



محصولات بیوانرژی

(کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی)

دکتر محمد خوب بخت دکتر مصطفی کیانی ده کیانی

دکتر محسن سلیمانی

سرشناسه	:	خوب بخت، گل محمد، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدید آور	:	محصولات بیوانرژی / نویسندگان محمد خوب بخت، مصطفی کیانی ده کیانی، محسن سلیمانی.
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	:	۲۳۶ ص.
فروست	:	دانشگاه پیام نور، ۲۵۹۳. گروه مهندسی و فناوری کشاورزی؛ ۱/۷.
شابک	:	978 - 964 - 14 - 0641 - 9
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۲۳۲.
موضوع	:	انرژی زیست توده - آموزش برنامه ای
موضوع	:	Biomass energy -- Programmed instruction
موضوع	:	انرژی زیست توده - آزمون ها و تمرین ها (عالی)
موضوع	:	Biomass energy -- Examinations, questions, etc. (Higher)
موضوع	:	زیست نیروشناسی - آموزش برنامه ای
موضوع	:	Bioenergetics -- Programmed instruction
موضوع	:	زیست نیروشناسی - آزمون ها و تمرین ها (عالی)
موضوع	:	Power (Mechanics) -- Examinations, questions, etc. (Higher)
شناسه افزود	:	کیانی ده کیانی، مصطفی، ۱۳۶۲ -
شناسه افزوده	:	لیمانی، محسن، ۱۳۶۲ فروردین -
شناسه افزوده	:	دانشگاه پیام نور
شناسه افزوده	:	Payam Noor University
رده بندی کنگره	:	TP۲۱
رده بندی دیویی	:	۶۶۲.۸۸
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۷۳۰۹۹

اول شهریور ۱۳۹۸

شمارگان: ۱۰۰ جلد



دانشگاه پیام نور

محصولات بیوانرژی، قیمت: ۲۶۰۰۰۰ ریال

مؤلفان: دکتر محمد خوب بخت - دکتر مصطفی کیانی ده کیانی - محسن سلیمانی

ویراستار علمی: دکتر نوید کریمی

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتب و محتوای آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام نور

شابک: ۹۶۴ - ۱۴ - ۰۶۴۱ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0641 - 9

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید.

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن اعم از متن، طرح پشت و روی جلد و ... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مولفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند.)

آدرس فروشگاه مرکزی چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور: تهران، خیابان شهید رجایی،

نرسیده به تقاطع آزادگان، جنب ورزشگاه یادآوران، تلفن: ۵۵۵۰۲۱۰۴ - ۵۵۰۰۹۸۲۸

سایت فروش اینترنتی: <http://digibook.pnu.ac.ir>

فهرست مطالب

پیشگفتار

مقدمه

یازده

چهارده

۱

فصل اول: تولید انرژی جهانی، مصرف و پتانسیل های زیست توده

۱

هدف کلی

۱

هدف های یادگیری

۱

۱-۱ ساختار تولید و تأمین انرژی

۳

۲-۱ پتانسیل جهانی زیست توده

۸

۳-۱ چشم اندازهای محصولات انرژی زیستی

۹

خلاصه فصل اول

۱۰

خودآزمایی چهارگزینه ای فصل اول

۱۱

فصل دوم: محصولات بیوانرژی در مقابل محصولات غذایی

۱۱

هدف کلی

۱۱

هدف های یادگیری

۱۱

۱-۲ تأثیر انرژی زیستی بر امنیت غذایی و حاکمیت مواد غذایی

۱۵

۲-۲ بیوانرژی و قیمت مواد غذایی

۱۹

خلاصه فصل دوم

۱۹

خودآزمایی چهارگزینه ای فصل دوم

۲۱

فصل سوم: حمل و نقل سوخت های زیستی

۲۱

هدف کلی

۲۱

هدف های یادگیری

۲۱

۱-۳ حمل و نقل

۲۲

۲-۳ سوخت های زیستی خودرو

۲۸	۳-۳ حمل و نقل هوایی سوخت‌های زیستی
۳۴	۴-۳ جانشین احتمالی زغال‌سنگ به مایع
۳۶	۵-۳ هیدروژن خورشیدی
۳۷	خلاصه فصل سوم
۳۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۳۹	فصل چهارم: بهره‌وری و پتانسیل زیست‌توده
۳۹	هدف کلی
۳۹	هدف‌های یادگیری
۳۹	۱-۴ عناصر اصلی تجمع زیست‌توده
۴۲	۲-۴ م‌های فتوسنتزی
۴۷	۳-۴ پتانسیل منابع زیست‌توده
۵۳	خلاصه فصل چهارم
۵۴	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۵۵	فصل پنجم: برداشت محصول، حمل و نقل و تحویل زیست‌توده
۵۵	هدف کلی
۵۵	هدف‌های یادگیری
۵۵	۱-۵ برداشت محصول
۵۷	۲-۵ سیستم‌های برداشت و ماشین‌آلات
۵۸	۱-۲-۵ روش چندمرحله‌ای
۶۰	۲-۲-۵ روش تک‌فاز
۶۳	۳-۵ تقویت و ذخیره‌سازی
۶۳	۴-۵ مواد خردشده (Chopped material)
۶۴	۵-۵ بسته‌ها (مکعبی) (Bales)
۶۴	۶-۵ بسته‌ها (استوانه‌ای) (Bundles)
۶۵	۷-۵ پلت‌ها (Pellets)
۶۶	۸-۵ خردشده (ورقه‌شده)
۶۷	خلاصه فصل پنجم
۶۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۷۱	فصل ششم: بررسی فنی: مواد اولیه، انواع سوخت‌های زیستی و فناوری‌های تبدیل
۷۱	هدف کلی
۷۱	هدف‌های یادگیری
۷۲	۱-۶ فناوری‌های تبدیل زیست‌توده
۷۵	۲-۶ اتانول
۷۹	۳-۶ روغن‌ها

۸۶	۴-۶ سوخت‌های زیستی جامد
۹۰	۵-۶ سوخت‌های زیستی مرطوب
۹۲	۶-۶ بیوگاز
۹۳	۷-۶ تبدیل سوخت زیستی به گرما، انرژی و برق
۹۶	۸-۶ گرما
۹۸	۹-۶ حرارت ترکیبی و برق (CHP)
۹۸	۱۰-۶ برق
۹۹	۱۱-۶ فناوری بخار
۱۰۲	۱۲-۶ تبدیل کردن به گاز
۱۰۴	۱۳-۶ پروپان
۱۰۷	۱۴-۶ متان
۱۰۸	۱۵-۶ رغن زیستی
۱۰۸	۱۶-۶ سلول‌های سوخت
۱۰۹	۱۷-۶ موتور استرلینگ
۱۱۰	۱۸-۶ خواص سوخت زیستی
۱۱۳	خلاصه فصل ششم
۱۱۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۱۱۷	فصل هفتم: اثرات زیست‌محیطی
۱۱۷	هدف کلی
۱۱۷	هدف‌های یادگیری
۱۱۷	۱-۷ اثرات زیست‌محیطی
۱۲۲	۲-۷ گونه‌های گیاهی انرژی
۱۲۳	۳-۷ اثرات زیست‌محیطی
۱۲۵	۴-۷ تعادل انرژی
۱۲۷	۵-۷ کاهش در انتشار گازهای گلخانه‌ای
۱۲۹	خلاصه فصل هفتم
۱۲۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم
۱۳۱	فصل هشتم: ابعاد اقتصادی و اجتماعی
۱۳۱	هدف کلی
۱۳۱	هدف‌های یادگیری
۱۳۱	۱-۸ انرژی و توسعه
۱۳۷	۲-۸ شغل و اشتغال
۱۳۹	۳-۸ کوره‌های زیست‌توده
۱۴۲	۴-۸ سرمایه‌گذاری در بخش برق
۱۴۳	۵-۸ تأثیر اقتصادی و اجتماعی انرژی زیستی بر کشورهای در حال توسعه

۱۴۸	۸-۶ سرمایه‌گذاری‌ها و توسعه بازار بیودیزل
۱۴۹	۸-۷ اتانول
۱۵۱	۸-۸ بیوگاز
۱۵۲	۸-۹ جلبک
۱۵۴	خلاصه فصل هشتم
۱۵۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم
۱۵۷	فصل نهم: مزارع بیوانرژی یکپارچه و ساکنین روستایی
۱۵۷	هدف کلی
۱۵۷	هدف‌های یادگیری
۱۵۷	۹-۱ انرژی و پایداری
۱۵۹	۹-۲ رازء یکپارچه انرژی (IEFs) - یک مفهوم پرسش و پاسخ
۱۵۹	۹-۳: ۳ عطف
۱۶۰	۹-۴ حرارت
۱۶۰	۹-۵ برق
۱۶۰	۹-۶ آب (آشامیدنی و آبیاری)
۱۶۰	۹-۷ نورپردازی و سرمایش
۱۶۰	۹-۸ بخت‌ویز
۱۶۱	۹-۹ سلامت و بهداشت
۱۶۱	۹-۱۰ ارتباطات
۱۶۱	۹-۱۱ حمل‌ونقل
۱۶۲	۹-۱۲ مواد غذایی و کشاورزی
۱۶۶	۹-۱۳ اجرای منطقه‌ای
۱۶۸	۹-۱۴ حفاظت از آب‌وهوا
۱۷۰	خلاصه فصل نهم
۱۷۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل نهم
۱۷۳	فصل دهم: محصولات تولید اتانول
۱۷۳	هدف کلی
۱۷۳	هدف‌های یادگیری
۱۷۳	۱۰-۱ محصولات اتانول
۱۷۸	۱۰-۲ جو (هردوم ویلگارد)
۱۸۱	۱۰-۳ ذرت
۱۸۵	۱۰-۴ سیب‌زمینی
۱۸۷	۱۰-۵ برنج (با نام علمی اوریزا ساتیوا)
۱۸۹	۱۰-۶ گندم
۱۹۲	۱۰-۷ انتخاب رقم‌های گندم و تریتیکال به‌عنوان یک منبع زیست‌سوخت

۱۹۳	۸-۱۰ تربیتکال
۱۹۴	۹-۱۰ دانه‌های مورد استفاده در تولید انرژی (کل گیاه تربیتکال، گندم)
۱۹۵	۱۰-۱۰ پرورش گیاه جهت تهیه زیست سوخت‌ها
۱۹۶	۱۱-۱۰ پتانسیل گندم و تربیتکال برای تولید زیست سوخت
۱۹۷	۱۲-۱۰ تولید گندم برای تولید زیست سوخت
۱۹۹	خلاصه فصل دهم
۲۰۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دهم
۲۰۳	فصل یازدهم: تولید بیوگاز از محصولات کشاورزی
۲۰۳	هدف کلی
۲۰۳	هدف‌های یادگیری
۲۰۳	۱-۱۱ بیوگاز
۲۰۴	۲-۱۱ بیوگاز در کشورهای در حال توسعه
۲۰۶	۳-۱۱ بیوگاز ناشی از محصولات کشاورزی و پسماندهای آن‌ها
۲۱۵	خلاصه فصل یازدهم
۲۱۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل یازدهم
۲۱۹	فصل دوازدهم: محصولات تولید متان و هیدروژن
۲۱۹	هدف کلی
۲۱۹	هدف‌های یادگیری
۲۱۹	۱-۱۲ سوخت هیدروژنی
۲۲۰	۲-۱۲ مواد اولیه زیستی
۲۲۱	۳-۱۲ شیوه‌های تبدیل گازی‌سازی برای تأمین سوخت گازی
۲۲۲	۴-۱۲ گازی‌سازی بیولوژیکی برای تولید هیدروژن
۲۲۲	۵-۱۲ گازی‌سازی زیست توده به گاز سنتزی
۲۲۳	۶-۱۲ سنتز فیشر - تروپش
۲۲۴	۷-۱۲ اتانول ناشی از گاز سنتز
۲۲۴	۸-۱۲ پیرولیز
۲۲۵	۹-۱۲ مایع پیرولیز - روغن زیستی
۲۲۵	۱۰-۱۲ تبدیل زیست توده به سوخت‌های مایع (BTL)
۲۲۷	خلاصه فصل دوازدهم
۲۲۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوازدهم
۲۳۱	پاسخنامه
۲۳۳	منابع

پیشگفتار

انرژی به‌طور مستقیم با موضوعات حیاتی اقتصادی و اجتماعی که بر توسعه پایدار تأثیر می‌گذارد، مرتبط است: نه تنها ایجاد شغل، سطح درآمد و دسترسی به خدمات اجتماعی، تنوع جنسیتی، رشد جمعیت، تولید غذا، تغییر آب‌وهوا، کیفیت محیط‌زیست، صنعت، ارتباطات، مسائل امنیتی منطقه‌ای و جهانی، بسیاری از بحران‌های موجود در سیاره ما ناشی از تمایل به تأمین مواد خام، به‌ویژه منابع انرژی، با قیمت پایین است. آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) پیش‌بینی می‌کند که تقاضای انرژی اولیه جهان با رشد روبه‌رو خواهد شد. تخمین زده می‌شود که بیش از ۲ میلیارد نفر در براسر جهان به منابع انرژی مدرن دسترسی ندارند. رویکردهای فعلی به انرژی ناپایدار و غیرقابل تجدید معطوف هستند. امروزه، عرضه انرژی جهان به میزان زیادی بر روی سوخت‌های فسیلی و انرژی هسته‌ای متمرکز است. این منابع انرژی تا ابد ادامه نخواهد یافت و به دلیل مشکلات زیست‌محیطی که این نوع از سوخت‌ها ایجاد می‌کنند، جهان نمی‌تواند به سرنوشت محدود ادامه زندگی خود را بر مصرف منابع محدود انرژی ادامه دهد. در کمتر از سه قرن پس از انقلاب صنعتی، انسان‌ها کمابیش نیمی از سوخت‌های فسیلی را سوزانده‌اند. انرژی هسته‌ای نیز براساس منابع محدود (اورانیوم) است و استفاده از انرژی هسته‌ای مشکلات خاص خودشان را دارند به‌طوری‌که نیروگاه‌های هسته‌ای نمی‌توانند بیمه شوند. گرچه برخی از منابع انرژی فسیلی ممکن است بیشتر از مدت پیش‌بینی‌شده طول بکشد، به‌خصوص اگر ذخایر اضافی کشف شود، مشکل اصلی که همان «کمبود» است، باقی خواهد ماند و این نشان‌دهنده بزرگ‌ترین چالش برای بشریت است. انرژی‌های

تجدیدپذیر سیاره ما را فرصتی برای کاهش انتشار کربن، تمیز کردن هوا و قراردادن تمدن ما را در وضعیت پایدارتری قرار می‌دهد. منابع تجدیدپذیر انرژی بخش مهمی از یک استراتژی کلی توسعه پایدار هستند. توسعه آن‌ها به کاهش وابستگی به واردات انرژی کمک می‌کنند و از این طریق امنیت عرضه و حفظ محیط‌زیست را تأمین می‌کنند. علاوه بر این، منابع انرژی تجدیدپذیر می‌توانند به بهبود رقابت صنایع در بلندمدت کمک کنند و تأثیر مثبتی بر توسعه و اشتغال منطقه‌ای داشته باشند.

پتانسیل محصولات زیست‌محیطی بسیار زیاد است. بیش از ۴۵۰،۰۰۰ گونه گیاهی در راس جهان شناسایی شده است. کمابیش ۳۰۰ نفر از این‌ها توسط انسان‌ها به عنوان منابع غذایی، انرژی و سایر مواد اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرند. حدود ۳۰۰ گونه گیاهی به عنوان محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ از این‌ها ۶۰ گونه از اهمیت زیاد برخوردار هستند. این یک وظیفه حیاتی برای افزایش تعداد گونه‌های گیاهی است که می‌تواند برای تولید مواد سوختی تولید شوند. این را می‌توان با شناسایی، غربالگری، ابطاء و پرورش، بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک بخشی از پتانسیل بزرگ گیاه موجود بر سر راه ما انجام داد. معرفی محصولات جدید به کشاورزی منجر به بهبود شرایط زیست‌محیطی و محیطی خاک، آب، پوشش گیاهی و مناظر و افزایش تنوع زیستی می‌شود.

آن‌ها را می‌توان توسط فناوری‌های سوخت زیستی نسل اول (احتراق، اتانول از محصولات تولیدی قند و نشاسته، بیودیزل از محصولات چربی) و یا نسل دوم سوخت‌های زیستی (هیدرولیز یا سستز محصولات لیگنوسلولز) و بقایای آن‌ها به سوخت‌های مایع یا گاز مانند هیدروژن) تبدیل کرد.

تولید سوخت از ریزجلبک‌ها دارای پتانسیل بسیار بالایی است. آن‌ها می‌توانند حداقل ده‌برابر بیش از زیست توده محصولات زراعی زمین در واحد سطح رشد کنند. آن‌ها می‌توانند در آب شور و یا فاضلاب در حوضچه‌ها یا بیوراکتورها رشد کنند و می‌توانند به روغن، اتانول یا هیدروژن تبدیل شوند.

بیومس قابل ذخیره‌سازی، حمل و نقل، تبدیل، در دسترس و مقرون به صرفه است و همیشه دارای تراز مثبت انرژی است. از تمام گزینه‌ها، زیست‌توده نشان‌دهنده یک جایگزین بزرگ و پایدار برای جایگزینی سوخت‌های فسیلی و هسته‌ای است.

این کتاب به جنبه‌های مختلف مربوط به پتانسیل محصولات زیست‌محیطی می‌پردازد که می‌تواند در مزارع تولید مواد اولیه سوخت و با استفاده از فناوری‌های ارتقا و تبدیل مناسب همراه با ابعاد زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی آن‌ها مورد توجه قرار گیرد. این کتاب مشتمل بر ۱۲ فصل است و در پایان هر فصل خلاصه و تعدادی سؤال چهارگزینه‌ای گردآوری شده است.

من آرزو می‌کنم و امیدوارم که این کتاب به شناخت و درک نقش حیاتی اقتصادی و اجتماعی زیست توده برای رفع تقاضای روبه‌رشد انرژی و مقابله با چالش‌های کنونی و آینده ذخایر محدود سوخت فسیلی، تغییرات اقلیمی جهانی و بحران مالی کمک کند و در پایان از اساتید محترم و صاحب‌نظران انتظار می‌رود، نواقص و نارسایی‌های این اثر را با راهنمایی‌ها و نظرات به‌المانه خویش تذکر دهند و مؤلفان را مرهون عنایات و الطاف خویش سازند.