

میکرو جلبک ها و سوخت های زیستی

Microalgae & Biofuels

www.ketab.ir

تألیف و ترجمه: الهام قائمی

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد پرند، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان

سرشناسه	: قایمی، الهام، ۱۳۶۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: میکرو جلبک‌ها و سوخت‌های زیستی/ تألیف و ترجمه الهام قایمی.
مشخصات نشر	: قم: آثار نفیس، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۱۱ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول (بخشی رنگی)، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۶۴-۱۷-۰: ریال ۱۰۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: ریزجلبک‌ها -- تکنولوژی زیستی
موضوع	: انرژی زیست توده
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۵ ۹۳/۹/۲۷/TP۲۲۸
رده بندی دیویی	: ۸۸/۶۶۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۱۷۰۰۶



نام کتاب: میکرو جلبک‌ها و سوخت‌های زیستی

تألیف و ترجمه: الهام قائمی (دانشگاه آزاد اسلامی) و پرند، باشگاه پژوهشگران جوان و نخمگان

چاپ اول: ۱۳۹۵

ناشر: انتشارات آثار نفیس

ISBN- 978-600-7964-17-0

شابک:

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق برای مؤلف/ ناشر محفوظ می‌باشد.

▪ آدرس پستی: قم - انتشارات آثار نفیس - صندوق پستی ۳۷۱۶۵/۱۶۵

▪ انتشارات: ۰۲۵۳۲۹۴۴۰۸۱ مدیر مسئول: ۰۹۱۱۵۸۴۴۰۰۷

فروشگاه اینترنتی: www.Shopnafis114.ir - www.Shopnafis114.com

مقدمه

در جهان امروز نیاز به منابع پایدار انرژی به علت افزایش جمعیت، صنعتی شدن و افزایش حمل و نقل‌های درون شهری و برون شهری به سرعت در حال افزایش است. منابع متداول انرژی مانند نفت، گاز و زغال سنگ تجدیدناپذیر بوده و استفاده از آنها به علت انتشار کربن‌دی‌اکسید و سایر گازهای گلخانه‌ای که منجر به تغییرات آب و هوایی می‌گردد؛ برای محیط زیست اثرات مخرب جبران ناپذیری را در پی دارند. کاهش سریع منابع سوخت فسیلی و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر به یافتن منابع پایدار و به صرفه انرژی شده است.

انرژی‌های تجدیدپذیر منابعی نوپا هستند که قابلیت تولید انرژی با کمترین میزان آلاینده (نرخ تولید آلاینده‌ای مانند CO_2 نزدیک به صفر است) را دارند و در حال حاضر ۱۴٪ از انرژی دنیا از طریق این بخش تأمین می‌شود. سناریوهای مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر در ارتباط مستقیم با حفاظت از محیط زیست به عنوان یکی از پارامترهای کلیدی توسعه پایدار می‌باشند. امروزه تقاضا و مصرف در حوزه انرژی در حال افزایش است، لذا حرکت به سمت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر با در نظر گرفتن شاخص‌هایی چون رشد جمعیت، توسعه اقتصادی و توان تکنولوژیکی ضروری به نظر می‌رسد.

بطور کلی انرژی زیستی خود از منابع مختلفی چون گیاهان، باقیمانده‌های جنگل‌ها، بخش کشاورزی، علف‌ها، کودهای حیوانی، زباله‌های آلی، مواد زیستی و جلبک‌ها بدست می‌آید که در این میان گیاهان اصلی‌ترین منبع تأمین آن محسوب می‌شوند. کشت میکروجلبک به عنوان یک منبع جایگزین برای تولید سوخت زیستی به علت سرعت رشد بالا و توانایی تجمع لیپید با کیفیت بالا و کربوهیدرات درون سلول‌هایشان برای تولید سوخت زیستی و اتانول زیستی به ترتیب در سال‌های اخیر توجهات زیادی را به خود جلب کرده است. علاوه بر این، این منبع عالی فواید زیست محیطی زیادی را ارائه داده که از جمله آنها می‌توان به استفاده کارآمد از زمین، حذف CO_2 و تصفیه فاضلاب اشاره کرد. سیستم‌های یکپارچه‌ی تصفیه فاضلاب شهری و تولید سوخت زیستی یک روش پایدار اقتصادی و یک گزینه مناسب برای کاهش بار آلی (c:n:p)، انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش تقاضای انرژی غیرمتمرکز می‌باشد.

میکروجلبک‌ها می‌توانند با روش‌های مختلفی برای تولید سوخت مورد استفاده قرار گیرند. برخی از میکروجلبک‌ها بعد از هضم بی‌هوازی می‌توانند تولید متان کنند. همچنین در بعضی موارد می‌توان از استخراج مستقیم روغن سوختی، انباشته شده درون برخی از گونه‌ها استفاده نمود. برخی دیگر از گونه‌های جلبکی نیز می‌توانند برای تولید هیدروژن مورد استفاده قرار

گیرند.

کتاب حاضر مروری کلی بر ویژگی‌ها و خصایل میکروجلبک‌ها و چگونگی استفاده از آنها به منظور تصفیه‌ی پساب شهری و تولید سوخت می‌باشد. امید است که مجموعه‌ای مفید و قابل استفاده را در اختیار دانشجویان، مهندسين و متولیان امر قرار داده باشیم.

www.ketab.ir

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: تاریخچه ای مختصر از استفاده از میکروجلبک‌ها برای تولید انرژی

- ۱-۱ ۱-۱ مقدمه
- ۳-۱ ۲-۱ پیشگامان
- ۵-۱ ۳-۱ سال‌های اولیه (سال‌های ۱۹۴۰ تا ۱۹۵۰ میلادی)
- ۶-۱ ۴-۱ سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ میلادی
- ۸-۱ ۵-۱ مراجع
- ۱۰-۱

فصل دوم: زیست‌شناسی ریزجلبک‌ها

- ۱۷-۲ ۱-۲ مقدمه
- ۱۹-۲ ۲-۲ زیست‌شناسی ریزجلبک‌ها
- ۲۱-۲ ۳-۲ طبقه‌بندی میکروجلبک‌ها بر اساس چرخه‌ی زندگی
- ۲۱-۲ ۱-۳-۲ فتواتوتروفیک
- ۲۱-۲ ۲-۳-۲ هتروتروفیک
- ۲۱-۲ ۳-۳-۲ میکسوتروفیک
- ۲۱-۲ ۴-۳-۲ فتوهتروتروفیک
- ۲۲-۲ ۴-۲ ویژگی‌ها و سویه‌های مختلف
- ۲۳-۲ ۱-۴-۲ درجه حرارت مطلوب و دامنه تغییرات درجه حرارت
- ۲۵-۲ ۲-۴-۲ تأمین کربن و حدود تغییرات pH و اکسیژن
- ۲۶-۲ ۳-۴-۲ شوری
- ۲۷-۲ ۴-۴-۲ ریخت‌شناسی
- ۲۸-۲ ۵-۴-۲ لیپید و سایر محصولات
- ۲۸-۲ ۵-۲ مراجع

فصل سوم: انواع سیستم‌های کشت

- ۳۵-۳ ۱-۳ مقدمه
- ۳۷-۳ ۲-۳ سیستم‌های برکه باز
- ۳۸-۳ ۳-۳ فتوبیوراکتورهای بسته
- ۳۹-۳

۴۱-۳

۴-۳ مراجع

فصل چهارم: تصفیه پساب شهری و تولید سوخت‌های زیستی توسط جلبک‌ها ۴-۴۷

۴-۴۹ ۱-۴ مقدمه

۴-۵۰ ۲-۴ سامانه‌های تصفیه‌ی فاضلاب به کمک ریزجلبک‌ها

۴-۵۰ ۱-۲-۴ تثبیت ریزجلبک روی لایه‌های دوتایی

۴-۵۱ ۲-۲-۴ فم‌بیوراکتورها

۴-۵۲ ۳-۲-۴ نم‌ریز

۴-۵۴ ۴-۲-۴ تصفیه فاضلاب در حوضچه‌های نرخ بالای کشت جلبک

۴-۵۵ ۱-۴-۲-۴ صفیه نوازی

۴-۵۵ ۲-۴-۲-۴ حث مرز مزی

۴-۵۶ ۳-۴-۲-۴ ضدعقو

۴-۵۷ ۳-۴ طراحی سیستم‌های تصفیه فاضلاب HRAP

۴-۵۸ ۴-۴ برداشت جلبک‌های سیستم‌های تصفیه فاضلاب HRAP

۴-۵۹ ۵-۴ عوامل بیماری‌زا جلبکی

۴-۵۹ ۶-۴ مزایای اقتصادی و زیست محیطی تصفیه فاضلاب و تولید جلبک با HRAP‌ها

۴-۶۰ ۷-۴ تولید سوخت زیستی و تصفیه پساب شهری

۴-۶۱ ۱-۷-۴ بیوگاز متان

۴-۶۲ ۲-۷-۴ سوخت زیستی

۴-۶۲ ۳-۷-۴ اتانول زیستی

۴-۶۳ ۴-۷-۴ نفت خام زیستی

۴-۶۴ ۵-۷-۴ سایر محصولات ارزشمند

۴-۶۴ ۸-۴ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG)

۴-۶۴ ۱-۸-۴ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از جاگزینی سوخت‌های زیستی با

سوخت‌های فسیلی

۴-۶۵ ۲-۸-۴ کاهش انتشار کربن دی‌اکسید از تصفیه خانه‌های فاضلاب از طریق مصرف کمتر

برق

۴-۶۵ ۹-۴ تولید کود

۴-۶۶ ۱۰-۴ مراجع

۷۳-۵	فصل پنجم: تولید سوخت زیستی از میکروجلبک‌ها
۷۵-۵	۱-۵ مقدمه
۷۶-۵	۲-۵ از بیوراکتور تا بیودیزل: مرور فرآیندهای پایین دستی
۸۰-۵	۳-۵ استخراج لیپید به منظور تولید بیودیزل
۸۰-۵	۱-۳-۵ استخراج با حلال آلی
۸۰-۵	۱-۳-۵ اصول پایه‌ای
۸۱-۵	۲-۳-۵ انتخاب حلال‌های آلی
۸۲-۵	۳۰۱-۲-۵ پارامترهای اجرایی
۸۳-۵	۴-۱-۲-۵ اصلاحات در استخراج با حلال آلی
۸۵-۵	۲-۳-۵ استخراج با دیال فوق بحرانی
۸۵-۵	۱-۲-۳-۵ اصول پایه‌ای
۸۸-۵	۴-۵ تخمیر زیست بوده به منظور استحصال اتانول زیستی
۸۹-۵	۱-۴-۵ پیش تصفیه زیست بوده
۸۹-۵	۱-۴-۵ روش فیزیکی
۸۹-۵	۲-۴-۵ روش شیمیایی
۹۰-۵	۳-۴-۵ روش بیولوژیکی
۹۰-۵	۲-۴-۵ هیدرولیز
۹۱-۵	۳-۴-۵ تخمیر
۹۲-۵	۴-۴-۵ استحصال بیو اتانول
۹۲-۵	۵-۵ مراجع
۹۷-۶	فصل ششم: ملاحظات توسعه پایدار تولید بیودیزل با میکروجلبک
۹۹-۶	۱-۶ مقدمه
۱۰۱-۶	۲-۶ ارزیابی توسعه پایدار تولید بیودیزل از میکروجلبک
۱۰۱-۶	۱-۲-۶ چهارچوب تعریف شاخص‌های پایداری
۱۰۳-۶	۲-۲-۶ تعیین مرزهای سیستم برای زنجیره‌ی تأمین بیودیزل از میکروجلبک
۱۰۷-۶	۳-۶ شاخص‌هایی برای تحلیل توسعه پایدار بیودیزل میکروجلبکی
۱۱۰-۶	۴-۶ مراجع

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱. تغییرات انباشت لیپید در ترکیب گونه کلرلا پیرنویدزا در محیط کشت فاقد نیترژن.....	۷-۱
شکل ۲-۱. حوضچه‌های دایره‌ای کشت جلبک در توکیو ژاپن.....	۸-۱
شکل ۳-۱. استخر ساخته شده در فضای باز برای کشت جلبک در درتموند آلمان.....	۹-۱
شکل ۴-۱. تولید تشاری کلرلا، تایوان.....	۱۰-۱
شکل ۱-۳. پلان استخرهای با جریان سریع.....	۳۸-۳
شکل ۲-۳. طراحی اولیه یک فتوبیوراکتور لوله‌ای افقی بسته.....	۴۰-۳
شکل ۳-۳. فتوبیوراکتور عمودی ۴۰۰ لیتری. دانشگاه کنتاکی، لکسینگتون، کی‌وی، آمریکا.....	۴۰-۳
شکل ۱-۴. شماتیک سامانه‌ی تصفیه‌ی فایلاب لایه دوتایی.....	۵۱-۴
شکل ۲-۴. پلان و مقطع یک استخر نرخ بالا با تغذیه کربن دی‌اکسید.....	۵۳-۴
شکل ۳-۴. شماتیک یک سامانه‌ی نهر روباز آبشاری.....	۵۳-۴
شکل ۴-۴. HRAPها در شهرهای (a) سنت هلن و (b) هیکر کالیفرنیا.....	۵۴-۴
شکل ۱-۵. فلوجارت فرآیندهای بالادستی و پایین دستی برای بوخت زیستی.....	۷۷-۵
شکل ۲-۵. ترانس استیفیکاسیون اسیلگلیسرول با متانول و کاتالیز برای تولید بیودیزل.....	۷۹-۵
شکل ۳-۵. تأثیر حلال‌های آلی بر استخراج لیپید از میکروجلبک بوریوکسین براونی: A. کلروفرم/متانول (با نسبت حجمی ۲ به ۱)، B. هگزان/ایزوپروپانول (با نسبت حجمی ۳ به ۲)، C. دی‌کلرواتان/متانول (با نسبت حجمی ۱ به ۱)، D. دی‌کلرواتان/اتانول (با نسبت حجمی ۱ به ۱)، E. استون/دی‌کلرومتان (با نسبت حجمی ۱ به ۱).....	۸۳-۵
شکل ۴-۵. دستگاه سوکسله.....	۸۴-۵
شکل ۵-۵. دی‌اگرام دما و فشار برای کربن دی‌اکسید؛ ناحیه فوق بحرانی در شکل نشان داده شده است.....	۸۶-۵
شکل ۶-۵. دی‌اگرام شماتیک سیستم استخراج لیپید توسط کربن دی‌اکسید فوق بحرانی در مقیاس آزمایشگاهی.....	۸۷-۵
شکل ۷-۵. فلوجارت تولید بیواتانول از میکروجلبک.....	۸۸-۵

- شکل ۶-۱. مدل قابل قبول برای توسعه پایدار ۶-۱۰۱
- شکل ۶-۲. روش متوالی جهت تعریف شاخص‌های توسعه پایدار ۶-۱۰۳
- شکل ۶-۳. مرزهای سیستم از جمله مراحل زنجیره تأمین بیودیزل از ریزجلبک‌ها ۶-۱۰۵

www.ketab.ir

فهرست جداول

صفحه

عنوان

۲۱-۲	جدول ۱-۲. تعاریف اصطلاحات بکار برده شده در این فصل
۳۹-۳	جدول ۱-۳. بازده زیست توده جلبکی برای سیستم‌های برکه باز
۴۱-۳	جدول ۲-۳. بازده زیست توده جلبکی برای سیستم‌های فتوبیوراکتورهای بسته
۶۰-۴	جدول ۱-۴. مقایسه میان HRAP‌های تولید جلبک و HRAP‌های تصفیه فاضلاب
۷۶-۵	جدول ۱-۵. ترکیبات بیش‌شمیایی گونه‌های میکروجلبکی
۷۸-۵	جدول ۲-۵. تکنولوژی‌های مورد استفاده برای مراحل گوناگون تولید بیودیزل از میکروجلبک
۸۶-۵	جدول ۳-۵. ویژگی‌های فیزیکی یک میان متداول در حالت‌های مختلف