون خواهد داشت ولی در سرما ویسکوزیته خود را حفظ می‌نماید اما عدد ستان آن به همان نسبت کمتر خواهد بود (عدد ستان در سوخت‌های دیزلی معادل عدد اکتان بنزین است). در مقابل هر چه میزان اسیدهای چرب اشباع در روغن استخراج شده بیشتر باشد حساسیت در مقابل اکسیداسیون کمتر خواهد بود اما در هوای سرد سریعاً ویسکوزیته خود را از دست می‌دهد و احتمال یخزدگی وجود خواهد داشت در مقابل عدد ستان بالاتری نیز دارند. با توجه به شرایط آب و هوایی می‌توان روغن‌های حاصله را با نسبت مشخصی با هم مخلوط نمود تا سوخت حاصله از کارآیی لازم برخوردار باشد (Yazdani *et al.*, 1397).

تنها گونه‌های اندکی از ریزجلبک‌ها از نظر تولید سوخت زیستی حائز اهمیت هستند. به همین علت جدا کردن گونه‌های جدید و اصلاح ارقام جهت تولید بهینۀ ترکیبات لیپیدی برای دیزل‌های زیستی اهمیت دارند (Schenk *et al.*, 2008).

در نمونه‌های مورد مطالعه میزان متفاوتی از اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع دیده شد. بیشترین درصد اسید چرب غیر اشباع در گونه *C. vulgaris* و بیشترین تنوع اسید چرب در گونه *S. obliquus* دیده شد.

نتایج نشان داد که میزان اسیدهای چرب غیر اشباع در گونه‌های آب شیرین بیشتر از گونه‌های دریایی می‌باشد. نتایج حاصل از پژوهش Gorjizade و همکاران (2016) نیز نشان داد که از لحاظ فراوانی میزان اسیدهای چرب در جلبک آب شیرین *Chaetoceros* sp. استخراج شده از رودخانه بهمن‌شیر، اسید پالمیتولئیک (C16:1) که از گروه اسیدهای چرب غیراشباع با یک باند دوگانه بوده بیشترین مقدار و به میزان ۳۰/۳۳ درصد از کل اسیدهای چرب می‌باشد (Gorjizade *et al.*, 2016).

بیشترین میزان اسید چرب غیر اشباع در گونه *Chlorella vulgaris* مشاهده گردید. در تحقیقات Kachroo و همکاران نشان داده شد که *Chlorella* با نرخ رشد سریع و مقادیر نسبتاً بالایی از اسید چرب غیر اشباع با پیوند دوگانه (PUFA) می‌باشد (Kachroo *et al.*, 2006).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.12.8]

محتوا و ترکیب اسید چرب متفاوتی در گونه‌های مختلف در مقالات با توجه به شرایط محیطی گزارش شده است. میزان اسید چرب اشباع در گونه‌های مختلف تفاوت بسیاری را نشان داد. تنوع اسیدهای چرب اشباع نیز در گونه‌ها متفاوت است. اسیدهای چرب اشباع اسید لائوریک (C12:0)، اسید مریستیک (C14:0)، اسید پنتا دسیکلیک (C15:0)، اسید پالمتیک (C16:0) و اسید استئاریک (C18:0) در تمامی گونه‌ها در میزان متفاوت به طور مشترک مشاهده گردیدند. در گونه‌های آب شیرین و ریزجلبک‌ها اسید لینولنیک (C18:3) دارای بیشترین مقدار و در گونه‌های دریایی بیشترین میزان اسید چرب غیر اشباع مربوط به اسید اولئیک (C18:1) می‌باشد. Hudson و Karis در سال ۱۹۷۴ در گونه *Spirulina platensis* در حدود ۱۳ گونه اسید چرب گزارش کردند که بیشترین میزان مربوط به اسید پالمتیک (C16:0) بوده است (Hudson and Karis, 1974).

براساس نتایج حاصل از این پژوهش بیشترین میزان اسید چرب اشباع در گونه .Sargassum sp (۶۰/۶٪) و کمترین میزان اسید چرب اشباع در گونه *Chlorella vulgaris* (۲۱/۷۹٪) مشاهده گردید که این بیانگر آن است که اسیدهای چرب اشباع در جلبک‌های دریایی نسبت به گونه‌های آب شیرین مقادیر بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند.

Kenyon و همکاران در سال ۱۹۷۲در حدود ۱۱ گونه اسید چرب در گونه *Scenedesmus obliques* گزارش دادند که شامل ۷ اسید چرب غیر اشباع بود و بیشترین میزان مربوط به اسید چرب غیر اشباع (C18:3) بود (Kenyon *et al*., 1972). همچنینSpoehr و Milner در سال ۱۹۴۹ در گونه *C. vulgaris* ۱۲ گونه متفاوت اسید چرب از (C12-C20:3) گزارش کردند که بیشترین میزان اسید چرب متعلق به اسید چرب غیر اشباع (C20:3) بود (Spoehr and Milner, 1949).

Gouveia و Oliveira در سال ۲۰۰۹ در گونه *Spirulina platensis* در حدود ۱۱ گونه اسید چرب، در گونه *C. vulgaris* در حدود ۱۴ و در گونه *Scenedesmus obliquus* ۱۱ گونه اسید چرب گزارش نمودند (Gouveia and Oliveira, 2009).

در این مطالعه در جلبک‌های دریایی *Sargassum* و *Padina* اسیدهای چرب اشباع نسبت به غیر اشباع درصد بالاتری دارند که در تأیید این نتیجه، Helmi و همکاران در یک مطالعه گسترده بر روی ۱۲ جلبک از جمله .*Padina* sp و .*Sargassum* sp استخراج شده از سواحل قطر انواع اسیدهای چرب موجود در آن‌ها را بررسی و گزارش کردند که مقدار اسیدهای چرب اشباع در آن‌ها فراوانی بیشتری دارد (Helmi *et al*., 1997).

براساس کاربرد می‌توان گونه خاصی از جلبک ها را جهت تولید اسید چرب موردنیاز کشت داد. به عنوان مثال در کاربردهای غذایی می‌توان از گونه‌هایی که درصد اسید چرب غیر اشباع بالاتری دارند جهت کشت و استخراج استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح پژوهشی مصوب شورای پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان می‌باشد که بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهش و فناوری واحد آشتیان جهت تأمین منابع مالی مورد نیاز تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابـع

Chisti, Y. 2010. Fuels from microalgae. Biofuelsl. 2: 233-235.

Chisti Y. 2007. Biodiesel from microalgae. Biotechnology. Advances. 25: 294-306.

Dieffenbacher, A., Pocklington, W. 1992. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives 1St Supplement. 7th revised and enlarged edition. Blackwell Scientific Oxford. 171 p.

Gorjizade, H., Sakhai, N., Doostshenas, B., Ghaemi, K., Archangi, B. 2016. Investigating the profile of microalgae fatty acids of *Spirulina* sp., *Chlorella* sp. and *Caetoceros* sp. and Introducing them as potential new sources for the extraction of omega-3 and omega-6. Monthly Journal of South Medicine. 19(2): 212-224. (in Persian)

Gouveia, L. 2011. Microalgae as a feedstock for biofuels. In: Microalgae as a Feedstock for Biofuels. SpringerBriefs in Microbiology. Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 1-69.

Gouveia, L., Oliveira, A.C. 2009. Microalgae as a raw material for biofuels production. Journal of Industerial Microbiology and Biotechnology. 36(2): 269-74.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.12.8]

Helmi, I., Heiba, Hala, S., Al-Easa, Abdel-Fattah, M., Rizk, AF. 1997. Fatty acid composition of twelve algae from the coastal zones of Qatar. Plant Foods for Human Nutrition. 51: 27-34.

Huang, G.H., Chen, F., Dong, W., Zhang, X.W., Chen, G. 2010. Biodiesel production by microalgal biotechnology. Applied Energy. 87: 38-46.

Hudson, B.J.F., Karis, I.G. 1974. The lipids of the algae *Spirulina*. Journal Sciences of Food Agriculture. 25: 759-763.

Kachroo, D., Singh, Jolly, S.M., Ramamurthy, V. 2006. Modulation of unsaturated fatty acids content in algae Spirulina platensis and Chlorella minutissima in response to herbicide SAN 9785. Electronic Journal of Biotechnology. 9: 386-390.

Kenyon, C.N., Rippka, R., Stanier, R.Y. 1972. Fatty acid composition and physiological properties of some filamentous blue green algae. Archive for Microbiology. 83: 216-236.

Komarek, J. 1973. Culture collections. In: Carr N.G. and Whitton B.A. The biology of blue- green algae. Blackwell Scientific publication. pp. 519-524.

Liu, Z.Y., Wang, G.C., Zhou, B.C. 2008. Effect of iron on growth and lipid accumulation in Chlorella vulgaris. Bioresources Technology Journal. 99(11): 4717-4722.

Nichols, H.W. 1973. Growth media – freshwater. In: Stein, J.R. (ed.). Handbook of Phycological Methods–Culture Methods and Growth Measurements. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 7-24.

Paknejadi, M., Malekahmadi, F., Soltani, N. 2018. Effect of different amounts of nitrogen and pH on biomass production, lipid content and fatty acid composition in *Spirulina major*. Journal of Aquatic Ecology. 8(2): 14-30.

Prescott, G.W. 1962. Algae of the Western Great Lakes Area. 2nd edition. Wm.C. Brown Co., Dubuque, Iowa. 977 p.

Rosenberg, J.N., Oyler, G.A., Wilkinson, L., Betenbaugh, M.J. 2008. A green light for engineered algae: redirecting metabolism to fuel a biotechnology revolution. Current Opinion in. Biotechnology. 19: 430-436.

Schenk, P.M., Skye, R., Thomas-Hall, S.R., Marx, U.C., Mussgnug, J.H., Posten, C., Hankamer, B. 2008. Second Generation Biofuels: High-Efficiency Microalgae for biodiesel production. Bioenergy and Biofuel Journal Research. 1: 20-43.

Sheehan, J., Dunahay, T., Benemann, J., Roessler, P.G. 1998. US Department of Energy's Office of Fuels Development, July 1998. A Look Back at the US Department of Energy's Aquatic Species Program–Biodiesel from Algae, Close Out Report TP-580-24190. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory.

Spoehr, H.A., Milner, H.W. 1949. The chemical composition of *Chlorella*; Effect of environmental conditions. Plant Physiollogy. 24(1): 120-149.

Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E., Isambert, A. 2006. Commercial applications of microalgae. Journal of Bioscience and Bioengineering. 101: 87-96.

Xiaodong, D., Yajun, L., Xiaowen, F. 2009. Microalgae: A promising feedstock for biodiesel. African Journal of Microbiology Research. 3(13): 1008-1014.

Zarrouk, C. 1966. Contribution à l'étuded'unecyanophycée. Influence de divers' facteurs physiques et chimiquessur la croissance et la photosynthèse de Spirulina maxima. Ph.D. Thesis, Université de Paris, Paris.

Yazdani, M., Khosravi, M., Ahmadi, A. 2018 .The study of fatty acids and biodiesel production potential in some microalgae at different habites. Journal of Applied Biology (Iran). 31(3): 152-160. (in Persian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.3.12.8]