کارگاه‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی

آموزش نرم‌افزار Word برای پژوهشگران

روش تحقیق کمی

آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

تولید زیست دیزل از جلبک، راهکاری برای کاهش بیولوژیکی دی-اکسیدکربن

سمیرا لطفی[۱]، محمد پازوکی[*۱]، امیرحسین زمزمیان[۱]، امین حجازی[۲]،لادن رشیدی[۳]

۱- پژوهشگاه مواد و انرژی-کرج، ۲- پژوهشگاه بیوتکنولوژی و کشاورزی- تبریز، ۳- سازمان ملی استاندارد کرج

[*]mpazouki@merc.ac.ir

چکیده :

انرژی، لازمه زندگی و چرخه اقتصادی دنیاست. استفاده از سوخت های فسیلی به علت پایان یافتن منابع و همچنین به سبب ایجاد تجمع گازهای گلخانه ای در محیط به عنوان منابع ناپایدار شناخته می‌شوند. به منظور کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی، استفاده بیشتر از بیودیزل افزایش یافته است. متاسفانه بیودیزل تولید شده از دانه های گیاهی، روغن زاید و روغن‌های حیوانی قادر به جایگزینی سوخت‌های فسیلی نیست. تولید بیودیزل با استفاده از زیست‌توده جلبک به نظر می‌رسد که جایگزین مناسبی برای سوخت‌های فسیلی باشد. میزان تولید روغن در بسیاری از گونه‌های جلبک بیشتر از بهترین دانه‌های گیاهی است. میکروجلبک‌ها، میکروارگانیسم‌های فتوسنتزی هستند که نور خورشید، آب و CO_2 را به شکر تبدیل می‌کند و از آن ماکرومولکول‌هایی مانند لیپیدها و تری‌اسیل‌گلیسرول‌ها بدست می‌آید. تری‌اسیل‌گلیسرول‌ها ماده اولیه قابل اعتماد و پایدار برای تولید بیودیزل می‌باشند. علاوه بر این، استفاده از بیوپالایشگاه‌های میکروجلبک سبب کاهش قیمت تولید بیودیزل از جلبک می-شود. تکنولوژی‌های کربن‌زدایی بر پایه میکروجلبک سبب کاهش قیمت تبدیل و جداسازی کربن می‌شود. در این مقاله به مزایای تولید بیودیزل از جلبک و تاثیر آن بر حذف کربن بررسی شده است و امکان تولید بیودیزل با استفاده از میکروجلبک *دونالیلاسالینا*[۱] با کمک آنزیم *ریزوپوس اریزائی*[۲] با بازده مناسب توضیح داده شده است . میزان تبدیل متیل استر در محصول واکنش ترانس‌استریفیکاسیون ٪۵۸/۷۴ می‌باشد. برای رسیدن به درصد تبدیل بیشتر اثر افزایش متانول و حلال (استن و نرمال هگزان) به محیط واکنش مورد بررسی قرار گرفت که ٪۹۰/۰۳ و ٪۷۱/۹۷ تبدیل اسیدهای چرب آزاد به متیل استر (بیودیزل) بدست آمد.

کلمات کلیدی : بیودیزل، جلبک، آنزیم، حذف دی‌اکسیدکربن

[1] *Dunalilla salina*

[2] *Rhizopus oryzae*

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

جهان به علت کاهش آخرین منابع سوخت‌های فسیلی با بحران انرژی روبرو شده است. ادامه استفاده سوخت-های با پایه فسیلی به علت نقصان منابع و سهم به سزای این سوخت‌ها در آلودگی محیط زیست اکنون به عنوان منابع ناپایدار شناخته شده است. افزایش فاصله بین منابع در دسترس جایگزین نفت خام و تقاضای استفاده از منابع نفتی به عنوان سوخت و محصولات نفتی در سال‌های اخیر، لزوم استفاده از سوخت‌های جایگزین را بیشتر کرده است[۱]. در سناریوی جهانی بیشتر از ۱/۵ تریلیون بشکه نفت خام از زمان اولین حفاری نفت توسط ادوین دراک در سال ۱۸۵۹ تا کنون تولید شده است. این مقدار تنها معادل تقاضای نفت در ۲۵ سال آینده است[۲]. سازمان بین‌المللی انرژی (IEA) گزارش داده است که بر اساس مشاهدات موجود تقاضای اولیه انرژی در جهان در بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۳۰، ۵۵٪ افزایش خواهد یافت، که میزان افزایش متوسط سالانه ۱/۸٪ را نشان میدهد. با توجه به افزایش استفاده از انرژی بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۳۰، سوخت های فسیلی همچنان انرژی قالب و ۸۴٪ از سهم انرژی لازم را تولید خواهند کرد[۳]. انرژی و ذخایر نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۲۵، تقاضای جهان برای نفت تا ۶۰٪ افزایش می‌یابد، در حالیکه ظرفیت تولید به مقدار تولید در سال ۱۹۸۵ کاهش خواهد یافت. اگر دولت‌های سراسر دنیا به سیاست اکنون خود ادامه دهند، جهان تقریبا در سال ۲۰۳۰ به ۶۰٪ انرژی بیشتر از اکنون نیاز خواهد داشت. حمل و نقل با استفاده از ۲۷٪ از انرژی اولیه یکی از سریع‌ترین بخش‌ها در رشد مصرف انرژی است[۳]. با توجه به سرعت مصرف کنونی، منابع نفت فسیلی جهان در کمتر از ۴۵ سال تمام خواهد شد[۴].

۱-۱- نگاهی به ایران

افزایش واردات سوخت لزوم تحقیق در مورد سایر سوخت‌های مایع به عنوان جایگزین دیزل که به مقدار زیادی در صنایع و کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد را نشان می‌دهد. به گفته شانا تولید نفت خام در ایران در بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۸ با ۹/۷٪ افزایش به چهارمیلیون و ۷۵۰ هزار بشکه خواهد رسید و مصرف سوخت در بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۸ با ۹/۳٪ افزایش در سال ۲۰۱۸ به دو میلیون و ۱۵۰ هزار بشکه در روز خواهد رسید[۵]. در حال حاضر میزان تولید نفت خام در کشور ۴ میلیون و ۵۰ هزار بشکه در روز است که از این میزان ۲ میلیون و ۳۵۰ هزار بشکه در روز صادر می‌شود و بقیه به مصرف داخلی می‌رسد. میزان واردات گازوئیل در ایران نیز ۱/۸ میلیون تن است[۶-۷]. سوخت با ۲۵۰ هزار میلیارد ریال و تصادفات ناشی از سیستم حمل و نقل با ۷۰ هزار میلیارد ریال بیشترین هزینه را از سوی دولت به خود معطوف کرده است. علاوه بر این، سهم آلودگی در حمل و نقل و آلودگی محیط زیست ۸۹٪ است که حذف این آلودگی مشکلات و هزینه بالایی را بر دولت تحمیل می‌کند. همچنین گازوئیل مورد استفاده به علت داشتن گوگرد بالا برای سلامت محیط زیست

Archive of SID

www.SID.ir

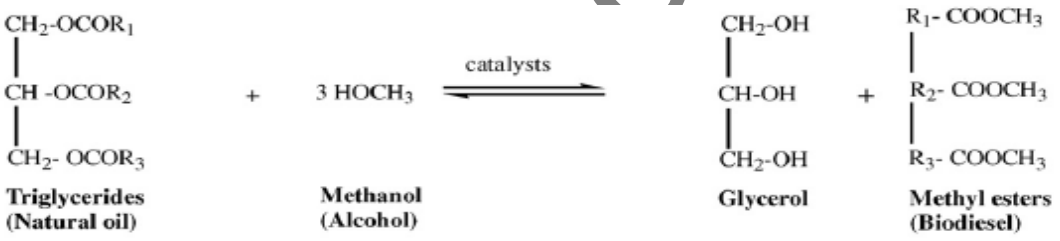
مضر است[۸]. بنابر مشاهدات موجود تولید سوخت جایگزین با تولید آلودگی کمتر که بتواند به کاهش واردات بنزین و نفت کمک کند ضروری به نظر می‌رسد.

۱-۲- سوخت‌های جایگزین دیزل

فعالیت‌هایی برای تولید سوخت جایگزین دیزل به منظور کاهش قیمت نسبت به واردات دیزل در سال‌های اخیر انجام شده است. فرایند تولید بیودیزل از زیست توده کربن طبیعی، اقتصاد را افزایش می‌دهد و غیرآلوده، تجدیدپذیر و از نظر محیطی ایمن است[۹]. تعدادی از مقالات نشان داده‌اند که تری‌اسیل‌گلیسرول ها (TAGها) سوخت جایگزین مناسبی برای دیزل موتورها هستند.

۲- بیودیزل

بیودیزل استرهای منوآلکیل اسیدهای چرب با زنجیره طولانی هستند که از خوراک تجدیدپذیر مانند روغن گیاهی و چربی حیوانات مشتق شده است (شکل(۱). تجدیدپذیری سوخت و غیر سمی بودن بیودیزل از مزایای اولیه بیودیزل است[۱۰].



شکل(۱)- واکنش ترانس استریفیکاسیون تری‌اسیل‌گلیسرول‌ها

استفاده از روغن‌های گیاهی به عنوان سوخت جایگزین، حدود ۱۰۰ سال قدمت دارد. مخترع موتور دیزلی رودلف دیزل[۳] اولین بار روغن بادام زمینی را در موتور احتراق کمپرسور استفاده کرد[۱۱]. دانه های روغنی مانند روغن سویا به عنوان منابع بیودیزل محسوب می‌شوند.

۱-۲- طبیعت‌دوستی بیودیزل

با توجه به ملاحظات محیط زیستی، بیودیزل به عنوان " کربن بی‌اثر" در نظر گرفته می‌شود، زیرا تمام دی-اکسیدکربن آزاد شده در طول مصرف، در طول رشد دانه‌های روغن‌های گیاهی از اتمسفر جدا می‌شوند. بیودیزل از نظر اقتصادی بسیار قابل اعتماد است. مهم‌ترین خصوصیت بیودیزل در مقایسه با سایر سوخت‌های جایگزین،

[3] Rudolph Diesel

Archive of SID

www.SID.ir

توانایی استفاده از آن در موتورهای دیزلی موجود بدون هیچ تغییری است، و می‌تواند با دیزل نفتی با هر نسبتی به منظور کاهش نشر ذرات، مونوکسیدکربن، هیدروکربن‌ها و اکسیدهای سولفور به کار رود[۱۲]. هرچند انتشار اکسید نیتروژن در خیلی موارد در بیودیزل بیشتر از دیزل است. بیودیزل به طور طبیعی انتشار دوده‌های سیاه آلاینده را حذف می‌کند و نشر کلی ذرات معلق را کاهش می‌دهد. سایر مزایای زیست محیطی بیودیزل تجدیدپذیری و کاهش انتشار هوای سمی و خطرناک نسبت به دیزل نفتی است. مزایای زیست محیطی بیودیزل ۱۰۰٪ و ۲۰٪ از نظر کاهش نشر آلودگی‌ها در جدول(۱) نشان داده شده است. به طور کلی استفاده از بیودیزل، تعادلی میان کشاورزی، پیشرفت اقتصادی و محیط زیستی به وجود می‌آورد[۱].

جدول(۱)- انتشارات بیودیزل در مقابل دیزل[۱]

۲۰٪ بیودیزل و ۸۰٪ دیزل ,B20	زیست‌دیزل خالص ,B100	انتشارات
	انتشارات رایج (٪)	
-۳۰	-۹۳	کل هیدروکربن‌ها
-۲۰	-۵۰	مونوکسید کربن
-۲۲	-۳۰	ذرات معلق
+۲	+۱۳	NOx
	انتشارات غیر رایج(٪)	
-۲۰	-۱۰۰	سولفات‌ها
-۱۳	-۸۰	هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای
-۵۰	-۹۰	هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای نیترات
-۱۰	-۵۰	HC پتانسیل ازن
	انشارات چرخه زندگی(٪)	
	-۸۰	دی‌اکسیدکربن
	-۱۰۰	دی‌اکسیدسولفور

۲-۲- پیشرفت در زمینه بیودیزل در ایران

تحقیقات و پیشرفت‌های اخیر در زمینه استفاده از میکروجلبک برای ساخت بیودیزل، راه جدید قابل اعتمادی را در مقابل تولید زیست‌توده به عنوان ماده اولیه پایدار در تولید بیودیزل باز می‌کند. در ایران نیز فعالیت‌هایی در این زمینه انجام گرفته است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

در تحقیقی تحت عنوان "مقایسه بیودیزل تولیدی به عنوان انرژی تجدیدپذیر از چهار روغن خوراکی" که توسط علی زنوزی و علی قبادیان در دانشگاه تربیت مدرس انجام گرفت، ابتدا سوخت بیودیزل با استفاده از واکنش ترانس استریفیکاسیون از چهار روغن: سویا، کلزا، آفتابگردان و ذرت تولید شد. پس از بررسی نتایج بدست‌آمده مشخص شد در بین این سوخت ها، بیودیزل تولید شده از روغن کلزا، با توجه به شرایط مساعد کشور ایران برای تولید این محصول و نیز وجود گونه‌های غیرخوراکی دارای درصد روغن بالا و مقرون به صرفه بودن آن، به عنوان بهترین سوخت جایگزین سوخت دیزل انتخاب و توصیه گردیده است[۱۳]. در پروژه دیگری که توسط مهدی فیض الهی و همکارانش در دانشگاه تربیت مدرس انجام شده است، با استفاده از روغنهای خوراکی و چربی‌های گیاهی سوخت بیودیزل تولید شده است. آنها همچنین به ساخت دستگاه تولید بیودیزل نیز پرداختند. سیستم طراحی شده یک دستگاه آزمایشگاهی است که از چند روش قادر به انجام کلیه مراحل خالص سازی و تغلیظ برای تولید بیودیزل است[۱۴]. در پروژه دیگری که توسط الناز رشتی زاده و دکتر فائزه فرزانه در دانشگاه الزهرا انجام گرفته است، جهت تولید بیودیزل به روشی ارزان، کاتالیزگرهای مختلفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که خاکهای رسی پروسه شده می توانند به عنوان کاتالیزگری مناسب و مقرون به صرفه جهت تولید بیودیزل مورد استفاده قرار گیرند. خاکهای رس در ایران به وفور یافت می شوند و ارزان قیمت بودن آن کمک بزرگی به صنعت ایران برای تولید بیودیزل می کند[۱۵]. همچنین پروژه ساخت دستگاه تولید بیودیزل در سایت انرژی های زیست توده ساوه در مراحل پایانی خود می باشد. این دستگاه با حجم تولید ۵۰ لیتر در هر بار طراحی شده و اولین دستگاه اتوماتیک تولید بیودیزل در کشور می باشد. در این دستگاه با وارد کردن روغن تازه یا پسماند، الکل و کاتالیزور در طی فرآیندی بیودیزل و محصول جانبی گلیسیرین حاصل می گردد[۱۶]. هم اکنون نیز بر روی طرح هایی برای تولید بیودیزل از گیاهان کویری ایران و میکرو جلبلک‌های خلیج‌فارس به عنوان مکمل‌های بنزین (بیواتانول و بیودیزل) توسط شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت نیز انجام می‌شود. دانه های روغنی گیاه بیابانی مورد استفاده در تولید بیودیزل تا ۵۴ درصد به انرژی تبدیل می شود [۱۷].

۳- میکروجلبک منبعی برای بیوسوخت

میکروجلبک قابل تبدیل به چند نوع بیوسوخت هستند؛ متان تولید شده با گوارش بی‌هوازی زیست‌توده جلبک، بیودیزل تولید شده از روغن جلبک و بیوهیدروژن تولید شده بیولوژیکی[۱].

ایده استفاده از جلبک به عنوان سوخت جدید نیست ولیکن امروزه با افزایش قیمت نفت و مسائل حائز اهمیت زیست‌محیطی که به سبب استفاده از سوخت‌های فسیلی ایجاد می‌شود، مورد توجه قرار گرفته است. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد زیست‌توده میکروجلبک تنها منبع قابل اعتماد تولید بیودیزل تجدیدپذیر با قابلیت پاسخ به نیاز جهانی برای حمل و نقل است. استفاده از میکروجلبک در تولید بیودیزل، تولید محصولات غذایی و سایر

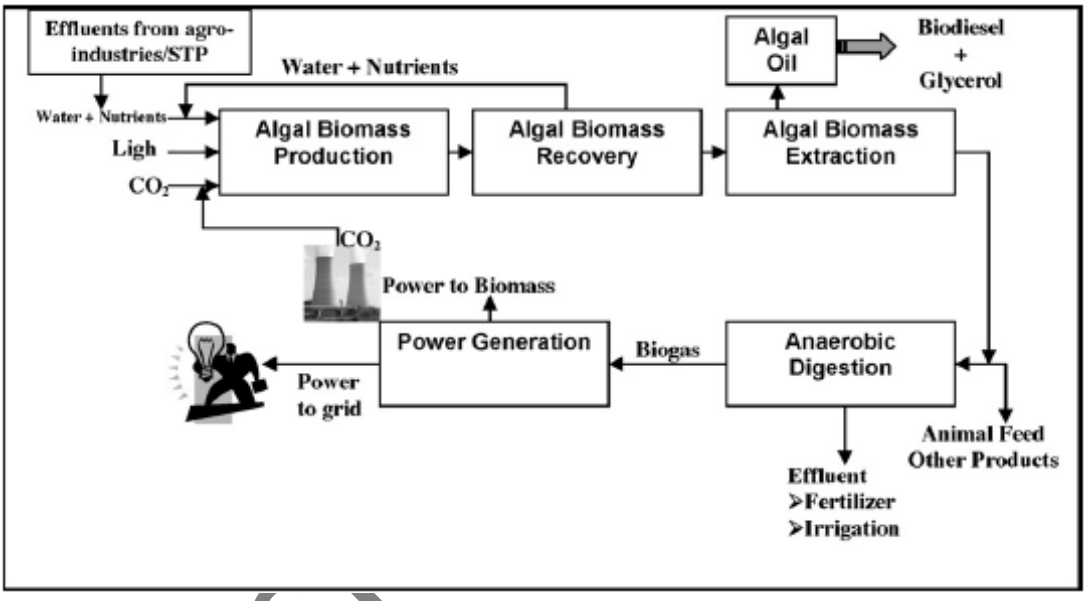
Archive of SID

www.SID.ir

محصولات کشاورزی را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد[۱۸]، علاوه بر این ضایعات آن در بیوپالایشگاه‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۱- محصولات بیوپالایشگاه بر پایه میکروجلبک

مشابه پالایشگاه نفتی، یک بیوپالایشگاه نیز تمام اجزا زیست‌توده را برای تولید محصول مطلوب مورد استفاده قرار می‌دهد. بیوپالایشگاه‌هایی در کانادا، ایالات متحده آمریکا و آلمان به منظور تولید سوخت و سایر محصولات از زیست‌توده ذرت و سویا موجود هستند[۱۸]. بیوپالایشگاه سبب کاهش قیمت تولید بیودیزل از میکروجلبک می‌شود. یک فرایند معقول و اقتصادی تولید بیودیزل از جلبک در شکل(۲) نشان داده شده است.



شکل(۲)- فرایند منطقی تولید بیودیزل از میکروجلبک برای ایجاد فرایند اقتصادی[۱]

علاوه بر روغن، زیست‌توده میکروجلبک شامل مقادیر قابل توجهی پروتئین، کربوهیدرات و سایر مواد مغذی است[۱۹]. بنابراین، باقیمانده زیست‌توده حاصل از فرایند تولید بیودیزل می‌تواند به عنوان غذای دام مورد استفاده قرار گیرد و بعد از گوارش بی‌هوازی می‌تواند به عنوان کود در فرم کامپوست مورد استفاده قرار گیرد. هر کیلوگرم وزن خشک زیست‌توده جلبک توسط ۱/۸ Kg، Co_2 تولید شده است[۱]. بنابراین پروژه‌های تولید بیودیزل از جلبک می‌تواند به عنوان پروژه‌های با مکانیسم پاک طبقه بندی شوند و به علت کاهش انتشارات از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشند.

۳-۲- تغییرات آب و هوایی و کاهش زیستی CO_2

www.SID.ir

تغییرات جهانی آب و هوا نیازمند کاهش فوری و پایدار انتشارات گازهای گلخانه‌ای به خصوص CO_2 فسیلی است. جداسازی بیولوژیکی کربن می‌تواند یکی از راه‌های عمده برای کاهش اتمسفری انتشارات CO_2 از مصرف سوخت‌های فسیلی باشد. کاهش بیولوژیکی CO_2، توجه ویژه‌ای را به عنوان یک استراتژی جایگزین به خود جذب کرده است، زیرا سبب تولید زیست‌توده به منظور تولید انرژی با استفاده از CO_2 در فرایند فتوسنتز می‌شود[۱]. کاهش بیولوژیکی CO_2 با مصرف CO_2 توسط گیاهان و میکروارگانیسم‌های فتوسنتزی انجام می‌گیرد. هرچند، تخمین‌ها نشان می‌دهد حداکثر تبدیل CO_2 توسط محصولات کشاورزی ۳-۶٪ از انتشارات سوخت‌های فسیلی را به علت سرعت پایین رشد گیاهان خاکی معمولی می‌تواند شامل شود[۱]. از طرف دیگر، میکروجلبک‌ها گروهی از میکروارگانیسم‌های تک‌سلولی یا چندسلولی با رشد سریع، قابلیت مصرف CO_2 در هنگام تبدیل انرژی خورشیدی با بازده ۱۰ تا ۵۰ برابر بیشتر از گیاهان و تولید بیودیزل برای تولید بیوسوخت را دارند[۱].

گازهای خروجی از نیروگاه‌ها مسئول بیش از ۷٪ از کل نشر CO_2 در جهان هستند[۱]. CO_2 در جریان گاز خروجی نیروگاه‌ها با قیمت کم موجود هستند. بر اساس آنچه که توسط موسسه تغییرات آب و هوا تخمین زده می‌شود، غلظت CO_2 در جریان گاز تا ۱۵٪ نیز افزایش می‌یابد[۱]. مشکل انتشار حجم عظیمی کربن از نیروگاه‌های گرمایی با کمک مزارع جلبک با چرخش کربن قابل حل است. ساده‌ترین روش کاهش گازهای گلخانه‌ای حذف CO_2 از گازهای دودکش، با استفاده از استخرهای میکروجلبک است. بنابراین، تکنولوژی میکروجلبک می‌تواند سبب توسعه انرژی مفید حاصل از مصرف سوخت های فسیلی و کاهش انتشار کربن با چرخش CO_2 زاید از نیروگاه‌ها به بیودیزل پاک باشد. جدول(۲) خلاصه‌ای از کاهش CO_2 توسط گونه‌های مختلف جلبک را نشان می‌دهد. بعضی از گونه‌های جلبک قابلیت تحمل دمای بالا و CO_2 را در جریان گاز دارند.

جدول (۲)- تاثیر گونه‌های مختلف جلبک بر روی کاهش CO_2 [۲۰]

Microalga	CO_2 (%)	Temp. (°C)	P (g/L/day)	P_{CO_2} (g/L/day)
Chlorococcum littorale	40	30	NA	1.0
Chlorella kessleri	18	30	0.087	0.163[a]
Chlorella sp. *UK001*	15	35	NA	>1
C. vulgaris	15	–	NA	0.624
C. vulgaris	Air	25	0.040	0.075[a]
C. vulgaris	Air	25	0.024	0.045[a]
Chlorella sp.	40	42	NA	1.0
Dunaliella	3	27	0.17	0.313[a]
Haematococcus pluvialis	16–34	20	0.076	0.143
Scenedesmus obliquus	Air	–	0.009	0.016
S. obliquus	Air	–	0.016	0.031
B. braunii	–	25–30	1.1	>1.0
S. obliquus	18	30	0.14	0.26
[b]*Spirulina* sp.	12	30	0.22	0.413[a]

تکنولوژی کربن‌زدایی میکروجلبک نه تنها سبب کاهش قیمت جدایش کربن می‌شوند بلکه سوخت بیودیزل با هویت محیط زیست دوستی را فراهم می‌آورد. جداسازی کربن فرصت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای که مکمل

Archive of SID

www.SID.ir

استراتژی‌های کنونی برای افزایش بازده انرژی و افزایش مصرف منابع غیرفسیلی انرژی است را فراهم می-آورد[۱].

ما نیز در کار خود با توجه به قابلیت بالای میکروجلبک و خواص آن که در بالا به آن اشاره شد به تولید بیودیزل از روغن جلبک دونالیلاسالینا با استفاده از کاتالیست آنزیمی ریزوپوس‌اریزایی به منظور ارائه روشی اقتصادی با بازده بالا برای تولید بیودیزل پرداختیم.

۴- مواد و روش‌ها

آزمایشها با استفاده از میکروارگانیسم رشته‌ای ریزپوس اوریزایی به عنوان کاتالیست انجام شد. ابتدا میکروارگانیسم بر روی آگار دکستروز سیب‌زمینی به مدت ۷۲ ساعت رشد داده شد. برای تولید میکروارگانیسم تثبیت‌شده، قطعات پلی‌اوراتان به ابعاد ۶*۶*۳ mm^3 و محیط پایه‌ای متشکل از *polypepton 70 gr, $NaNO_3$1.0 g, $KH_2PO_4$1.0 g, and $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5 g* و روغن زیتون در ۱ لیتر آب مقطر را به همراه میکروارگانیسم رشد یافته در داخل بشر ریخته، در ابتدای واکنش pH محیط را در۵/۶ تنظیم کرده، مخلوط واکنش را بر روی شیکر با نوسان ۱۵۰ دور بر دقیقه در دمای ۳۵°c به مدت ۹۰ ساعت قرار داده شد. پس از رشد کامل میکروارگانیسم‌ها بر روی قطعات پلی‌اوراتان، پایه تثبیت شده توسط آب شیر و گلوتارآلدهید شستشو داده شد.

واکنش متانولیزه‌کردن در دمای ۳۰°c در بشری ۵۰ml، با قرار دادن بشر در شیکر با نوسان ۱۵۰ دور بر دقیقه به مدت ۷۲ ساعت انجام می‌شود. مخلوط واکنش در ابتدا شامل ۰/۹۶۵g روغن جلبک، ۰/۰۳۵g متانول (معادل ۱mol برای ۰/۹۶۵ gr روغن) و بین ۰-۳ml محلول بافر فسفات ۰/۱M(pH=۶/۸) و ۵۰ قطعه سلول تثبیت‌شده می‌باشد. لیکن حداقل ۳mol متانول برای تبدیل کامل روغن به متیل استر لازم است. بنابراین ۰/۰۳۵g متانول به ترتیب در بازه‌های زمانی ۲۴ و ۴۸ ساعت به محیط واکنش اضافه شد. بعد از تکمیل واکنش، بیوکاتالیست به-وسیله فیلتراسیون از محیط واکنش جدا شد.

نتیجه واکنش ترانس‌استریفیکاسیون، بازده تبدیل اسیدهای چرب آزاد به متیل‌استر، به وسیله دستگاه طیف سنج کروماتوگرافی گازی/ جرمی تشخیص داده شد. علاوه بر میزان تبدیل با نسبت مولی ۱:۱ متانول/ روغن در ادامه تحقیق، واکنش با متانول اضافی و واکنش با حلال اضافی نیز مورد بررسی قرار گرفت.

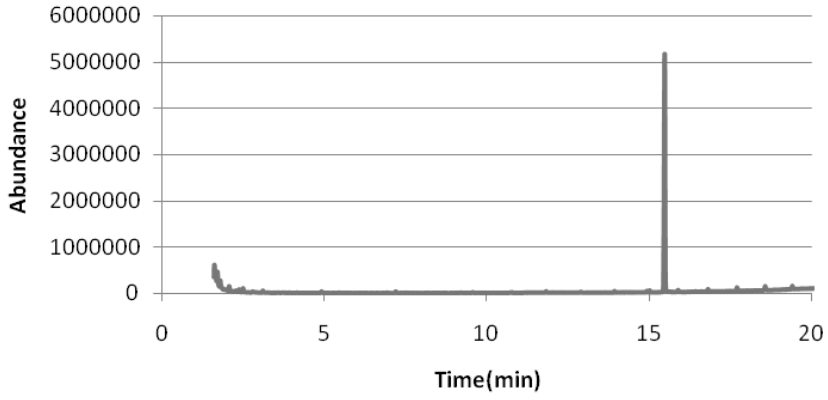
۴-۱- بحث و نتیجه‌گیری

در نمودارهای زیر، نتایج واکنش‌های ترانس‌استریفیکاسیون که بر روی روغن جلبک دونالیلا سالینا انجام شده است نمایش داده شده است. در شکل (۳)، ترکیبات اولیه روغن نشان داده شده است که عمده ترکیب آن

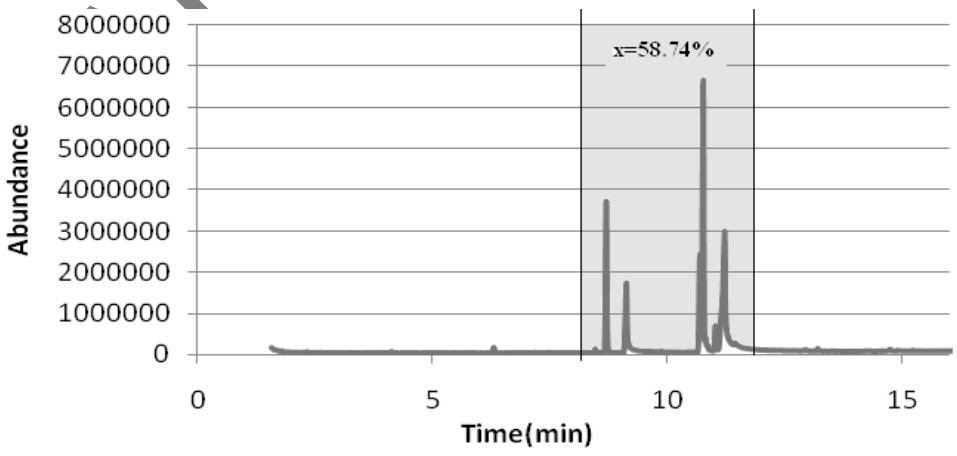
Archive of SID

www.SID.ir

اسیدهای چرب آزاد می‌باشد. چگالی روغن جلبک بسیار بالا است. برای اینکه بتواند به عنوان سوخت مورد استفاده قرار گیرد باید تغییراتی به منظور کاهش چگالی و بهبود خواص آن بر روی روغن انجام گیرد. همان‌طور که به وضوح دیده می‌شود پس از انجام واکنش ترانس استریفیکاسیون زمان پیک نمودار کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده وجود موادی با چگالی کمتر، ترکیبات متیل استر یا همان بیودیزل، در محصول واکنش است. نتیجه واکنش ترانس‌استریفیکاسیون با نسبت مولی ۱:۱ روغن/ متانول که درصد تبدیل واکنش ۵۸/۷۴٪ را می‌دهد در شکل (۴) نمایش داده شده است. در این حالت، برای جلوگیری از کاهش فعالیت آنزیم متانول با نسبت مولی ۱:۱ به محیط واکنش اضافه شده است هنگامیکه محیط واکنش از متانول اشباع می‌شود، بازده فرایند به ۹۰/۰۳٪ خواهد رسید(شکل(۵)). در این حالت علی‌رغم اینکه بازده واکنش بالاست، به علت محدودیتی که در استفاده مجدد از آنزیم ایجاد می‌کند برای استفاده تجاری قابل استفاده نیست. وارد کردن حلال (نرمال هگزان) به محیط واکنش نیز مورد بررسی قرار گرفته است که سبب درصد تبدیل ۷۱/۹۷٪ اسیدهای چرب آزاد به ترکیبات متیل‌استر میشود و ترکیبات آن در شکل (۶) نمایش داده شده است.

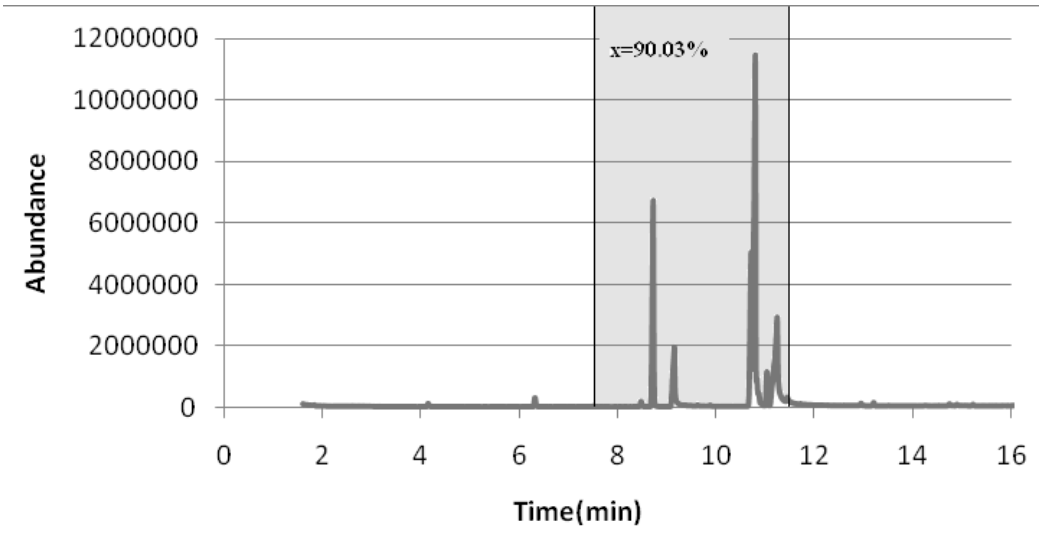


شکل (۳)- محتویات روغن جلبک

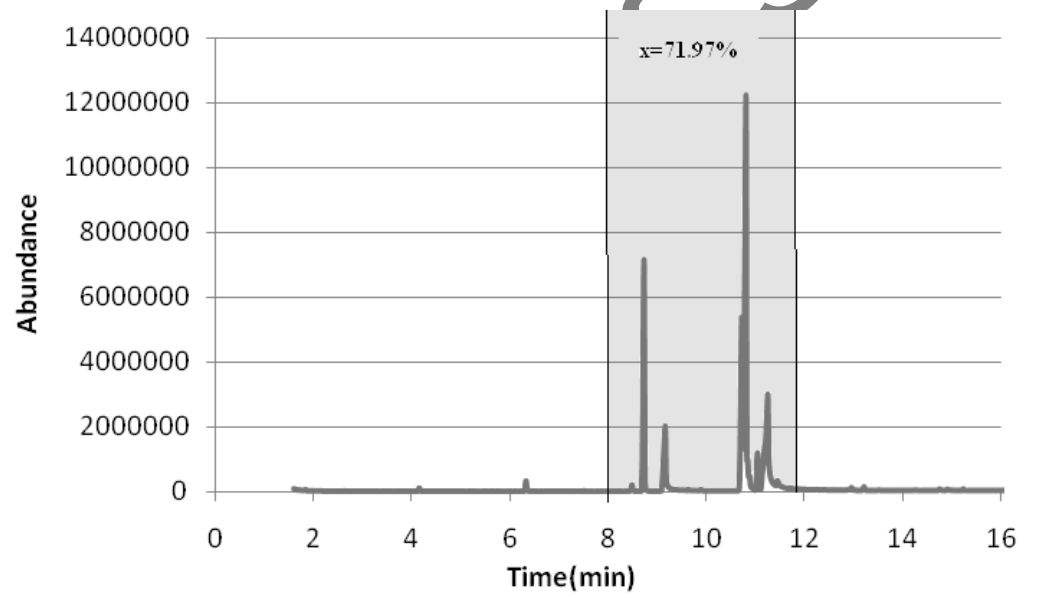


شکل (۴)- واکنش ترانس‌استریفیکاسیون با نسبت مولی ۱:۱ روغن/ متانول

www.SID.ir



شکل (۵)- واکنش ترانس‌استریفیکاسیون با متانول اضافی



شکل (۶)- واکنش ترانس‌استریفیکاسیون با حلال اضافی

همان‌گونه که در شکل‌های بالا مشاهده می‌شود اضافه کردن متانول و حلال به محیط واکنش سبب افزایش بازده واکنش می‌گردد، و هرچه میزان متانول افزایش یابد بازده واکنش نیز افزایش خواهد یافت. افزایش حلال نیز به محیط واکنش سبب افزایش بازده واکنش خواهد شد. با توجه به اینکه متانول اضافی سبب از بین رفتن فعالیت آنزیم می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که اضافه کردن حلال که افزایش بازده منطقی‌ای را سبب می‌شود و اثری در کاهش فعالیت آنزیم ندارد شیوه ای مطمئن برای استفاده در مقیاس تجاری است.

www.SID.ir

۵- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به خواص محیط زیست‌دوستی و تجدیدپذیری بیودیزل، می‌توان گفت بیودیزل منبعی قابل اعتمد به عنوان سوخت جایگزین دیزل می‌باشد. در بین منابع مختلف بیودیزل، جلبک به علت رشد سریع و توانایی‌اش در کاهش بیولوژیکی CO_2، از نظر کاهش CO_2 بسیار حائز اهمیت می‌باشد. روش تولید بیودیزل با استفاده از آنزیم ریزوپوس اریزائی به علت راندمان خوب و قابلیت استفاده در مقیاس بزرگ روشی قابل تامل است. با توجه به نتایج بالا می‌توان گفت تولید بیودیزل از جلبک نه تنها منبع سوخت تجدیدپذیری را تولید می‌کند بلکه در حذف Co_2 از محیط زیست می‌تواند کمک کند.

۶- مراجع

1- S.A.Khan , Rashmi, Mir Z. Hussain, S. Prasad, U.C. Banerjee. Prospects of biodiesel production from microalgae in India. J Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2009.
2- The Truth about Oil by Angel research staff of www.energyandcapital.com
3- World Energy Outlook 2007. Published by The International Energy Agency(IEA).
4- BP Statistical Review of the world energy; June 2008.
5- http://www.sarmayeh.net/ShowNews.php?52923.
6- http://www.ebtekarnews.com/Ebtekar/Article.aspx?AID=8784N.
7- http://www.carnp.com/newsdetail-fa-1875.html.
8- http://www.hamshahrionline.ir/News/?id=11939.
9- Barnwal BK, SharmaMP. Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. Renew Sust Energy Rev 2005;9:363–78.
10- Van Gerpen J. Biodiesel processing and production. Fuel Process Technol2005;86:1097–107.
11- Shay EG. Diesel fuel from vegetable oil: status and opportunities. BiomassBioenergy 1993;4(4):227–42.
12- Barnwal BK, SharmaMP. Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. Renew Sust Energy Rev 2005;9:363–78.
13- www.iranenergy.org.ir/library/proceedings/98-F-PRE-369.pdf.
14- www.ksna.ir/cars-mechanic/1760-1387-11-03-07-16-34.html.
15- www.alzahra.ac.ir/persian/news/biodisel.htm.
16- http://74.53.124.130/~sunaorg/index.php.
17- www.sanatekhodro.com/Template3/News.aspx?NID=1943.
18- Chisti Y. Biodiesel from microalgae. Biotechnol Adv 2007;25:294–306.
19- Sa´nchez Miro´n A, Cero´n Garcı´a M-C, Contreras Go´mez A, Garcı´a Camacho F, Molina Grima E, Chisti Y. Shear stress tolerance and biochemical characterization of Phaeodactylum tricornutum in quasi steady-state continuous culture in outdoor photobioreactors. Biochem Eng J 2003;16:287–97.
20- Wang B, Li Y, Wu n, Lan Christopher Q. C O Bio-mitigation using microalgae. Appl Microbial Biotechnol 2008; 79:707-18

Archive of SID

www.SID.ir

Production of Biodiesel from Microalgae; a way Towards CO_2 Mitigation

Samira Lotfi[1], Mohammad Pazouki*[1], Amir Hossein Zamzamian[1], Amin Hejazi[2], Ladan Rashidi
1- Karaj, Material and Energy Research Center, 2- Tabriz, Agronomy Biotechnology Research Center,3- Estandard Office, Karaj.

*mpazouki@merc.ac.ir

Energy is essential and vital for development, and the global economy literally runs on energy. The use of fossil fuels as energy is now widely accepted as unsustainable due to depleting resources and also due to the accumulation of greenhouse gases in the environment. Renewable and carbon neutral biodiesel are necessary for environmental and economic sustainability. Biodiesel demand is constantly increasing as the reservoir of fossil fuel are depleting. Unfortunately biodiesel produced from oil crop, waste cooking oil and animal fats are not able to replace fossil fuel. The viability of the first generation biofuels production is however questionable because of the conflict with food supply. Production of biodiesel using microalgae biomass appears to be a viable alternative. The oil productivity of many microalgae exceeds the best producing oil crops. Microalgae are photosynthetic microorganisms which convert sunlight, water and CO_2 to sugars, from which macromolecules, such as lipids and triacylglycerols (TAGs) can be obtained. These TAGs are the promising and sustainable feedstock for biodiesel production. Microalgal biorefinery approach can be used to reduce the cost of making microalgal biodiesel. Microalgal-based carbon sequestration technologies cover the cost of carbon capture and sequestration. In the present study biodiesel production by microalgae oil extracted and its effects on CO_2 biomitigation is investigated. The possibility of biodiesel production by the oil produced from *Dunalilla Salina* and *R.oryzae* is also described. The percentage conversion of reaction with 1:1 molar ratio showed 58.74% of free fatty acids to methylester or biodiesel. The reaction with extra solvent (acetone) and extra methanol was repeated and the conversion obtained was 71.97% and 90.03% of free fatty acids to biodiesel.

Keywords: Biodiesel, Microalgae, Enzyme, CO_2 Mitigation

Archive of SID

www.SID.ir

کارگاه‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی

آموزش نرم‌افزار Word برای پژوهشگران

روش تحقیق کمی

آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI