# اهمیت و کاربرد جلبک در تولید سوخت‌های زیستی

مهرشاد نظرپور[۱]، احمد تقی زاده علی سرایی[*۲]، علی‌اصغر تاتاری[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲. دانشیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳. دانشجوی دکتری تخصصی صنایع سلولزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

## چکیده

در سال‌های اخیر، به سبب دلیل کاهش ذخایر سوخت‌های فسیلی، نیاز جهانی برای انرژی افزایش یافته است. مشکلات آلودگی محیط‌زیست و حمل‌ونقل سوخت‌ها، مواد شیمیایی استخراج‌شده از نفت، گرم شدن زمین و انتشار گازهای گلخانه‌ای مانند کربن دی‌اکسید، متان و نیتروژن مونوکسید گسترش پیداکرده است. به سبب این مشکلات، مطالعات ویژه‌ای با تمرکز بر جایگزین کردن سوخت‌های زیستی به‌جای سوخت‌های فسیلی در حال انجام است. ریز جلبک‌ها بزرگ‌ترین میکروارگانیسم‌های اتوتروفیک با زندگی گیاه مانند، در جهان هستند. در این میان، سوخت‌های حاصل از ریزجلبک دارای اهمیت زیادی هستند، زیرا ریزجلبک‌ها دارای سرعت رشد زیادی هستند، در زمین‌های غیرقابل کشت (شور و کم آب) کشت می‌شوند. ریز جلبک‌ها از طریق سنتز زندگی می‌کنند و به دلیل نرخ رشد بالای خود به سرعت می‌توانند مقادیر فراوانی چربی را نسبت به سایر گیاهان تولید کنند و هم‌زمان با تغییر مسیرهای سنتز برای ذخیره‌سازی به‌عنوان چربی‌های طبیعی استفاده شوند. روغن ریزجلبک‌ها و زیست‌توده مصرفی به‌عنوان مواد اولیه و منابع بالقوه خوب برای زیست دیزل پیشنهادشده است. انرژی ذخیره‌شده در چربی موجود در ریزجلبک‌ها دو برابر اتم‌های کربن در کربوهیدرات‌ها است که به‌طور مستقیم به دو برابر انرژی سوختی تبدیل می‌شود. بنابراین، ریزجلبک‌ها بیشتر از سایر گیاهان برای تولید سوخت‌های زیستی مناسب هستند.

**واژه‌های کلیدی:** *ریزجلبک، سوخت زیستی، سوخت فسیلی، گازهای گلخانه‌ای، محیط‌زیست.*

***نویسنده مسئول:** ahmadtza@gmail.com

# اهمیت و کاربرد جلبک در تولید سوخت‌های زیستی

## مقدمه

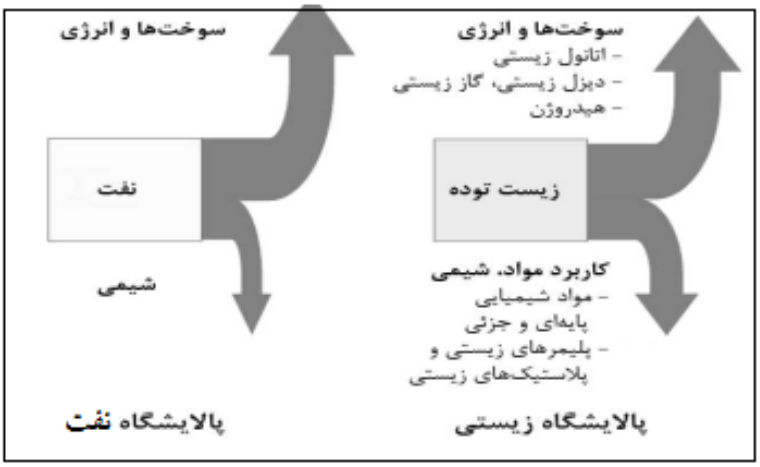
با توجه به توسعه کشورهای دنیا، انرژی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مهم درحرکت چرخه اقتصادی آن‌ها بوده و لذا تولید و مصرف انرژی روند افزایشی داشته است. مصرف فعلی انرژی در جهان، بشر را با دو بحران بزرگ آلودگی محیط‌زیست ناشی از سوخت‌های فسیلی و کاهش منابع نفتی روبه‌رو کرده است. با توجه به دلایل فوق از دیدگاه اقتصادی، حفظ منابع موجود و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی دست‌یابی به منابع تجدید پذیر با آلایندگی کمتر به‌جای منابع نفتی امری مهم محسوب می‌گردد [۱]. در سال‌های اخیر مواد لیگنوسلولزی از مهم‌ترین منابع زیست‌توده در جهان شناخته‌شده است که دارای پتانسیلی گسترده و با دسترس‌پذیری زیاد برای تولید سوخت‌های زیستی، مواد شیمیایی ویژه و پلاستیک‌های زیستی[1] از طریق فناوری‌های پیشرفته، تبدیل و جداسازی هست. چوب مهم‌ترین ماده اولیه سلولزی در صنایع خمیر و کاغذ است که بیش‌ترین استفاده را در تولید خمیرکاغذ، بیش از سایر مواد سلولزی دارد. از سلولز، همی‌سلولزها، لیگنین و مواد استخراجی بعد از تیمارهای ویژه، مواد شیمیایی متنوعی استخراج می‌شود که هر یک کاربردهای متنوعی دارند و یا به‌عنوان ماده اولیه در صنایع مختلف استفاده می‌شوند [۲ و ۳]. مواد اولیه برای پالایشگاه‌های زیستی، پسماندهای کشاورزی مانند کاه گندم، چاودار، غلات، ذرت، باگاس نیشکر و ذرت می‌باشند؛ همچنین سایر گیاهان از پتانسیل مطلوبی برای پالایش زیستی برخوردار می‌باشند. جداسازی اولیه زیست‌توده به گروه‌های اصلی مواد خام جهت سهولت استفاده در سیستم پالایش زیستی ضروری می‌باشد. سپس این مواد باید به واسطه‌های صنعتی و فرآورده‌های نهایی تبدیل شوند [۴]. مشتقات پالایش زیستی شامل طیف وسیعی از فراورده‌های باارزش افزوده زیاد مانند سوخت‌های زیستی، زایلیتول، فورفورال، پلاستیک‌های زیستی و ... می‌باشد. مهم‌ترین فرآورده این فناوری، نوعی از سوخت‌ها هستند که از منابع زیست‌توده به دست می‌آیند. این سوخت‌ها شامل اتانول مایع، متانول، بیودیزل و سوخت‌های دیزل گازی همچون هیدروژن و متان است. از منابع اولیه تولید این سوخت‌ها می‌توان به ضایعات چوبی، تفاله‌های محصولات کشاورزی، نیشکر، غلات، روغن گیاهان و سبزیجات اشاره کرد [۵، ۶]. امروزه بیشتر کشورها در بخش انرژی، نیاز و تقاضای خود را به‌سوی استفاده ازاین‌گونه سوخت‌ها سوق می‌دهند. معضل‌هایی مانند آلودگی زیاد محیط‌زیست، سوخت‌های فسیلی که به‌نوبه خود سبب بر هم خوردن شرایط اکولوژیک می‌شوند. محدود بودن ذخایر سوخت فسیلی، سبب شده است تا به این نوع انرژی‌ها بیش‌ازپیش توجه شود.

سوخت جلبک یا زیست‌سوخت نسل سوم نوعی سوخت زیستی است که از جلبک تولید می‌شود. در هنگام نورساخت، جلبک‌ها و دیگر نورسازنده‌ها، گاز کربن دی‌اکسید و نور خورشید را دریافت کرده و آن را به اکسیژن و زیست‌توده تبدیل می‌کنند [۶]. بسیاری از شرکت‌ها و سازمان‌های تحقیقاتی در تلاشند تا با فراوری اقتصادی سوخت جلبک، هزینه‌ها را کاهش دهند. فراوری سوخت زیستی از جلبک، کربن دی‌اکسید موجود در هواکره را کاهش نمی‌دهد زیرا کربن دی‌اکسید گرفته شده توسط جلبک، با سوزاندن سوخت جلبک به هواکره بازمی‌گردد. قیمت زیاد نفت، رقابت شدید برای تأمین خوراک و منابع سوخت زیستی و بحران جهانی غذا، علاقه به ساخت جلبک کشاورزی را برای تأمین دانه‌های روغنی، بیودیزل، زیست‌الکل و زیست‌اتانول، زیست‌بنزین، زیست‌متانول، زیست‌بوتانول و دیگر زیست‌سوخت‌ها را افزون کرده، به همین دلیل زمین‌های بکار رفته برای فراوری این فراورده‌ها زمین‌های مناسبی برای کشاورزی نیستند [۷].

1Bio-plastic

### پالایشگاه‌های زیستی

پالایش زیستی به فرایندهایی اطلاق می‌شود که از تبدیل زیست‌توده برای تولید سوخت، انرژی و مواد شیمیایی بهره می‌گیرند. مفهوم پالایش زیستی مشابه پالایش‌های امروزی متداول برای نفت است که سوخت و محصولاتی گوناگون از نفت تولید می‌کنند. در حال حاضر پالایش زیستی به‌عنوان امیدوارکننده‌ترین روش برای ایجاد صنایع بومی جدید و بر پایه مواد زیستی مطرح است. پالایش زیستی می‌تواند از طریق تولید محصولات گوناگون، از تفاوت موجود در اجزاء زیست‌توده و واسطه‌های شیمیایی بهره برده و ارزش حاصل از زیست‌توده ورودی را به حداکثر خود برساند [۸، ۹]. تولید سوخت‌های زیستی از طریق تخمیر قندهای زیست‌توده لیگنوسلولزی است. اما زمانی این تولید آسان می‌شود که عناصر اصلی زیست‌توده (سلولز، همی‌سلولز و لیگنین) به‌صورت خالص جداسازی شود. خالص‌سازی این عناصر بسیار سخت خواهد بود، چون ساختار زیست‌توده بسیار پیچیده است [۱۰]. بنابراین چالش اولیه حال حاضر برای توسعه پالایش زیستی مواد لیگنوسلولزی، جزء جزءسازی زیست‌توده به بخش‌های اصلی این مواد (سلولز، همی‌سلولز و لیگنین) و با خلوص زیاد می‌باشد [۱۱، ۱۲]. در شکل ۱ اصول پایه‌ای و تفاوت‌های بین پالایشگاه زیستی و پالایشگاه نفتی به‌طور مختصر آورده شده است. در پالایشگاه زیستی تبدیل زیست‌توده به سوخت‌ها و مواد شیمیایی مبتنی بر دو رویکرد زیست‌شیمیایی و گرمایی- شیمیایی می‌باشد.




**شکل ۲- پالایشگاه نفت در مقایسه با پالایشگاه زیستی [۲].**

### معرفی جلبک

جلبک‌ها یکی از قدیمی‌ترین اشکال حیات می‌باشند که فاقد ریشه، ساقه و برگ هستند. جلبک‌ها دارای کلروفیل a به‌عنوان رنگدانه اولیه سنتزی هستند و فاقد هرگونه توسعه فراساختاری سلولی بوده و سامانه ساده آنها برای سازگاری با شرایط محیطی مناسب می‌باشد. ریز جلبک‌ها شامل همه تک سلولی‌ها و میکروارگانیسم‌های چند سلولی ساده دربردارنده ریزجلبک‌های پروکاریوت مانند سیانوباکتری‌ها و ریزجلبک‌های یوکاریوت مانند جلبک‌های سبز، قرمز و دیاتومه‌ها هستند [۱۳].

### روش‌های تأمین محیط کشت برای جلبک

ازآنجاکه مکمل گلوکز بیشتر هزینه متوسط کشت جلبک را تشکیل می‌دهد (تا حدود ۸۰ درصد)، کاهش هزینه با جستجوی گزینه‌های دیگر از منابع کربن آلی ارزان‌قیمت، علاوه بر رویکردهای دیگر مانند مقیاس تولید برای کاهش هزینه توسط محققین موردتوجه بوده است. قیمت نشاسته از محصولاتی مانند ذرت نصف هزینه گلوکز است و در صورت جایگزینی گلوکز با نشاسته می‌توان هزینه متوسط را

به ۴۰ درصد کاهش داد. برای کاهش بیشتر هزینه‌ها، بسیاری از گزینه‌های اضافی منابع کربن آلی مورد آزمایش قرار گرفتند و به‌جای گلوکز و نشاسته، ازجمله پساب کارخانه‌ها نیشکر امکان‌سنجی شده‌اند. فاضلاب‌های صنعتی یا شهری با مقدار کربن آلی فراوان ممکن است گزینه‌های ایدئال گلوکز برای حمایت از میکرو جلبک‌های هتروتروفیک باشد، اما تاکنون شواهد اندکی برای تأیید حدس و گمان مطرح شده است. مواد مغذی غنی در این فاضلاب‌ها شامل نیتروژن، فسفات، و مواد کربنی آلی، بسته به منابع مختلف نیز متغیر است. این فاضلاب‌ها نگرانی‌های جدی برای محیط‌زیست ایجاد می‌کنند و باید قبل از رها شدن با آن‌ها تصفیه شوند. به‌طور بالقوه، میکرو جلبک‌های در حال رشد در چنین فاضلاب‌هایی می‌توانند به اثبات برسند که مواد موجود در آن‌ها به‌اندازه کافی مطلوب است. بنابراین غربالگری و سازگاری به‌عنوان یک ابزار مهم برای به دست آوردن گونه‌های میکرو جلبک مقاوم است [۱۴].

### استفاده از جلبک‌های اصلاح‌شده ژنتیکی

بهره‌وری زیاد و تولید لیپید و همچنین پروفایل‌های لیپیدی بهبودیافته برای تولید بیودیزل از مهم‌ترین جنبه‌های کلیدی برای تولید اقتصادی و پایدار سوخت‌های زیستی جلبک است. بهبود گونه‌ها از طریق جهش و مهندسی ژنتیک برای دستیابی به این هدف پیشنهاد و استفاده می‌شود. بااین‌حال، قبل از استفاده جلبک‌های اصلاح‌شده ژنتیکی در دستگاه‌های تولید در مقیاس بزرگ می‌توانند در خارج از آزمایشگاه پرورش داده شوند. ایمنی استفاده از آن‌ها به‌ویژه تأثیراتی که این ارگانیسم‌ها ممکن است بر محیط‌زیست داشته باشند، باید برقرار شود. قوانین و مقررات موجود برای رهاسازی گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی برای جلبک‌هایی که وسایل پراکندگی و تولیدمثل آن‌ها با گیاهان گل‌دار تفاوت زیادی دارد، تدوین‌نشده است [۷].

### مزایای کاربرد جلبک در تولید سوخت زیستی

از خصوصیات جلبک‌ها می‌توان به عدم تأثیر منفی بر منابع آب، قابلیت تولید به‌وسیله آب اقیانوس و فاضلاب، تجزیه در طبیعت و بی‌ضرر بودن آن برای محیط‌زیست اشاره کرد. آن‌ها دارای توانایی کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفر از طریق جایگزینی با سوخت‌های فسیلی حاوی هیدروکربن‌ها هستند [۱۵]. درنهایت باید بیان کرد که تولید سوخت زیستی نسل سوم به روش‌های کشت معلق، علی‌الخصوص کشت در استخرهای باز، اقتصادی و زیست‌محیطی نیست، اما امید می‌رود که به کمک راهکارهای ارائه‌شده، یعنی کشت زیست لایه‌ای در پساب، بتوان بر موانع ذکرشده غلبه کرد [۱۶]. باوجود تمامی مضرات برشمرده شده، همچنان تحقیقات برای تجاری کردن کشت حوضچه‌ای ادامه دارد، چراکه جلبک‌ها می‌توانند یکی از بهترین منابع مواد غذایی، همچون امگا ۳ و انواع پروتئین‌ها باشند. علاوه بر آن جلبک‌ها می‌توانند منبع مواد دارویی مختلفی، همچون آستازانتین و بتاکاراتن باشند [۱۷، ۱۸].

### اهمیت جلبک در تولید بیوهیدروژن

تولید بیو هیدروژن توسط میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی و فتوسنتز با استفاده از مواد اولیه غنی از کربوهیدرات و غیر سمی قابل تحقق است. در شرایط بی‌هوازی، هیدروژن به عنوان یک محصول جانبی در هنگام تبدیل ضایعات آلی به اسیدهای آلی تولید می‌شود و سپس برای تولید متان مورداستفاده قرار می‌گیرد. تولید منبع انرژی پاک و استفاده از مواد زائد باعث تولید هیدروژن زیستی یک رویکرد جدید و سودآور برای تأمین نیازهای فزاینده انرژی به‌عنوان جایگزین برای سوخت‌های فسیلی می‌شود. بر اساس این واقعیت‌ها، این بازنگری بر استفاده احتمالی از ضایعات غنی از کربوهیدرات به‌عنوان مواد اولیه، کشت میکروبی، استراتژی‌های فرآوری زیستی و تحولات مهم در تولید بیو هیدروژن متمرکزشده است [۶].

## جلبک برای تولید بیودیزل

با شرایط موجود استفاده از روغن خوراکی که از منابع گیاهی به دست می‌آید، برای تولید بیودیزل امکان‌پذیر نیست. بنابراین میکروجلبک ها برای تولید بیودیزل بسیار مفید و کارآمد به نظر می‌رسد. بیودیزل از روغن‌های طبیعی تولید می‌شود، اما این منابع به‌عنوان یک منبع غذایی نیز مطرح هستند، بنابراین تولید بیودیزل از روغن‌های خوراکی، مناسب نبوده و به لحاظ اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه نیست. منابعی به‌عنوان منبع تولید بیودیزل مناسب هستند که غیرخوراکی بوده و از طرفی قیمت ارزان‌تری داشته باشند. میکرو جلبک‌ها دارای چنین خصوصیاتی هستند و دارای سرعت رشد بالایی بوده و حجم روغن زیادی را در بافت‌های خود ذخیره می‌کنند [۱۵]. میکروجلبک ها از پتانسیل بالایی برای تولید انرژی برخوردار هستند ولی در حال حاضر، هزینه تولید بیودیزل از میکروجلبک به دلیل تولید آزمایشگاهی آن، بیشتر از سایر سوخت‌ها است. برای کاستن هزینه تولید می‌توان از طریق تغذیه میکروجلبک از فاضلاب، استفاده از زیست‌توده باقیمانده از میکروجلبک روغن‌کشی شده در تولید متانول، استفاده از انرژی زیست‌توده باقیمانده در تولید انرژی الکتریسیته اولیه موردنیاز و استفاده از دی اکسید کربن ناشی از سوختن بیودیزل برای تولید میکروجلبک استفاده کرد [۱۹].

## آینده تولید سوخت از جلبک

از طریق بررسی جنبه‌های مختلف فنی و عملیاتی، تولید عمده سوخت‌های زیستی از جلبک با استفاده از محیط کشت‌های مختلف، محققان شاهد پیشرفت‌های قابل‌توجهی در تولید بیودیزل از جلبک، به‌ویژه از میکرو جلبک‌های هتروتروفیک در طی سال‌های اخیر بوده‌اند. در کنار تلاش مستمر، با تمرکز بر کاهش هزینه‌های کل فرآیند از طریق بهبود فنی، استفاده کامل از اجزای زیست‌توده جلبک و مقیاس بندی در تولید، امید می‌رود که فناوری نوآورانه سوخت‌های زیستی از جلبک احتمالاً کاربرد آن را در کارخانه‌های تجاری در مقیاس بزرگ پیدا کند [۱۴].

## نتیجه‌گیری

رشد جمعیت و فنّاوری موجب افزایش تولید پساب و همچنین افزایش مصرف سوخت شده است. با توجه به محدود بودن منابع آب شیرین و ذخایر انرژی، تصفیه پساب و یافتن منابع جدید انرژی ضروری است. ادغام تصفیه پساب با تولید بیودیزل دارای مزایایی برای دو صنعت تصفیه و بیوتکنولوژی و میکرو جلبک‌ها نقطه اتصال این دو صنعت می‌باشند. میکرو جلبک‌ها با مصرف مواد معدنی و آلی موجود در پساب تولید توده زیستی می‌کنند و توده زیستی برای تولید بیودیزل استفاده می‌گردد. میکروجلبک‌ها نسبت به سایر گیاهان روغنی، حاوی درصد بالاتری روغن هستند و می‌توان با فرآیندهای گوناگون روغن آن را به بیودیزل تبدیل کرد. به طور کلی تولید سوخت زیستی با جلبک‌ها دارای مزایای زیادی است، زیرا ریزجلبک‌ها دارا ی رشد سریع هستند و در زمین‌های غیرقابل کشت پرورش داده می‌شوند، نیاز به آب کمی داشته و دی اکسید کربن را کاهش می‌دهند و نسبت به محصولات کشاورزی کاراتر هستند.

## منابع

1. Tan, T., Yu, J., and Shang, F., 2011. Biorefinery Engineering (Comprehensive Biotechnology: Second Edition), Acasemic Press: 815-828.
2. Bajpai, P. 2013. Biorefinery in the pulp and paper technology. Academic Press, 114 pages.
3. Qureshi, N., Hodge, D., & Vertes, A. (Eds.). 2014. Biorefineries: Integrated biochemical processes for liquid biofuels. Newnes.
4. Luque, R., & Clark, J. (Eds.). 2010. Handbook of biofuels production: Processes and technologies. Elsevier.

5. Zoia, L., Salanti, A., Tolppa, E. L., Ballabio, D., and Orlandi, M. (2017). Valorization of side streams from a SSF biorefinery plant: Wheat straw lignin purification study, *BioResources*, 12(1):1680-1696.
6. Kapdan, I. K., & Kargi, F., 2006. Bio-hydrogen production from waste materials. Enzyme and microbial technology, 38(5), 569-582.
7. Borowitzka, M. A., & Moheimani, N. R., 2013. Sustainable biofuels from algae. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 18(1): 13-25.
8. Vishtal, A. and Kraslawski, A., 2011. Challenges in industrial applications of technical lignins. BioResources, 6(3):3547-3568.
9. Tan, T., Yu, J. and Shang, F., 2011. Biorefinery Engineering (Comprehensive Biotechnology: Second Edition), Acasemic Press: 815-828.
10. Sklavounos, E., 2014, Conditioning of $SO_2$-ethanol-water (SEW) spent liquor from lignocellulosics for ABE fermentation to biofuels and chemicals, Doctoral Dissertation, Department of Forest Products Technology, Aalto University, 109 pages.
11. Iakovlev, M., and Heiningen, A.V., 2012a, Kinetics of fractionation by $SO_2$-ethanol-water (SEW) treatment: understanding the deconstruction of spruce wood chips, RSC Advances, 2:3057-3068.
12. Iakovlev, M., and Heiningen, A.V., 2012b, efficient fractionation of spruce by $SO_2$-Ethanol-Water treatment: closed mass balances for carbohydrates and sulfur. ChemSusChem, 5: 1625-1637.
13. Falkowski, P. G., & Raven, J. A., 2013. Aquatic photosynthesis. Princeton University Press.
14. Yi-Feng, C., & Wu, Q., 2011. Production of biodiesel from algal biomass: current perspectives and future. In Biofuels (pp. 399-413). Academic Press.
15. Huang, G., Chen, F., Wei, D., Zhang, X., & Chen, G., 2010. Biodiesel production by microalgal biotechnology. Applied energy, 87(1), 38-46.
16. Richmond, A. (Ed.). 2004. Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology (Vol. 577). Oxford: Blackwell Science.
17. Shimizu, Y., 2000. Microalgae as a drug source. Drugs from the Sea, 30-45.
18. Skulberg, O. M., 2004. 30 Bioactive chemicals in microalgae. Handbook of microalgal culture:
19. Schenk, P. M., Thomas-Hall, S. R., Stephens, E., Marx, U. C., Mussgnug, J. H., Posten, C., & Hankamer, B. 2008. Second generation biofuels: high-efficiency microalgae for biodiesel production. Bioenergy research, 1(1), 20-43.

# Importance and application of algae in biofuel production

Mehrshad Nazarpour[1], Ahmad Taghizadeh-Alisaraei[2*], and Aliasghar Tatari[3]

1. M.Sc. Student in Biosystems Engineering , Department of Biosystems Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3. Ph.D. Student in Cellulosic industries, Faculty of Wood and Paper Engineering, Gorgan University ofAgricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

## Abstract

In recent years, the global demand for energy has increased due to the reduction in fossil fuel reserves. The problems of environmental pollution and transportation of fuels, chemicals extracted from oil, global warming and greenhouse gas emissions such as carbon dioxide, methane and nitrogen monoxide have spread. Because of these problems, special studies focusing on replacing biofuels with fossil fuels are underway. Microalgae are the largest autotrophic microorganisms with plant life in the world. Microalgae fuels, meanwhile, are of great importance because microalgae have a high growth rate and are cultivated in uncultivated areas (saline and low water). Microalgae live through synthesis and because of their high growth rate they can quickly produce significant amounts of fat compared to other plants while being used for storage as natural fats while changing the synthesis pathways. Microalgae oil and biomass consumed have been suggested as good raw materials and potential sources for biodiesel. The energy stored in fat in microalgae is twice that of carbon atoms in carbohydrates, which directly converts to twice the fuel energy. Therefore, microalgae are more suitable for biofuel production than other plants.

**Keywords**: Algae, Biofuel, Fossil Fuels, Greenhouse Gases, Environment.

*Corresponding author
**E-mail:** ahmadtza@gmail.com