

بسم الله

بیودیزل

وخت جایگزین برای موتورهای دیزل

تألیف: Ayhan Demirbaş

مترجمین: دکتر بهمن نجفی (عضو هیات علمی دانشگاه محقق اردبیلی)

مهندس جواد جنت خواه

سرشناسه	دمیر باش، آیهان
عنوان و نام پدیدآور	Demirbas, Ayhan
مشخصات نشر	بیودیزل - سوخت جایگزین برای موتورهای دیزل / [تألیف: آیهان دمیرباش]
مشخصات ظاهری	مترجمین بهمن نجفی، جواد جنت‌خواه
شابک	اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی ۱۳۹۵
وضعیت فهرست نویسی	۲۹۰ ص: مصور، جدول، نمودار.
یادداشت	۹۷۸-۶۰۰-۹۶۰۴۷-۹-۱
موضوع	فیها
عنوان اصلی:	عنوان اصلی:
موضوع	Biodiesel: A Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines, C2008
عنوان دیگر	سوخت های بیودیزلی
شناسه‌ی افزوده	Biodiesel
شناسه‌ی افزوده	سوخت جایگزین برای موتورهای دیزل
شناسه‌ی افزوده	دانشگاه محقق اردبیلی
شناسه‌ی افزوده	نجفی بهمن ۱۳۵۴ مترجم
رده بندی کنگره	جنت‌خواه جواد ۳۶ متر
رده بندی دیویی	۱۳۹۵ ۸۹۵/۹ TP۱۵۹
شماره کتابشناسی ملی	۶۶۳/۸۸
	۴۲۳۳۷۷۰



دکتر بهمن نجفی، مهندس جواد جنت‌خواه

عنوان کتاب: بیودیزل - سوخت جایگزین برای موتورهای دیزل

ویراستار ادبی: سولماز امیرراشد	طراح جلد: محمد علی صائم
۱۳۹۵ + چاپ اول	۱۰۰۰ + تیراژ نسخه
۱۸۰۰ + قیمت	۱۸۰۰ + زمان
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۶۰۴۷-۹-۱	ISBN: 978-600-96047-9-1

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مولف است»

«حق چاپ محفوظ است»

اردبیل، انتهای خیابان دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی، صندوق پستی ۱۷۹

www.UMA.ac.ir/press

press@uma.ac.ir

فهرست

پیشگفتار مؤلف

مقدمه مترجمین

(یک - شش)

(هفت - هشت)

(نه - ده)

فصل اول: مقدمه

۱-۵۲

۱

۱-۱ مقدمه‌ای به منابع انرژی

۴

۱-۲ منابع انرژی جهان: وضعیت انرژی کنونی

۹

۱-۳ منابع انرژی تجدیدپذیر

۱۱

۱-۳-۱ انرژی زیست توده: فرآوری، تبدیل زیست توده

۱۸

۱-۳-۱-۱ مایع سازی زیست توده

۲۲

۱-۳-۱-۲ پیرولیز زیست توده

۲۵

۱-۳-۱-۳ سازوکار (مکانیزم) واکنش پیرولیز

۲۸

۱-۳-۱-۴ گازی سازی زیست توده

۲۹

۱-۳-۱-۵ اشتعال زیست توده

۳۱

۱-۳-۱-۶ ارزش حرارتی زیست توده

۳۲

۱-۳-۲ انرژی هیدروژنی

۳۵

۱-۳-۳ انرژی زمین گرمایی

۳۶

۱-۳-۴ انرژی بادی

۳۸

۱-۳-۵ انرژی خورشیدی

۴۰

۱-۳-۶ بیوهیدروژن

۴۳

۱-۳-۷ دیگر منابع انرژی تجدیدپذیر

۴۸

منابع

۵۱-۸۸

فصل دوم: سوخت‌های زیستی

- ۵۱ ۲-۱ مقدمه‌ای بر سوخت‌های زیستی
- ۵۹ ۲-۲ بیواتانول
- ۶۲ ۲-۳ بیومتانول
- ۶۸ ۲-۴ بیوهیدروژن از زیست‌توده به وسیله‌ی اصلاح بخار
- ۷۰ ۲-۴-۱ فرایند اصلاح بخار
- ۷۲ ۲-۴-۲ سوخت‌دایی حاصل از سینگاز از طریق سنتز فشر-ترویج
- ۷۸ ۲-۵ بیودیزل
- ۸۰ ۲-۶ روغن زیستی
- ۸۱ ۲-۷ سناریوهای جهانی سوخت زیستی
- ۸۴ منابع

۸۹-۱۵۲

فصل سوم: روغن‌های گیاهی و چربی‌های حیوانی

- ۸۹ ۳-۱ کاربرد روغن‌های گیاهی و چربیهای حیوانی در موتورهای سوخت
- ۹۳ ۳-۲ منابع روغن گیاهی
- ۹۵ ۳-۲-۱ منابع روغن غیرخوراکی
- ۹۹ ۳-۳ فرآوری روغن گیاهی
- ۱۰۰ ۳-۳-۱ استخراج روغن از گیاهان
- ۱۰۲ ۳-۳-۲ تصفیه‌ی روغن‌های گیاهی
- ۱۰۲ ۳-۴ استفاده از روغن‌های گیاهی به عنوان سوخت دیزل
- ۱۰۳ ۳-۴-۱ خواص فیزیکی و شیمیایی روغن‌های گیاهی
- ۱۱۱ ۳-۴-۲ استفاده مستقیم روغن‌های گیاهی در موتورهای دیزل
- ۱۱۳ ۳-۴-۲-۱ رقیق‌سازی روغن‌ها
- ۱۱۴ ۳-۴-۲-۲ میکرومولسیون روغن‌ها
- ۱۱۵ ۳-۴-۲-۳ ترانس استری کردن روغن‌ها و چربی‌ها
- ۱۱۶ ۳-۴-۲-۴ تجزیه‌ی حرارتی و پیرولیز کاتالیست

- ۱۱۶ ۳-۵ سوخت‌های موتورهای جدید از روغن‌های گیاهی
- ۱۱۷ ۳-۵-۱ تجزیه حرارتی چربی‌ها و روغن‌های گیاهی
- ۱۱۹ ۳-۵-۱-۱ تجزیه حرارتی کاتالیزوری روغن آفتابگردان
- ۱۲۰ ۳-۵-۲ پیرولیز روغن‌های گیاهی
- ۱۲۲ ۳-۵-۳ مکانیزم تجزیه‌ی حرارتی روغن‌های گیاهی
- ۱۲۴ ۳-۶ مایع غنی از بنزین (روغن آفتابگردان) به روش تجزیه کاتالیزور آلومینوم
- ۱۲۹ ۳-۷ سوخت دیزل مانند از پیه به وسیله‌ی پیرولیز و اصلاح بخار
- ۱۳۴ ۳-۸ تبدیل گاز سنتزی مشتق از تری‌گلسرید به سوخت از طریق سنتز فشر-ترویج
- ۱۳۹ ۳-۹ تجزیه و تحلیل تری‌گلسریدها
- ۱۳۹ ۳-۹-۱ و اسکوزینه
- ۱۴۰ ۳-۹-۲ دانسیته
- ۱۴۰ ۳-۹-۳ عددستان
- ۱۴۱ ۳-۹-۴ نقطه ابری شدن و نقطه‌ی ریزش
- ۱۴۱ ۳-۹-۵ دامنه‌ی تقطیر
- ۱۴۲ ۳-۹-۶ ارزش حرارتی
- ۱۴۳ ۳-۹-۷ درصد رطوبت
- ۱۴۳ ۳-۹-۸ بحث ویژگی‌های سوخت تری‌گلسریدها
- ۱۴۶ ۳-۱۰ اقتصاد تری‌گلسریدها
- ۱۴۸ منابع

۱۵۱-۱۶۶

فصل چهارم: بیودیزل

- ۱۵۱ ۴-۱ مقدمه‌ای بر مفهوم بیودیزل
- ۱۵۵ ۴-۲ تاریخچه
- ۱۵۷ ۴-۳ تعاریف
- ۱۵۹ ۴-۴ بیودیزل به عنوان یک سوخت جایگزین برای موتور دیزل
- ۱۶۳ ۴-۵ منابع بیودیزل
- ۱۶۵ منابع

فصل پنجم: تولید بیودیزل از تری گلیسریدها به روش ترانس استریفیکاسیون

۱۹۲-۱۶۷

- ۱۶۷ ۵-۱ تولید بیودیزل از تری گلیسریدها به روش ترانس استریفیکاسیون
- ۱۷۰ ۵-۱-۱ روش های ترانس استریفیکاسیون کاتالیزوری
- ۱۷۱ ۵-۱-۱-۱ روش های ترانس استریفیکاسیون با کاتالیزور اسیدی
- ۱۷۲ ۵-۱-۱-۲ روش های ترانس استریفیکاسیون با کاتالیزور آلكالی
- ۱۷۳ ۵-۱-۱-۳ متیلاسیون اسیدهای چرب آزاد با دیازومتان (CH_2N_2)
- ۱۷۳ ۵-۱-۲ ترانس استریفیکاسیون الكل فوق بحرانی
- ۱۷۴ ۵-۱-۲-۱ ترانس استریفیکاسیون متانول فوق بحرانی غیر کاتالیزوری
- ۱۷۹ ۵-۱-۲-۲ ترانس استریفیکاسیون متانول فوق بحرانی کاتالیزوری
- ۱۸۱ ۵-۱-۳ روش های ترانس استریفیکاسیون بیوکاتالیزی
- ۱۸۲ ۵-۱-۴ بازیافت گلیسرین
- ۱۸۳ ۵-۱-۵ مکانیسم واکنش کلی ترانس استریفیکاسیون
- ۱۸۵ ۵-۱-۵-۱ ترانس استریفیکاسیون با کاتالیزور اسیدی
- ۱۸۶ ۵-۱-۵-۲ ترانس استریفیکاسیون با کاتالیزور بازی
- ۱۸۷ ۵-۱-۵-۳ ترانس استریفیکاسیون با کاتالیزور متال سیدسید
- ۱۸۷ ۵-۱-۵-۴ ترانس استریفیکاسیون با کاتالیزور تری فلور بوران
- ۱۸۸ ۵-۱-۶ استریفیکاسیون اسیدهای چرب با دیازومتان
- ۱۸۸ ۵-۱-۷ ترانس استریفیکاسیون غیر کاتالیزی الكل فوق بحرانی
- ۱۸۹ ۵-۱-۸ فرایندهای کاتالیز شده با آنزیم
- ۱۹۱ منابع

۲۱۸-۱۹۱

فصل ششم: خواص سوخت بیودیزل

- ۱۹۴ ۶-۱ ویسکوزیته، دانسیته و نقطه اشتعال
- ۱۹۷ ۶-۲ عددستان، نقطه ابری شدن و نقطه ریزش
- ۱۹۸ ۶-۳ خواص منحنی تقطیر
- ۱۹۸ ۶-۴ بازده احتراق بالای بیودیزل

۱۹۹	۶-۵ محتوای آب
۱۹۹	۶-۶ خواص سوخت و مشخصه‌های احتراق الکل‌های اتیل و متیل و استرها آن‌ها
۲۰۵	۶-۷ مزایا و معایب بیودیزل
۲۰۵	۶-۷-۱ مزایای بیودیزل به عنوان سوخت دیزل
۲۰۶	۶-۷-۲ قابل دسترس بودن و تجدیدپذیری بیودیزل
۲۰۶	۶-۷-۳ انتشار آلاینده‌های پایین‌تر بیودیزل
۲۱۰	۶-۷-۴ تجزیه‌پذیری زیستی سوخت بیودیزل
۲۱۳	۶-۷-۵ تجزیه، حرارتی اسیدهای چرب در طول تولید بیودیزل
۲۱۴	۶-۷-۶ معایب بیودیزل به عنوان سوخت دیزل
۲۱۶	منابع

۲۳۶-۲۱۶

فصل هفتم: فن‌آوری‌های تولید بیودیزل

۲۲۶	۷-۱ فرایندهای تولید بیودیزل
۲۲۶	۷-۱-۱ مواد خام اولیه‌ای استفاده شده در تولید بیودیزل
۲۲۶	۷-۱-۱-۱ تهیه مواد اولیه
۲۲۸	۷-۱-۲ تولید بیودیزل با فرآوری بیج
۲۳۰	۷-۱-۳ تولید بیودیزل با فرایند پیوسته
۲۳۰	۷-۱-۴ تولید بیودیزل با ترنس‌استریفیکاسیون غیر کاتالیزی
۲۳۰	۷-۱-۴-۱ تولید بیودیزل با فرایند BIOX
۲۳۲	۷-۱-۴-۲ فرایند الکل فوق بحرانی
۲۳۳	۷-۱-۵ تجهیزات اساسی مورد استفاده در تولید بیودیزل
۲۳۶	منابع

۲۴۸-۲۳۷

فصل هشتم: آزمون‌های عملکرد موتور

۲۳۹	۸-۱ فرایند احتراق موتور و مفاهیم مربوط به احتراق
۲۴۳	۸-۲ آزمون‌های عملکرد موتور

- ۲۴۳ ۸-۲-۱ امولسیون های الکل-دیزل
- ۲۴۴ ۸-۲-۲ استفاده از میکروامولسیون ها برای روغن گیاهی
- ۲۴۴ ۸-۲-۳ بخار دادن (فومیگیشن) موتور دیزل
- ۲۴۵ ۸-۲-۴ تزریق دوگانه
- ۲۴۵ ۸-۲-۵ رسوب انژکتور
- ۲۴۵ ۸-۲-۶ سطوح حرارت داده شده
- ۲۴۶ ۸-۲-۷ آزمون های گشتاور
- ۲۴۶ ۸-۲-۸ جرقه و سنه ال
- ۲۴۶ ۸-۲-۹ اکسیداسیون
- ۲۴۸ منابع

- ۲۴۹-۲۶۴ فصل نهم: انرژی تجدیدپذیر جهانی و سنا. یوهای زیست سوخت
- ۲۵۲ ۹-۱ منابع انرژی تجدیدپذیر جهانی
- ۲۵۵ ۹-۲ سناریوهای انرژی تجدیدپذیر
- ۲۶۲ منابع

- ۲۶۵-۲۷۸ فصل دهم: اقتصاد و سیاست مربوط به بیودیزل
- ۲۶۵ ۱۰-۱ مقدمه ای بر اقتصاد بیودیزل
- ۲۶۸ ۱۰-۲ مزیت های اقتصادی بیودیزل
- ۲۷۱ ۱۰-۳ هزینه های بیودیزل
- ۲۷۳ ۱۰-۴ سیاست کلی بیودیزل
- ۲۷۴ ۱۰-۵ سیاست سوخت های زیستی اروپا
- ۲۷۷ منابع

پیشگفتار مترجمین

تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک به جای انرژی‌های حاصل از سوخت‌های فسیلی، موجب کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و خطرات ناشی از آن می‌شود. سوخت‌های فسیلی مانند نفت، گاز و زغال‌سنگ سرانجام روزی به پایان خواهند رسید و تمدن بشری که وابستگی مستقیم به انرژی دارد، دچار چالش جدی خواهد شد. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، باد، امواج دریا، زمین گرمایی، هیدروژن و زیست‌توده، مستلزم مطالعات و تحقیقات فراوانی می‌باشد. در سال‌های اخیر تحقیقات وسیعی در راستای یافتن و معرفی سوختی مناسب به عنوان جایگزین یا مکملی برای سوخت دیزل، انجام شده است که مهم‌ترین آن‌ها بیوگاز، بیواتانول، بیوبنزین و بیو بزل می‌باشند. از آنجا که مصرف عمده‌ی سوخت‌های فسیلی و آلاینده‌های ناشی از احتراق آن‌ها، مربوط به سوخت‌های دیزلی می‌باشد، لذا امکان استفاده از سوخت بیودیزل به عنوان جایگزینی پاک و کارآمد برای سوخت دیزل، سهم وسیعی از تحقیقات را به خود اختصاص داده است. کتاب حاضر ترجمه‌ی حاصل از «رنج استاد برجسته‌ی دانشگاه ترابزون کشور ترکیه» «پروفسور آیهان دمیرباش» می‌باشد که به فرایند تولید و کاربرد سوخت بیودیزل پرداخته است. امید است با انتشار این کتاب قدمی مثبت در مسیر توسعه‌ی استفاده از سوخت‌های تجدیدپذیر، مخصوصاً سوخت بیودیزل برداشته باشیم.

در پایان از سرکار خانم دکتر «اکرم نیرنیا» عضو هیات علمی گروه زبان‌های خارجی دانشگاه علم و صنعت ایران که کار نظارت بر ترجمه‌ی این کتاب را بر عهده داشت، نهایت تشکر و قدردانی را داریم. همچنین از سرکار خانم «سولماز امیرراشد» عضو هیات علمی گروه هنر دانشگاه محقق اردبیلی که کار صفحه‌آرایی کتاب را انجام دادند، کمال تشکر و امتنان را داریم.

دکتر بهمن نجفی

مهندس جواد جنت‌خواه

پاییز ۱۳۹۵

پیشگفتار مؤلف

هدف از این کتاب ارائه یک عملکرد جامع از تری گلیسریدها (روغن و چربی) می باشد، که فرمهای اولیه ی انرژی را به صورت منابع انرژی مقرون به صرفه و قابل استفاده در حمل و نقل تبدیل می کند. بیودیزل یک سوخت خانگی می باشد که از روغن های طبیعی مانند روغن سویا مشتق شده است. بیودیزل نامی است که به انواع سوخت های مبتنی بر اِستر اکسیژن برگرفته از منابع تجدیدپذیر زیستی داده می شود که می تواند از طریق روغن ها و چربی های زیستی فرآوری شده، بدست آید.

این کتاب اطلاعات تکمیلی مربوط به انرژی و سوخت را برای دانشمندان، محققان انرژی، صنعتگران، سیاست گزاران و مهندسين کشاورزی فراهم می کند با فرض اینکه خواننده دارای درک اولیه ای از مفاهیم مربوط به سوخت های می باشد.

فصل اول «مقدمه ای بر منابع انرژی» شامل یک پنجم کتاب می شود، این بخش اطلاعاتی درباره ی جزئیات منابع انرژی جهانی به ویژه سوخت تجدیدپذیر مانند زیست توده، بیهیدروژن، باد، خورشید، زمین گرمایی و امواج دریای ارائه می دهد. فصل دوم تحت عنوان «سوخت های زیستی» می باشد، سوخت های زیستی مایع مانند بیواتانول، بیومتانول، سوخت های مایع حاصل از سنتز فیشر-تروپش¹ هستند. فصل سوم «روغن های گیاهی و چربی های حیوانی» بوده و شامل استفاده از این روغن ها و چربی ها را در موتورها می باشد. علاوه بر این شرایط تولید و برنامه های جایگزین استرهای متیل اسید چرب به طور خلاصه در فصل های ذیل مورد بحث قرار گرفته اند. «بیودیزل»، «تولید بیودیزل از تری گلیسرید به روش ترنس استیفیکاسیون»، «خواص سوخت بیودیزل»، «فرآوری های رایج در تولید سوخت بیودیزل»، «طرح های سوخت های زیستی و انرژی های تجدیدپذیر جهانی» و «اقتصاد بیودیزل و سیاست بیودیزل».

کارشناسان اعلام کرده اند که ذخایر نفت و گاز فقط تا چند دهه ی آینده وجود خواهند داشت. برای برآورده کردن تقاضای رو به افزایش انرژی و جبران کاهش ذخایر نفتی، سوخت هایی از قبیل بیودیزل و بیواتانول در صف اول فن آوری های جایگزین می باشند. واضح است که حمل و نقل

وابسته به سوخت‌های فسیلی از قبیل بنزین، گازوئیل، گاز مایع و گاز طبیعی می‌باشد. یک سوخت جایگزین برای سوخت دیزل باید از لحاظ فنی امکانپذیر، از لحاظ اقتصادی رقابتی، از نظر زیست‌محیطی قابل قبول و در دسترس باشد. بر این اساس، سوخت جایگزین مناسب برای موتورهای اشتعال تراکمی بیودیزل می‌باشد. استفاده از بیودیزل ممکن است سطح انتشار برخی از آلاینده‌ها را بهبود و برخی دیگر را بدتر کند. استفاده از بیودیزل باعث ایجاد یک تعادل بین بخش کشاورزی، توسعه اقتصادی و محیط‌زیست می‌گردد.

این متن توسط آنتونی دوایل^۱ و سیمون ریز^۲ بازنگری شده است. لازم می‌دانم از همی کارکنان تحریریه، ناشر، همه کسانی که ما را یاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

آی‌هان دمیرباش، ترابزون، ترکیه، ماه می، ۲۰۰۷ میلادی

1- Anthony Doyle

2- Simon Rees