



پلت چوبی: منبع انرژی تجدیدپذیر

(از تولید تا مصرف)

تالیف و ترجمه:

دکتر مهدی رضایی

دکتر ابوعلی گلزاری



انتشارات آوای قلم

سرشناسه	: رضایی، مهدی، ۱۳۵۶-
عنوان و نام پدیدآور	: پلت چوبی: منبع انرژی تجدیدپذیر (از تولید تا مصرف) / تالیف و ترجمه:
	مهدی رضایی، ابوعلی گلزاری.
مشخصات نشر	: تهران: آوای قلم، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	: ۵۶۵ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۶۷۱۰-۲۷-۵
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: گلوله‌های چوبی
موضوع	: Wood pellets
شناسه افزوده	: گلزاری، ابوعلی، ۱۳۶۲-
رده بندی کنگره	: TP۳۲۴
رده بندی دیویی	: ۶۶۲/۶۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۹۵۶۹۷۲

نام کتاب:

پلت چوبی: منبع انرژی تجدیدپذیر (از تولید تا مصرف)

تالیف و ترجمه:	دکتر مهدی رضایی	تاریخ نشر:	پاییز ۱۳۹۸
ناشر:	انتشارات آوای قلم	نوبت چاپ:	اول
صفحه آرایشی:	انتشارات خانیران	شمارگان:	۲۵۰ جلد
طراحی جلد:	انتشارات آوای قلم	قیمت:	۹۸۰۰۰ تومان
		شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۶۷۱۰-۲۷-۵

آدرس: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - ابتدای خیابان نصرت - کوچه باغ نو - کوچه

داوود آبادی شرقی - پلاک ۴

شماره تماس: ۶۶۵۹۱۵۰۴ تلفکس: ۶۶۵۹۱۵۰۵

فروشگاه کتاب چایی و الکترونیکی: www.avapublisher.com

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع و شرعاً حرام است.
متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه ناشر.....	۲۲
پیشگفتار نویسندگان.....	۲۳
فصل اول: بررسی انواع پلت به عنوان سوخت قابل استفاده در بخاری های زیست توده سوز	
۱-۱- تعاریف و استانداردهای رایج در زمینه پلت ها.....	۲۶
۱-۱-۱- واژگان فنی سوخت زیستی جامد در استاندارد CEN.....	۲۹
۱-۱-۲- مشخصات و کلاس های سوخت بر اساس استاندارد CEN.....	۳۱
۱-۲-۱- دسته بندی بر اساس منابع.....	۳۲
۱-۲-۲- مشخصات سوخت.....	۳۲
۱-۳- استانداردهای تولید پلت در اروپا.....	۴۱
۱-۴- استانداردهای آنالیز پلت در اروپا.....	۴۸
۱-۵- استانداردهای تضمین کیفیت پلت در اروپا.....	۵۰
۱-۶- استانداردهای ذخیره سازی و حمل و نقل پلت برای سیستم های گرمایش خانگی.....	۵۵
۱-۷- سیستم گواهی ENplus.....	۵۹
۱-۸- استاندارد سازی سوخت زیستی جامد ISO.....	۶۰
۱-۹- استانداردهایی برای گرماسازهای پلت سوز در بخش گرمایش خانگی.....	۶۱
۱-۱۰- راهنمای طراحی بومی.....	۷۲
۱-۱۱- بررسی استانداردهای مورد نظر برای کشور ایران.....	۷۳
۱-۱۲- مقایسه اجمالی وضعیت بومی اروپا و ایران از لحاظ امکان تولید پلت.....	۷۳
۱-۲- تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی مواد خام و پلت ها.....	۷۴
۱-۲-۱- مشخصات فیزیکی مرتبط با مواد خام و پلت ها.....	۷۴
۱-۲-۱-۱- توزیع اندازه مواد خام.....	۷۵
۱-۲-۱-۲- ابعاد پلت ها.....	۷۶
۱-۲-۱-۳- چگالی حجمی پلت ها.....	۷۶
۱-۲-۱-۴- ضریب انبساطی.....	۷۷
۱-۲-۱-۵- چگالی ذره پلت ها.....	۷۹
۱-۲-۱-۶- زاویه قرار و زاویه تخلیه برای پلت ها.....	۷۹
۱-۲-۱-۷- دوام مکانیکی پلت ها.....	۸۰

- ۸۱-۲-۱-۸- توزیع اندازه ذره داخلی پلتها ۸۱
- ۸۱-۲-۱-۲- خصوصیات شیمیایی مربوط به مواد خام و پلتها ۸۱
- ۸۱-۲-۱-۱- میزان کربن، هیدروژن، اکسیژن و مواد فرار پلتها ۸۱
- ۸۳-۲-۱-۲- میزان نیتروژن، گوگرد و کلر پلتها ۸۳
- ۸۴-۲-۱-۳- ارزش حرارتی ناخالص، ارزش حرارتی خالص و چگالی انرژی پلتها ۸۴
- ۸۸-۲-۱-۴- میزان رطوبت مواد خام و پلتها ۸۸
- ۸۹-۲-۱-۵- میزان خاکستر مواد خام و پلتها ۸۹
- ۹۲-۲-۱-۶- عناصر اصلی تشکیل دهنده خاکستر در رابطه با احتراق ۹۲
- ۹۳-۲-۱-۷- میزان مواد چسبنده طبیعی ماده خام و پلتها ۹۳
- ۹۴-۲-۱-۸- آلودگی‌های محتمل در مواد خام ۹۴
- ۱۰۱-۲-۱-۳- ارزیابی وابستگی بین پارامترهای مختلف ۱۰۱
- ۱۰۱-۲-۱-۳-۱- رابطه متقابل بین سایش و چگالی ذره پلتها ۱۰۱
- ۱۰۲-۲-۱-۳-۲- رابطه متقابل بین سایش و میزان رطوبت پلتها ۱۰۲
- ۱۰۴-۲-۱-۳-۳- رابطه متقابل بین سایش و میزان نشاسته پلتها ۱۰۴
- ۱۰۵-۲-۱-۳-۴- اثر زمان ذخیره‌سازی ماده خام بر چگالی حجمی، دوام مکانیکی و ۱۰۵
- ۱۰۵-۲-۱-۳-۵- اثر مقادیر گوگرد، کلر، پتاسیم و سدیم بر روی پتانسیل خوردگی پلتها ۱۰۵
- ۱۰۸-۲-۱-۳-۶- رابطه بین ارزش حرارتی ناخالص محاسبه شده و اندازه‌گیری شده ۱۰۸
- ۱۱۰-۲-۱-۴-۲- مواد خام لیگنوسولولزی برای پلتها ۱۱۰
- ۱۱۰-۲-۱-۴-۱- چوب نرم و چوب سخت ۱۱۰
- ۱۱۳-۲-۱-۴-۲- پوست درخت ۱۱۳
- ۱۱۵-۲-۱-۳-۴- محصولات انرژی‌زا ۱۱۵
- ۱۱۶-۲-۱-۵- مواد خام گیاهی برای پلتها (کاه و محصولات کلی) ۱۱۶
- ۱۱۸-۲-۱-۶-۲- مواد افزودنی ۱۱۸
- ۱۱۸-۲-۱-۶-۱- مواد افزودنی آلی ۱۱۸
- ۱۲۰-۲-۱-۶-۲- مواد افزودنی معدنی ۱۲۰
- ۱۲۳-۲-۱-۷- بررسی استفاده از پلت‌های ترکیبی زیست‌توده ۱۲۳

فصل دوم: مراحل تولید پلت

- ۱۲۹-۲-۱- تولید پلت ۱۲۹
- ۱۳۲-۱-۱-۲- پیش پردازش بر روی مواد خام ۱۳۲
- ۱۳۲-۱-۱-۱- کاهش اندازه ۱۳۲

- ۱۳۶..... ۲-۱-۱-۲- خشک کردن
- ۱۴۹..... ۳-۱-۱-۲- آماده سازی
- ۱۵۰..... ۴-۱-۱-۲- پلت سازی
- ۱۵۳..... ۵-۱-۱-۲- پردازش نهایی
- ۱۵۵..... ۶-۱-۱-۲- فناوری های آماده سازی ویژه مواد خام

فصل سوم: بختیک

- ۱۶۳..... ۱-۳- لجستیک پلت
- ۱۶۳..... ۱-۱-۳- پردازش و انبارش مواد خام
- ۱۶۴..... ۲-۱-۳- حمل و نقل و توزیع پلت ها
- ۱۶۵..... ۱-۲-۱-۳- بسته بندی پلت ها در قالب کیسه های مصرفی
- ۱۶۶..... ۲-۲-۱-۳- بسته بندی پلت ها در قالب بسته بندی های بزرگ
- ۱۶۷..... ۳-۲-۱-۳- استفاده از کامیون ها برای حمل و انتقال پلت ها
- ۱۷۱..... ۴-۲-۱-۳- کانتینرهای حجیم
- ۱۷۲..... ۵-۲-۱-۳- ماشین های ریلی
- ۱۷۳..... ۶-۲-۱-۳- حمل و نقل اقیانوسی
- ۱۷۵..... ۳-۱-۳- انبارش پلت ها
- ۱۷۵..... ۱-۳-۱-۳- انبارش پلت ها در مقیاس کوچک در محل های مسکونی و ...
- ۱۸۱..... ۲-۳-۱-۳- مخازن ذخیره پلت در مقیاس بزرگ و یا متوسط
- ۱۸۶..... ۴-۱-۳- ملاحظات ایمنی و نکات بهداشتی در ارتباط با پلت ها
- ۱۸۶..... ۱-۴-۱-۳- تعریف واژه های مربوط به جنبه های ایمنی و بهداشتی
- ۱۹۰..... ۲-۴-۱-۳- ملاحظات ایمنی در مورد پلت ها
- ۱۹۹..... ۳-۴-۱-۳- انبساط پلت ها با جذب رطوبت
- ۲۰۰..... ۴-۴-۱-۳- گرمایش خودبه خودی و خوداشتعالی
- ۲۰۵..... ۵-۴-۱-۳- انتشار گازها
- ۲۱۱..... ۶-۴-۱-۳- خطر آتش سوزی و ملاک های ایمنی
- ۲۱۷..... ۷-۴-۱-۳- اطفاء حریق در انبارهای پلت
- ۲۲۳..... ۸-۴-۱-۳- نکات بهداشتی در ارتباط با پلت ها در حین پردازش

فصل چهارم: فن آوری های احتراق پلت چوبی

- ۲۳۰..... ۱-۴- سیستم های کوچک (ظرفیت اسمی دیگ بخار > ۱۰۰ کیلو وات)

۲۳۱	..... ۱-۱-۴ طبقه‌بندی سیستم‌های احتراق پلت
۲۳۱	..... ۱-۱-۴ نوع کوره
۲۳۱	..... ۱-۱-۴ کوره‌های پلت
۲۳۲	..... ۱-۱-۴ کوره‌های پلت با مشعل‌های خارجی
۲۳۵	..... ۱-۱-۴ کوره‌های پلت با مشعل‌های داخلی یا یکپارچه
۲۳۶	..... ۱-۱-۴ سیستم تغذیه پلت
۲۳۶	..... ۱-۱-۴ مشعل‌های تغذیه از پایین
۲۳۸	..... ۱-۱-۴ مشعل تغذیه افقی
۲۳۹	..... ۱-۱-۴ مشعل تغذیه از بالا
۲۴۱	..... ۱-۱-۴ طراحی بخاری‌های پلت
۲۴۲	..... ۲-۴ اجزای اصلی سیستم‌های احتراق پلت
۲۴۲	..... ۲-۴ سیستم‌های انتقال
۲۴۶	..... ۲-۴-۱-۱ اشتعال
۲۴۶	..... ۲-۴-۲-۱ محافظت در برابر اشتعال دوباره
۲۴۸	..... ۲-۴-۳-۱ شکل هندسی کوره
۲۵۰	..... ۲-۴-۴-۱ مواد محفظه احتراق
۲۵۱	..... ۲-۴-۵-۱ روش‌های کنترل
۲۵۴	..... ۲-۴-۶-۱ بویلر
۲۵۵	..... ۲-۴-۷-۱ تخلیه خاکستر
۲۵۷	..... ۳-۴ مفاهیم نوآورانه
۲۵۷	..... ۳-۴-۱ کوره‌های پلت با تراکم گاز دودکش
۲۵۷	..... ۳-۴-۱-۱ مبانی تراکم گاز دودکش
۲۶۱	..... ۳-۴-۲-۱ شرایط چارچوب قانونی برای کوره‌های پلت با تراکم گاز سوخته
۲۶۳	..... ۳-۴-۲-۱ انواع کوره‌های پلت با تراکم گاز سوخته
۲۶۳	..... ۳-۴-۲-۱ کوره پلت با کندانسور یکپارچه
۲۶۵	..... ۳-۴-۳-۱ کندانسورهای خارجی برای کوره‌های پلت
۲۶۵	..... ۳-۴-۳-۱ راکون
۲۶۶	..... ۳-۴-۳-۲ زغال ساز اوکو
۲۶۷	..... ۳-۴-۳-۳ پروفیترم BOMAT
۲۶۸	..... ۳-۴-۴-۱ هیدروکیوب شرایدر
۲۷۰	..... ۳-۴-۵-۱ ایده‌های چند سوز

- ۲۷۱ ۴-۳-۶- کوره‌های کاشی شده پلتی
- ۲۷۲ ۴-۳-۶- ترکیب کوره‌های پلت و گرمایش خورشیدی
- ۲۷۶ ۴-۴- سیستم‌های متوسط (ظرفیت اسمی بویلر ۱۰۰ - ۱۰۰۰ کیلو وات)
- ۲۷۶ ۴-۴-۱- تکنولوژی‌های احتراق استفاده شده
- ۲۷۷ ۴-۴-۲- مفاهیم نوآورانه
- ۲۷۹ ۴-۵- سیستم‌های مقیاس بزرگ (ظرفیت اسمی بویلر < ۱۰۰۰ کیلو وات)
- ۲۷۹ ۴-۵-۱- تکنولوژی‌های احتراق استفاده شده
- ۲۸۰ ۴-۵-۱-۱- مفاهیم نوآورانه
- ۲۸۱ ۴-۶- کاربردهای حرارتی و برقی ترکیبی
- ۲۸۲ ۴-۶-۱- سیستم‌های کوچک (ظرفیت اسمی بویلر > ۱۰۰ کیلو وات)
- ۲۸۵ ۴-۶-۲- سیستم‌های متوسط (ظرفیت اسمی بویلر ۱۰۰-۱۰۰۰ کیلو وات)
- ۲۸۵ ۴-۶-۲-۱- فرایند موتور استرلینگ
- ۲۸۷ ۴-۶-۲-۲- فرایند ORC
- ۲۹۰ ۴-۶-۳- تبدیل به گاز بستر ثابت
- ۲۹۰ ۴-۶-۳- سیستم‌های بزرگ (ظرفیت اسمی بویلر < ۱۰۰۰ کیلو وات)
- ۲۹۱ ۴-۷- احتراق و شلیک همزمان پلت‌های زیست‌توده در بویلرهای بزرگ پودر زغال سنگ
- ۲۹۱ ۴-۷-۱- پس زمینه فنی
- ۲۹۴ ۴-۷-۲- تبدیل آسیاب‌های زغال سنگ برای پردازش پلت‌های خاک‌اره
- ۲۹۷ ۴-۷-۳- احتراق همزمان زیست‌توده با استفاده از پیش مخلوط زغال سنگ و آسیاب همزمان
- ۲۹۸ ۴-۷-۴- سیستم‌های احتراق همزمان زیست‌توده با تزریق مستقیم
- ۲۹۹ ۴-۷-۴-۱- مشعل‌های اختصاصی زیست‌توده
- ۲۹۹ ۴-۷-۴-۲- تزریق مستقیم از طریق مشعل زغال سنگ اصلاح شده
- ۳۰۰ ۴-۷-۴-۳- تزریق مستقیم به مجرای لوله زغال سنگ پودر شده
- ۳۰۳ ۴-۷-۴-۴- تبدیل زیست‌توده خام به گاز با شلیک همزمان گاز سنتز
- ۳۰۴ ۴-۷-۴-۵- تاثیر شلیک و احتراق همزمان زیست‌توده بر عملکرد بویلر
- ۳۰۶ ۴-۸- خلاصه/ نتیجه‌گیری

فصل پنجم: آمار هزینه و ارزیابی زیست محیطی

- ۳۱۰ ۵-۱- آنالیز هزینه برای تولید پلت
- ۳۱۰ ۵-۱-۱- روش بکار رفته برای محاسبات هزینه
- ۳۱۱ ۵-۲- ارزیابی اقتصادی یک کارخانه تولید پلت

۳۱۲	..... سرمایه‌گذاری کلی	۳-۱-۵
۳۱۳	..... خشک کردن	۴-۱-۵
۳۱۶	..... آسیاب کردن	۵-۱-۵
۳۱۸	..... پلت‌سازی	۶-۱-۵
۳۱۹	..... خنک‌کاری	۷-۱-۵
۳۲۱	..... انبارش و تجهیزات جانبی	۸-۱-۵
۳۲۴	..... پرسنل	۹-۱-۵
۳۲۴	..... مواد خام	۱۰-۱-۵
۳۲۵	..... کل هزینه‌های تولید پلت	۱۱-۱-۵
۳۲۹	..... هزینه‌های توزیع پلت	۱۲-۱-۵
۳۳۲	..... آنالیز هزینه برای کاربرد پلت در گرمایش خانگی	۲-۵
۳۳۲	..... قیمت خرده‌فروشی برای سوخت‌های مختلف در بخش گرمایش خانگی	۱-۲-۵
۳۳۶	..... مقایسه اقتصادی سیستم‌های گرمایش خانگی مختلف	۲-۲-۵
۳۳۸	..... شرایط کلی حاکم	۱-۲-۲-۵
۳۳۹	..... سیستم گرمایش مرکزی پلت‌سوز	۲-۲-۲-۵
۳۴۲	..... سیستم حرارت مرکزی پلت‌سوز با میعان گاز خروجی	۳-۲-۲-۵
۳۴۵	..... سیستم گرمایش مرکزی نفت‌سوز	۴-۲-۲-۵
۳۴۷	..... سیستم گرمایش مرکزی نفت‌سوز با میعان گاز خروجی	۵-۲-۲-۵
۳۵۰	..... سیستم گرمایش با سوخت گاز طبیعی با میعان گاز خروجی	۶-۲-۲-۵
۳۵۳	..... سیستم گرمایش مرکزی با سوخت خرده‌های چوبی	۷-۲-۲-۵
۳۵۶	..... گرمایش ناحیه‌ای زیست‌توده سوز	۸-۲-۲-۵
۳۵۹	..... مقایسه سیستم‌های مختلف	۹-۲-۲-۵
۳۶۴	..... ارزیابی زیست‌محیطی استفاده از پلت‌ها برای بخش گرمایش خانگی در ...	۳-۵
۳۶۴	..... مقدمه	۱-۳-۵
۳۶۵	..... آلاینده‌هایی که در ارزیابی در نظر گرفته شده‌اند	۲-۳-۵
۳۶۵	..... تأمین سوخت/گرما	۳-۳-۵
۳۶۸	..... نیاز به انرژی کمکی برای بهره‌برداری از سیستم گرمایش مرکزی	۴-۳-۵
۳۶۹	..... به کارگیری سایر سوخت‌ها در سیستم‌های گرمایشی مختلف در بخش گرمایش خانگی	۵-۳-۵
۳۶۹	..... ضرایب انتشار از طریق اندازه‌گیری میدانی	۱-۵-۳-۵
۳۷۱	..... ضرایب انتشار از طریق اندازه‌گیری آزمایشگاهی	۲-۵-۳-۵
۳۷۴	..... ضرایب انتشار کلی برای تأمین انرژی نهایی برای گرمایش اتاق	۳-۵-۳-۵

۳۷۹	..... راندمان‌های تبدیل	۴-۵-۳-۵
۳۸۲	..... اصول شکل‌گیری خاکستر و بخش‌های خاکستر در سیستم‌های زیست‌توده‌سوز	۵-۵-۳-۵
۳۸۵	..... انتشار ذرات ریز	۶-۵-۳-۵
۳۸۷	..... تعریف ذرات ریز	۷-۵-۳-۵
۳۸۷	..... اثرات ذرات ریز روی سلامتی	۸-۵-۳-۵
۳۸۸	..... انتشارهای ریز ذرات از گرماسازهای زیست‌توده‌سوز	۹-۵-۳-۵
۳۹۲	..... انتشار ریز ذرات از گرماسازهای پلت‌سوز در مقایسه با کل انتشارات ...	۱۰-۵-۳-۵
۳۹۴	..... پسماندهای جامد (خاکستر)	۱۱-۵-۳-۵

فصل ششم: مروری اجمالی بر بازار بین‌المللی پلت و دورنمای آن

۳۹۷	..... مقدمه	۱-۶
۳۹۷	..... بازار پلت در اروپا	۲-۶
۳۹۷	..... اتریش	۱-۲-۶
۴۰۹	..... آلمان	۲-۲-۶
۴۱۵	..... ایتالیا	۳-۲-۶
۴۱۹	..... سوئد	۴-۲-۶
۴۲۲	..... دانمارک	۵-۲-۶
۴۲۵	..... بازار پلت در آمریکای شمالی	۳-۶
۴۲۷	..... سایر بازارهای بین‌المللی پلت	۴-۶
۴۲۸	..... مروری اجمالی بر پتانسیل تولید پلت در دنیا	۵-۶
۴۲۸	..... کارخانجات تولید پلت در اروپا	۱-۵-۶
۴۳۴	..... ارزیابی پتانسیل استفاده از مواد خام مختلف در اروپا	۲-۵-۶
۴۳۷	..... ارزیابی پتانسیل جهانی خاک‌اره برای تولید پلت	۳-۵-۶
۴۴۱	..... مروری بر تجارت پلت در دنیا	۶-۶
۴۴۵	..... ملاحظات اجتماعی-اقتصادی تولید و بکارگیری پلت	۷-۶
۴۴۹	..... بررسی موردی استفاده از پلت برای تولید انرژی	۸-۶
۴۴۹	..... بررسی موردی اول- کاربرد مقیاس کوچک: بخاری پلت‌سوز (آلمان)	۱-۸-۶
۴۵۲	..... بررسی موردی دوم- کاربرد مقیاس کوچک: سیستم گرمایش مرکزی پلت‌سوز (اتریش)	۲-۸-۶
۴۵۶	..... بررسی موردی سوم- کاربرد مقیاس کوچک: بهبود بخشیدن بویلر ...	۳-۸-۶
۴۶۰	..... بررسی موردی چهارم- کاربرد مقیاس متوسط: طرح گرمایش ...	۴-۸-۶
۴۶۳	..... بررسی موردی پنجم- کاربرد مقیاس بزرگ: طرح گرمایش ...	۵-۸-۶

- ۴۶۶ ۹-۶- بررسی وضعیت و پتانسیل‌های حاضر کشور ایران برای تولید پلت
- ۴۶۶ ۹-۶-۱- ارزیابی کشور ایران در زمینه تولید پلت
- ۴۶۷ ۹-۶-۲- تولیدکنندگان پلت چوبی در داخل کشور

فصل هفتم: تحقیق و توسعه

- ۴۷۳ ۱-۷- تولید پلت
- ۴۷۳ ۱-۱-۷- استفاده از مواد خام کیفیت پایین
- ۴۷۳ ۱-۱-۱-۷- زیست‌توده گیاهی
- ۴۷۵ ۱-۱-۲-۷- محصولات چرخشی کوتاه
- ۴۷۶ ۱-۱-۳-۷- افزایش پایه مواد اولیه
- ۴۷۶ ۱-۱-۲-۷- بهینه‌سازی کیفیت و تولید پلت
- ۴۷۶ ۱-۲-۱-۷- تأثیر پارامترهای فرایند تولید
- ۴۷۹ ۱-۲-۲-۷- کاهش خود-حرارتی و انتشار گاز
- ۴۷۹ ۱-۲-۳-۷- بهینه‌سازی فرایند تولید پلت
- ۴۸۰ ۱-۳-۷- خشک‌سازی
- ۴۸۱ ۱-۴-۷- تولید پلت‌های غیر متمرکز
- ۴۸۱ ۲-۷- استفاده از پلت
- ۴۸۱ ۱-۲-۷- کاهش انتشار
- ۴۸۲ ۲-۲-۷- انتشار ریز ذرات
- ۴۸۲ ۱-۲-۲-۷- تشکیل و شناخت دقیق ریز ذرات
- ۴۸۳ ۲-۲-۲-۷- اقدامات اولیه برای کاهش انتشار ذرات
- ۴۸۴ ۲-۲-۳-۷- رسوبات ذرات معلق
- ۴۸۶ ۲-۲-۴-۷- اثرات سلامتی انتشار ریز ذرات
- ۴۸۷ ۲-۳-۷- انتشارات گازی
- ۴۸۸ ۲-۵-۷- پیشرفت‌های جدید کوره پلت
- ۴۸۸ ۲-۱-۵-۷- کوره‌های پلت با ظرفیت بویلر اسمی بسیار پایین
- ۴۸۹ ۲-۶-۷- مفاهیم چند سوختی
- ۴۹۰ ۲-۶-۷- سیستم‌های CHP کوچک و بسیار کوچک بر پایه پلت‌ها
- ۴۹۱ ۲-۷-۷- استفاده از پلت‌های با کیفیت پایین
- ۴۹۲ ۲-۸-۷- بهینه‌سازی و گسترش کوره بر اساس شبیه‌سازی CFD
- ۴۹۵ ۲-۹-۷- کاربرد پلت در تبدیل به گاز

۴۹۵	.....	۳-۷- حمایت از تحولات بازار
۴۹۷	.....	۴-۷- خلاصه / نتیجه گیری
Error! Bookmark not defined.	.....	پیوست
Error! Bookmark not defined.	.....	مراجع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳۱	شکل ۱-۱ استاندارد CEN TC 335 در حوزه زیست توده - سوخت زیستی - انرژی زیستی
۳۴	شکل ۲-۱ دسته بندی زیست توده چوبی
۳۶	شکل ۳-۱ دسته بندی پلت چوبی مطابق با بخش ۲ استاندارد prEN 14961
۴۰	شکل ۴-۱ نمونه ای از مشخصات سوخت بر اساس استاندارد EN 14961-1
۴۳	شکل ۵-۱ طرح و تصویر یک تستر دوام مکانیکی پلتها بر اساس استاندارد EN 15210-1
۴۳	شکل ۶-۱ Ligno- Tester LT II
۴۴	شکل ۷-۱ طرح تستر سایش مطابق با استاندارد سوئدی
۵۰	شکل ۸-۱ رابطه بین تعیین دوام مکانیکی بر اساس استانداردهای ...
۵۱	شکل ۹-۱ زنجیره تأمین تحت پوشش استاندارد prEN 15234-1
۶۲	شکل ۱۰-۱ الزامات راندمان بویلر مشتق شده از ظرفیت نامی بویلر مطابق با استاندارد ...
۷۸	شکل ۱۱-۱ اثر نسبی شوک وارد شده بر حجم در مقایسه با کاربرد بدون شوک ...
۸۵	شکل ۱۲-۱ مقایسه روش های محاسبه مختلف برای ...
۸۶	شکل ۱۳-۱ ارزش های حرارتی خالص و ناخالص سوخت های زیست توده مترکم شده
۸۷	شکل ۱۴-۱ چگالی های انرژی پلتها
۹۸	شکل ۱۵-۱ فعالیت ویژه ^{137}Cs در سوخت های زیست توده
۱۰۰	شکل ۱۶-۱ فعالیت های ویژه ^{137}Cs در خاکسترهای تحتانی و درشت و همچنین مواد معلق
۱۰۲	شکل ۱۷-۱ رابطه بین چگالی ذره و دوام
۱۰۴	شکل ۱۸-۱ سایش پلت های چوبی به عنوان تابعی از درصد رطوبت متغیر
۱۰۷	شکل ۱۹-۱ نسبت مولی گوگرد در سوخت نسبت به ترکیبات قلیایی و ...
۱۰۸	شکل ۲۰-۱ نمودار خوردگی توسعه یافته
۱۰۹	شکل ۲۱-۱ رابطه بین ارزش حرارتی ناخالص محاسبه شده و اندازه گیری شده ...
۱۲۶	شکل ۲۲-۱ تولیدکنندگان MBP در کشورهای اروپایی
۱۲۷	شکل ۲۳-۱ مقایسه بین ظرفیت های تولید نصب شده و سطح واقعی تولید
۱۲۷	شکل ۲۴-۱ ظرفیت های نصب شده در کشورهای اروپایی
۱۳۲	شکل ۱-۲ خط فرآیند پلت سازی
۱۳۳	شکل ۲-۲ آسیاب چکشی
۱۳۵	شکل ۳-۲ طرز کار آسیاب چکشی
۱۳۹	شکل ۴-۲ خشک کن دسته لوله ای

- شکل ۲-۵- دسته لوله..... ۱۳۹
- شکل ۲-۶- خشک کن استوانه‌ای ۱۴۰
- شکل ۲-۷- برش مقطعی از یک خشک کن استوانه‌ای سه کاناله..... ۱۴۰
- شکل ۲-۸- خشک کن تسمه‌ای..... ۱۴۳
- شکل ۲-۹- طرز کار خشک کن تسمه‌ای..... ۱۴۳
- شکل ۲-۱۰- جزء خشک کن دما پایین)..... ۱۴۴
- شکل ۲-۱۱- عملکرد خشک کن‌های دما پایین..... ۱۴۵
- شکل ۲-۱۲- نحوه عملکرد خشک کن‌های بخار مافوق گرم..... ۱۴۸
- شکل ۲-۱۳- خشک کن از نوع بستر شناور با مدار بخار مافوق گرم..... ۱۴۸
- شکل ۲-۱۴- مخلوط کن به منظور آماده‌سازی با آب یا بخار آب ۱۵۰
- شکل ۲-۱۵- طراحی دستگاه‌های پلت‌ساز ۱۵۲
- شکل ۲-۱۶- دستگاه پلت‌ساز ۱۵۲
- شکل ۲-۱۷- خنک کن با جریان مخالف ۱۵۳
- شکل ۲-۱۸- عملکرد خنک کن جریان مخالف..... ۱۵۴
- شکل ۲-۱۹- تقاضای انرژی برای خردسازی زیست‌توده برشته‌شده در مقیاسه ۱۵۷
- شکل ۲-۱۹- انرژی لازم برای آسیاب کردن زیست‌توده‌های برشته‌شده ... ۱۵۷
- شکل ۲-۲۱- نمودار جریان فناوری bBO2 (توضیحات: مرجع [۱۶۸])..... ۱۶۰
- شکل ۳-۱- نمونه‌هایی معمول از بسته‌بندی پلت‌ها در قالب کیسه‌های مصرفی..... ۱۶۵
- شکل ۳-۲- نمونه‌ای از بسته‌بندی پر شده پلت‌ها در قالب کیسه‌های بزرگ..... ۱۶۶
- شکل ۳-۳- نمونه‌ای از بسته‌بندی پلت‌ها در قالب بسته‌های بزرگ (در حال پر شدن)..... ۱۶۷
- شکل ۳-۴- نمونه‌ای از کامیون رایج در اروپا جهت انتقال پلت‌ها مجهز به تغذیه‌کننده پنوماتیکی..... ۱۶۸
- شکل ۳-۵- استینگر متداول در آمریکای شمالی (دو تانکره)..... ۱۶۹
- شکل ۳-۶- کامیون کمپرسی..... ۱۷۰
- شکل ۳-۷- کامیون استاندارد..... ۱۷۰
- شکل ۳-۸- کامیون ۱۸ چرخ مجهز به سیستم تخلیه هیدرولیکی [۲]..... ۱۷۱
- شکل ۳-۹- نمونه‌ای از کانتیر در حال پر شدن که بر روی ترازو قرار دارد..... ۱۷۲
- شکل ۳-۱۰- نمونه‌ای از ماشین‌های ریلی رایج در آمریکای شمالی..... ۱۷۲
- شکل ۳-۱۱- کشتی اقیانوس پیما حامل ۴۶۰۰۰ dwt پلت..... ۱۷۴
- شکل ۳-۱۲- بیل مکانیکی در حال تخلیه بار [۲]..... ۱۷۴
- شکل ۳-۱۳- قیف‌های تحویل گیرنده پلت با فن‌های کاهنده گرد..... ۱۷۵
- شکل ۳-۱۴- سطح مقطعی از یک فضای انبارش پلت..... ۱۷۷

- شکل ۳-۱۵- گوی پلت برای انبارش زیرزمینی [۴]..... ۱۸۰
- شکل ۳-۱۶- انباره زیرزمینی پلت با امکان تخلیه از قسمت بالا [۵]..... ۱۸۰
- شکل ۳-۱۷- مخزن ساخته شده از الیاف مصنوعی برای انبارش پلت [۷]..... ۱۸۱
- شکل ۳-۱۸- نمونه‌ای از سیلوی عمودی با کف مخروطی شکل..... ۱۸۲
- شکل ۳-۱۹- نمونه‌ای از سیلوهای عمودی با قسمت زیرین مسطح..... ۱۸۴
- شکل ۳-۲۰- نمونه‌ای از انباره تخت با اسکلت A شکل..... ۱۸۴
- شکل ۳-۲۱- نمای داخلی نمونه‌ای از انباره مسطح چند منظوره..... ۱۸۵
- شکل ۳-۲۲- توزیع اندازه ذرات معلق در هوا [۱۲]..... ۱۹۱
- شکل ۳-۲۳- زمان نشست ذرات در هوای ساکن [۱۳]..... ۱۹۲
- شکل ۳-۲۴- مثلث آتش و پنج ضلعی انفجار که نشان‌دهنده فاکتورهایی هستند ۱۹۳
- شکل ۳-۲۵- اثر جذب رطوبت بر روی پلت‌ها و غلظت رطوبت متعادل برای... ۲۰۰
- شکل ۳-۲۶- غلظت گازهای مونواکسیدکربن بر حسب مدت انبارش در ... ۲۰۷
- شکل ۳-۲۷- غلظت گاز دی اکسیدکربن بر حسب مدت انبارش در انباره پلت سفید [۴۰،۳۹]..... ۲۰۷
- شکل ۳-۲۸- غلظت گاز متان بر حسب مدت انبارش در انباره پلت سفید [۳۹،۴۰]..... ۲۰۸
- شکل ۳-۲۹- نمونه‌هایی از سیستم پایش دما و مقایسه بین راهکارهای تک کابلی و چند کابلی ۲۱۴
- شکل ۳-۳۰- قابلیت نفوذ برای پلت‌ها با نسبت ابعادی مختلف [۴۹]..... ۲۱۵
- شکل ۳-۳۱- واحد متحرک اطفاء حریق مورد استفاده در مواقع آتش سوزی سیلو..... ۲۲۱
- شکل ۳-۳۲- طرح پایه برای توزیع مجاری ورودی گاز در سیلو [۵۳]..... ۲۲۲
- شکل ۳-۳۳- حرکت گلوله آتش درون ستون پلت‌ها..... ۲۲۳
- شکل ۴-۱- کوره تغذیه شونده با پلت [283]..... ۲۳۲
- شکل ۴-۲- کوره پلت با مشعل خارجی ۲۳۳
- شکل ۴-۳- بویلر ارتقاء یافته برای استفاده از پلت‌ها ۲۳۴
- شکل ۴-۴- اصول مشعل افقی استوکر ۲۳۵
- شکل ۴-۵- اصول اساسی سیستم‌های احتراق پلت چوبی ۲۳۶
- شکل ۴-۶- کوره تغذیه از پایین ۲۳۷
- شکل ۴-۷- کوره پلت تغذیه افقی ۲۳۹
- شکل ۴-۸- کوره پلت تغذیه از بالا ۲۴۰
- شکل ۴-۹- انواع مختلف مشعل‌های پلت ۲۴۱
- شکل ۴-۱۰- مشعل پلت شبکه گردان ۲۴۲
- شکل ۴-۱۱- سیستم نوار نقاله با پیچ معمولی ۲۴۳
- شکل ۴-۱۲- سیستم نوار نقاله با پیچ انعطاف‌پذیر ۲۴۳

- شکل ۴-۱۳- سیستم تغذیه پلت بادی ۲۴۴
- شکل ۴-۱۴- ترکیب پیچ تغذیه و سیستم تغذیه بادی ۲۴۵
- شکل ۴-۱۵- ترکیب خوراک‌دهی مارپیچی و سیستم و همزن ۲۴۵
- شکل ۴-۱۶- سوپاپ چرخان ۲۴۷
- شکل ۴-۱۷- سوپاپ ضد آتش ۲۴۷
- شکل ۴-۱۸- سیستم اطفاء حریق خودکار ۲۴۸
- شکل ۴-۱۹- اصل کوره پلت تغذیه از بالا با عرضه هوا در محل و ترکیب بهینه ... ۲۴۹
- شکل ۴-۲۰- نمونه‌ای از طراحی یک نازل هوای ثانویه بهینه‌سازی شده توسط شبیه‌سازی CFD ... ۲۵۰
- شکل ۴-۲۱- طراحی ارتباط بین انتشار CO و ضریب هوای اضافی λ در کوره‌های ... ۲۵۲
- شکل ۴-۲۲- انتشار ذرات ریز، CO و TOC در هنگام تغییر بار یک کوره پلت مدرن ۲۵۴
- شکل ۴-۲۳- سیستم تمیزکن مبدل حرارتی تمام اتوماتیک ۲۵۵
- شکل ۴-۲۴- سیستم فشرده‌سازی خاکستر ۲۵۶
- شکل ۴-۲۵- جعبه خاکستر خارجی ۲۵۷
- شکل ۴-۲۶- وابستگی کارایی دمای خروجی از کندانسور و مقادیر مختلف رطوبت ۲۵۸
- شکل ۴-۲۷- وابستگی کارایی بر دمای خروجی از کندانسور و مقادیر مختلف O₂ گاز سوخته ۲۵۹
- شکل ۴-۲۸- کارایی کوره‌های پلت با و بدون تراکم گاز سوخته ۲۶۰
- شکل ۴-۲۹- انتشار ذرات ریز از کوره‌های پلت با و بدون تراکم گاز سوخته ۲۶۱
- شکل ۴-۳۰- طرح بویلر پلت با تراکم گاز سوخته ۲۶۴
- شکل ۴-۳۱- بویلر پلت با تراکم گاز سوخته ۲۶۵
- شکل ۴-۳۲- راکون ۲۶۶
- شکل ۴-۳۳- زغال ساز اوکو ۲۶۷
- شکل ۴-۳۴- پروفیترم BOMAT ۲۶۸
- شکل ۳-۳۵- هیدروکیوب شرایدر ۲۶۹
- شکل ۴-۳۶- بویلر ترکیبی برای استفاده از پلت‌ها و هیزم ۲۷۱
- شکل ۴-۳۷- سیستم ترکیبی پلت و گرمایش خورشیدی با استفاده از کلکتورهای ۲۷۴
- شکل ۴-۳۸- سیستم گرمایش خورشیدی و پلت با بویلر پلت ۲۷۵
- شکل ۴-۳۹- سیستم گرمایش خورشیدی و پلت با بخاری پلت و یک مخزن بافر کوچک ۲۷۵
- شکل ۴-۴۰- TDS Powerfire 150 ۲۷۸
- شکل ۴-۴۱- کوره دوار PYROT ۲۷۹
- شکل ۴-۴۲- مشعل Bioswirl® ۲۸۱
- شکل ۴-۴۳- واحد نیروی استرلینگ SPM ۲۸۳

- شکل ۴-۴۴- اصل تولید برق ترموالکتریک..... ۲۸۴
- شکل ۴-۴۵- نمونه اولیه یک ژنراتور ترموالکتریک طراحی شده برای استفاده در یک کوره پلت..... ۲۸۴
- شکل ۴-۴۶- فرایند موتور استرلینگ - طرح ادغام در یک دستگاه CHP زیست توده..... ۲۸۵
- شکل ۴-۴۷- تصاویری از یک کارخانه پیلوت و موتور استرلینگ ۳۵ کیلو وات..... ۲۸۷
- شکل ۴-۴۸- طرح فرآیند ORC که در داخل دستگاه CHP زیست توده در Lienz قرار گرفته است..... ۲۸۹
- شکل ۴-۴۹- ویژگی های شلیک زیست توده در نیروگاه های بزرگ پودر زغال سنگ..... ۲۹۲
- شکل ۵-۱- رشد قیمت خاکاره از دسامبر ۲۰۰۳ تا آگوست ۲۰۰۹..... ۳۲۶
- شکل ۵-۲- هزینه های قسمت های مختلف تولید پلت و سهم آن ها در کل هزینه ها ۳۲۷
- شکل ۵-۳- هزینه های مختلف تولید پلت بر طبق VDI 2067..... ۳۲۸
- شکل ۵-۴- مصرف انرژی در بخش های مختلف تولید پلت در صورت استفاده از ... ۳۲۹
- شکل ۵-۵- هزینه های کلی و ویژه بر حسب مسافت..... ۳۳۰
- شکل ۵-۶- قیمت متوسط سوخت های مختلف براساس ارزش حرارتی خالص طی ... ۳۳۳
- شکل ۵-۷- تغییر قیمت پلت، نفت و گاز طبیعی از ژوئن ۱۹۹۹ تا سپتامبر ۲۰۰۹ در اتریش..... ۳۳۴
- شکل ۵-۸- توسعه قیمت پلت ها در آلمان [۵۵، ۵۶]..... ۳۳۵
- شکل ۵-۹- مقایسه هزینه های سرمایه گذاری برای سیستم های گرمایشی مختلف..... ۳۶۰
- شکل ۵-۱۰- مقایسه هزینه های حرارت و سوخت سالانه..... ۳۶۱
- شکل ۵-۱۱- هزینه تولید گرمای ویژه برای سیستم های گرمایشی مختلف..... ۳۶۳
- شکل ۵-۱۲- سهم هزینه های سرمایه اولیه، مصرف، بهره برداری و دیگر هزینه ها در هزینه کل..... ۳۶۴
- شکل ۵-۱۳- مقایسه بین اندازه گیری های آزمایشگاهی و میدانی برای گرماسازهای پلت سوز..... ۳۷۲
- شکل ۵-۱۴- توسعه انتشار CO از گرماسازهای پلت سوز اتریشی از ... ۳۷۳
- شکل ۵-۱۵- تغییرات انتشار ذرات ریز برای گرماسازهای اتریشی از ... ۳۷۴
- شکل ۵-۱۶- ضرایب انتشار تأمین انرژی نهایی برای سیستم های مختلف انرژی و ... ۳۷۸
- شکل ۵-۱۷- مقایسه راندمان های بویلر و سالیانه سیستم هایی که مقایسه شده اند [۶۵]..... ۳۸۰
- شکل ۵-۱۸- راندمان های سالیانه و گرمای مفید مورد نیاز بویلرهای پلت سوز بر... ۳۸۲
- شکل ۵-۱۹- شکلگیری خاکستر هنگام سوختن زیست توده [۸۵]..... ۳۸۴
- شکل ۵-۲۰- تجاوز از حد انتشار ذرات ریز در اتریش از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸ [۸۶]..... ۳۸۶
- شکل ۵-۲۱- انتشار آئروسول از گرماسازهای زیست توده سوز متوسط و ... ۳۸۹
- شکل ۵-۲۲- ترکیب انتشار ذرات ریز از گرماسازهای زیست توده سوز قدیم و ... ۳۹۱
- شکل ۵-۲۳- انتشار ریز ذرات در اتریش بر اساس منابع تولید آنها [۷۸، ۷۶، ۸۸، ۱۰۱]..... ۳۹۳
- شکل ۶-۱- محل کارخانه های تولید پلت در اتریش و ظرفیت تولید آن ها [۵۴]..... ۳۹۸
- شکل ۶-۲- توسعه ظرفیت تولید پلت در اتریش در طی سال های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۹..... ۳۹۸

- شکل ۳-۶- توسعه تولید پلت، مصرف و صادرات در اتریش در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹ ۳۹۹
- شکل ۴-۶- توسعه استفاده از بخاری‌های پلت‌سوز در اتریش در طی سال‌های ۴۰۱
- شکل ۵-۶- توسعه بکارگیری سیستم‌های گرمایش مرکزی پلت‌سوز در اتریش در ۴۰۲
- شکل ۶-۶- توسعه ظرفیت اسمی بویلرهای استفاده شده در سیستم‌های ۴۰۲
- شکل ۷-۶- نصب سالیانه سیستم‌های حرارتی جدید در اتریش در طی سال‌های ۴۰۳
- شکل ۸-۶- سوخت‌های مورد استفاده به منظور گرمایش منازل مسکونی در اتریش و ۴۰۴
- شکل ۹-۶- توسعه استفاده از کوره‌های پلت‌سوز در اتریش بین سال‌های ۱۹۹۷ و ۲۰۰۸ ۴۰۵
- شکل ۱۰-۶- توسعه مصرف پلت در اتریش ۴۰۶
- شکل ۱۱-۶- مقایسه قیمت پلت و نفت در دهه اخیر [۱۲۷] ۴۰۷
- شکل ۱۲-۶- مقایسه قیمت سوخت‌های مختلف [۱۲۸] ۴۰۸
- شکل ۱۳-۶- هزینه سالانه گرمایش ساختمان‌های مسکونی در اتریش [۱۲۹] ۴۰۸
- شکل ۱۴-۶- توزیع کارخانه‌های تولید پلت در آلمان ۴۰۹
- شکل ۱۵-۶- ظرفیت تولید، تولید و مصرف سالانه در آلمان ۴۱۰
- شکل ۱۶-۶- توسعه استفاده از سیستم‌های گرمایش پلت‌سوز در مقیاس کوچک در آلمان ۴۱۲
- شکل ۱۷-۶- نصب سالیانه سیستم‌های حرارتی جدید در آلمان در طی ۴۱۳
- شکل ۱۸-۶- توسعه مصرف پلت در آلمان در سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۸ ۴۱۴
- شکل ۱۹-۶- مقایسه قیمت‌های گاز طبیعی، نفت سبک و پلت‌های چوبی در ۴۱۴
- شکل ۲۰-۶- سهم سالیانه انواع سوخت‌های چوبی مصرفی در ایتالیا ۴۱۵
- شکل ۲۱-۶- تولید سالیانه پلت در ایتالیا ۴۱۶
- شکل ۲۲-۶- فروش سالانه بخاری‌های پلت‌سوز و سوخت مصرفی آن‌ها ۴۱۷
- شکل ۲۳-۶- فروش سالانه بویلرهای پلت‌سوز و سوخت مصرفی آن‌ها ۴۱۸
- شکل ۲۴-۶- مقایسه تولید و مصرف داخلی ۴۱۹
- شکل ۲۵-۶- تولید، واردات و صادرات سالانه کشور سوئد [۱۴۱] ۴۲۰
- شکل ۲۶-۶- توسعه مصرف پلت در سوئد طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۲ [۱۴۳، ۱۴۱، ۱۴۴] ۴۲۱
- شکل ۲۷-۶- مصرف کلی پلت‌های چوبی در ساختمان‌های جدا از هم و یا ۴۲۲
- شکل ۲۸-۶- گسترش مصرف، ظرفیت تولید، تولید و واردات خالص در دانمارک ۴۲۴
- شکل ۲۹-۶- تولید و واردات پلت در دانمارک طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ ۴۲۴
- شکل ۳۰-۶- واردات پلت به دانمارک در سال ۲۰۱۰ ۴۲۵
- شکل ۳۱-۶- گسترش مصرف پلت در آمریکای شمالی طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۰ ۴۲۶
- شکل ۳۲-۶- گسترش تولید پلت در آمریکای شمالی طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ ۴۲۷
- شکل ۳۳-۶- حل قرارگیری کارخانجات تولید پلت در اروپا (چپ) و ۴۳۰

- شکل ۳۴-۶- تولید پلت و ظرفیت تولید در اتریش برای دوره ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۶ و ... ۴۳۲
- شکل ۳۵-۶- محل قرارگیری کارخانجات الوارسازی و کارخانجات تولید پلت در سوئد و فنلاند ... ۴۳۴
- شکل ۳۶-۶- رابطه بین ظرفیت کارخانجات تولید پلت و الوارسازی در سوئد و فنلاند ... ۴۳۴
- شکل ۳۷-۶- مقایسه ظرفیت تخمینی تولید پلت چندین کشور اروپایی با ... ۴۳۵
- شکل ۳۸-۶- پتانسیل تئوری سوخت جنگلی برای ۲۷ کشور عضو اتحادیه اروپا ... ۴۳۶
- شکل ۳۹-۶- شرح مدل جریان تبادلات چوب و پارامترهای اصلی آن ... ۴۳۸
- شکل ۴۰-۶- بزرگترین تولیدکنندگان محصولات فرعی کارخانجات تولید تخته ... ۴۳۹
- شکل ۴۱-۶- مقایسه تولید محصولات فرعی در کارخانجات تولید تخته‌های ... ۴۴۰
- شکل ۴۲-۶- مقدار تئوری محصولات فرعی اضافی از صنایعی که فرایندهای ... ۴۴۱
- شکل ۴۳-۶- بخاری پلت‌سوز (۸ کیلووات) در اتاق نشیمن ... ۴۵۰
- شکل ۴۴-۶- سیستم گرمایش مرکزی پلت سوز ... ۴۵۳
- شکل ۴۵-۶- ترکیب بویلر قدیمی با کوره پلت‌سوز جدید ... ۴۵۸
- شکل ۴۶-۶- واحد گرمایش منطقه ای وینینگا پشت سیلوی پلت ... ۴۶۱
- شکل ۴۷-۶- سیستم گرمایش منطقه‌ای در کیگ ... ۴۶۴
- شکل ۴۸-۶- خط تولید پلت شرکت اندیشه حرکت شمال ... ۴۶۸
- شکل ۴۹-۶- مشخصات پلت شرکت اندیشه حرکت شمال ... ۴۶۸
- شکل ۵۰-۶- نمونه پلت شرکت اندیشه حرکت شمال ... ۴۶۹
- شکل ۵۱-۶- خط تولید شرکت پادیس سازان لیدوما ... ۴۶۹
- شکل ۵۲-۶- نمونه پلت شرکت پادیس سازان لیدوما ... ۴۷۰
- شکل ۵۳-۶- مشخصات پلت شرکت پادیس سازان لیدوما ... ۴۷۱
- شکل ۱-۷- سطوح ایزوی دمای گاز سوخته [C °] در مقاطع افقی کوره ... ۴۹۳
- شکل ۲-۷- سطوح ایزوی تراکم CO در گاز سوخته [ppmv] در مقاطع کوره ... ۴۹۴

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- استانداردهای EN که برای سوخت‌های زیستی جامد منتشر شده‌اند و	۲۹
جدول ۲-۱- دسته‌بندی زیست‌توده چوبی بر اساس EN 14961-1	۳۴
جدول ۴-۱- مشخصات خصوصیات اصلی پلت‌ها مطابق با استاندارد EN 14961-1	۳۸
جدول ۵-۱- مشخصات خصوصیات طبق استاندارد/بنابر اطلاعات برای پلت‌ها	۳۹
جدول ۶-۱- مقایسه استانداردهای پلت	۴۷
جدول ۷-۱- الزامات راندمان بویلر مشتق شده از ظرفیت نامی بویلر مطابق با	۶۲
جدول ۸-۱- انتشار آلاینده‌ها مطابق با استاندارد ÖNORM EN 303-5	۶۳
جدول ۹-۱- حدود انتشار آلاینده‌ها بر طبق استاندارد EN 303-5 و در کشورهای مختلف	۶۵
جدول ۱۰-۱- حدود انتشار آلاینده‌های NO _x بر طبق استاندارد EN 303-5 و در کشورهای مختلف ..	۶۷
جدول ۱۱-۱- حدود آلاینده OGC بر طبق استاندارد EN 303-5 و در کشورهای مختلف	۶۸
جدول ۱۲-۱- حدود انتشار آلاینده‌های ذرات معلق بر طبق استاندارد	۶۹
جدول ۱۳-۱- غلظت C, H, O و مواد فرار در مواد زیست‌توده مختلف	۸۲
جدول ۱۴-۱- مقادیر راهنما برای N, S و Cl برای سوخت‌های زیست‌توده مختلف	۸۳
جدول ۱۵-۱- میزان خاکستر متداول انواع مختلف زیست‌توده	۹۲
جدول ۱۶-۱- غلظت عناصر اصلی تشکیل‌دهنده خاکستر در خاکسترهای زیست‌توده	۹۳
جدول ۱۷-۱- غلظت‌های متداول فلزات سنگین در انواع مختلف سوخت‌های زیست‌توده	۹۵
جدول ۱۸-۱- مرور کلی بر بخش‌های مختلف زیست‌توده چوبی با توجه به	۱۱۲
جدول ۱۹-۱- پارامترهای تولید پوست‌درخت متراکم‌شده	۱۱۵
جدول ۲۰-۱- مقادیر نوعی خاکستر، N, S و Cl در صنوبر و بید	۱۱۶
جدول ۲۱-۱- مقادیر راهنما برای کاه و محصولات کلی در مقایسه با	۱۱۷
جدول ۱-۲- میزان تقاضای ماده خام برای تولید یک تن پلت	۱۳۰
جدول ۲-۲- محدوده اشباع فیبر برای تعدادی از گونه‌های چوبی	۱۳۷
جدول ۱-۳- نتایج حاصل از آزمایش‌های گردهای کوچکتر از ۶۳ میکرون	۱۹۴
جدول ۲-۳- اقدامات احتیاطی پیشنهادی در هنگام وجود ذرات ریز فلزی و	۱۹۷
جدول ۳-۳- نرخ سوختن گرد ریزتر از ۶۳ میکرومتر ناشی از سایش پلت	۱۹۸
جدول ۴-۳- میزان مونواکسید اندازه‌گیری شده در انبارهای پلت مورد مطالعه	۲۱۰
جدول ۵-۳- علل وقوع حادثه در انواع مختلف گرد و ذرات ریز [۴۵]	۲۱۱
جدول ۱-۴- محتویات فلزات سنگین میعانات کوره پلت با تراکم گاز سوخته در	۲۶۲
جدول ۱-۵- شرایط کلی لحاظ شده در محاسبات مربوط به هزینه‌های تولید پلت	۳۱۱

- جدول ۲-۵- هزینه‌های سرمایه‌گذاری کلی کارخانه تولید پلت ۳۱۲
- جدول ۳-۵- میزان رطوبت قبل و بعد از خشک کردن انواع مواد خام به منظور پلت سازی ۳۱۳
- جدول ۴-۵- شرایطی که در محاسبه هزینه برای خشک کردن پلت در یک ۳۱۶
- جدول ۵-۵- محاسبات هزینه برای خشک کردن پلت در یک خشک‌کن تسمه‌ای ۳۱۶
- جدول ۶-۵- شرایط لحاظ شده در محاسبات هزینه آسیاب کردن ماده خام در ۳۱۷
- جدول ۷-۵- محاسبات هزینه برای آسیاب کردن ماده خام در آسیاب چکشی ۳۱۷
- جدول ۸-۵- شرایط لحاظ شده در محاسبات هزینه پلت سازی در یک دستگاه پرس پلت ۳۱۸
- جدول ۹-۵- محاسبات هزینه پلت سازی در یک دستگاه پرس پلت ۳۱۹
- جدول ۱۰-۵- شرایط لحاظ شده در محاسبات هزینه خنک‌کاری در یک خنک‌کن جریان مخالف ۳۲۰
- جدول ۱۱-۵- محاسبات هزینه خنک‌کاری در یک خنک‌کن جریان مخالف ۳۲۰
- جدول ۱۲-۵- شرایط لحاظ شده در محاسبات هزینه مواد خام و انبارش پلت در محل تولید ۳۲۱
- جدول ۱۳-۵- محاسبات هزینه مواد خام و انبارش پلت در محل تولید ۳۲۲
- جدول ۱۴-۵- شرایط لحاظ شده در محاسبات هزینه تجهیزات جانبی ۳۲۳
- جدول ۱۵-۵- محاسبات هزینه تجهیزات جانبی ۳۲۳
- جدول ۱۶-۵- محدوده قیمت مواد خام برای تولید پلت ۳۲۵
- جدول ۱۷-۵- هزینه‌های کلی تولید پلت ۳۲۶
- جدول ۱۸-۵- اطلاعات پایه برای محاسبات مربوط به هزینه حمل و نقل توسط کامیون ۳۳۰
- جدول ۱۹-۵- هزینه‌های کلی توزیع پلت ۳۳۱
- جدول ۲۰-۵- هزینه کلی تأمین پلت ۳۳۱
- جدول ۲۱-۵- شرایط عمومی لحاظ شده در محاسبات هزینه برای سیستم‌های گرمایش ۳۳۸
- جدول ۲۲-۵- اطلاعات پایه‌ای محاسبه هزینه کلی یک سیستم گرمایش ۳۳۹
- جدول ۲۴-۵- داده‌های پایه‌ای برای محاسبه هزینه کلی یک سیستم گرمایش ۳۴۳
- جدول ۲۶-۵- داده‌های پایه‌ای برای محاسبه هزینه کلی یک سیستم گرمایش ۳۴۵
- جدول ۲۸-۵- داده‌های پایه‌ای برای محاسبه هزینه کامل یک سیستم گرمایش ۳۴۸
- جدول ۳۰-۵- داده‌های پایه‌ای برای محاسبه هزینه کامل یک سیستم گرمایش ۳۵۰
- جدول ۳۲-۵- داده‌های پایه‌ای برای محاسبه هزینه کامل یک سیستم گرمایش ۳۵۳
- جدول ۳۴-۵- داده‌های پایه‌ای برای محاسبه هزینه کامل گرمایش ناحیه‌ای زیست‌توده‌سوز ۳۵۷
- جدول ۳۶-۵- داده‌های پایه لحاظ شده در محاسبات ضرایب انتشار در طول زنجیره تأمین پلت ۳۶۶
- جدول ۳۷-۵- مصرف انرژی مراحل فرآیند تولید پلت برای پلت‌سازی از تراشه چوب و خاکاره ۳۶۷
- جدول ۳۸-۵- ضرایب انتشار زنجیره تأمین پلت [۶۹، ۶۸، ۶۵، ۶۱] ۳۶۷
- جدول ۳۹-۵- ضرایب انتشار برای تأمین نفت، گاز طبیعی و خرده‌های چوب ۳۶۸

- جدول ۵-۴۰- ضرایب انتشار استفاده از انرژی کمکی هنگام بهره‌برداری از ... ۳۶۹.....
- جدول ۵-۴۱- ضرایب انتشار سیستم‌های مختلف حرارت مرکزی بر اساس اندازه‌گیری میدانی..... ۳۷۰
- جدول ۵-۴۲- ضرایب انتشار تأمین انرژی کلی از طریق سیستم‌های گرمایش ... ۳۷۵.....
- جدول ۵-۴۳- کلسیم و مواد مغذی متداول موجود در خاکسترهای زیست‌توده مختلف [۱۰۳]..... ۳۹۵
- جدول ۶-۱- جنبه‌های کلی اجتماعی- اقتصادی مرتبط با تولید و بکارگیری بومی پلت ۴۴۸
- جدول ۶-۲- مشخصات فنی بخاری پلت‌سوز در استرایپینگ ۴۵۰
- جدول ۶-۳- اطلاعات اقتصادی بخاری پلت‌سوز در استرایپینگ ۴۵۱
- جدول ۶-۴- انتشار آلاینده‌ها توسط سیستم گرمایش مرکزی پلت‌سوز و حدود مجاز آن‌ها ۴۵۳
- جدول ۶-۵- مشخصات فنی سیستم گرمایش مرکزی پلت سوز ۴۵۵
- جدول ۶-۶- اطلاعات اقتصادی سیستم گرمایش مرکزی پلت سوز ۴۵۶
- جدول ۶-۷- مشخصات فنی کوره بهبود یافته در سوئد ۴۵۹
- جدول ۶-۸- مشخصات فنی واحد گرمایش منطقه‌ای وینینگا ۴۶۲
- جدول ۶-۹- مشخصات فنی سیستم گرمایش منطقه‌ای در کیگ ۴۶۵

تقدیم به

انسانهایی که

به فردایی بهتر

می اندیشند.

مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال طلب و پویا می دانند که جهت گیری او به سوی خالقش می باشد. از جمله راههای تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریای بیکران آن هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقریبش بیشتر می شود. از این روست که به علم اندوزی و دانش آموزی توجهی بی نظیر مبذول گردیده است. اما علم آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهمترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود.

جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت های معنوی هموطنان گرامی بتوانیم گامهای مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنماییهای شما عزیزان می تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنماییهای شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آنها برخوردار بوده ام به خصوص آقایان دکتر مهدی رضایی و دکتر ابوعلی گلزاری (نویسندگان) و علی محمد خانی (مدیر فروش) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

مهدی خانی

مدیر مسئول انتشارات آوای قلم

پیشگفتار نویسندگان

پلت‌ها، سوخت‌زیستی جامد با کیفیت پایدار، میزان رطوبت کم، چگالی انرژی بالا و اندازه و شکل یکسان می‌باشند. پلت تولیدشده از منابع زیست‌توده، یک منبع تجدیدپذیر انرژی تلقی می‌شود که به وسیله فشرده‌سازی ضایعات کشاورزی و چوبی تولید می‌شود. پلت‌ها با داشتن مقدار رطوبت پایین، ارزش حرارتی بالا، حمل و نقل و انبارداری آسان و کاهش حجم زائدات و پسماندهای زیست‌توده، می‌تواند با کارایی احتراق بسیار بالایی نسبت به دیگر سوخت‌های زیست مورد استفاده قرار گیرد و منبعی تجدیدپذیر برای تولید انرژی باشد. پلت چوبی عمدتاً به عنوان سوخت در گرماسازهای مقیاس کوچک (بخاری‌های پلت‌سوز) مورد استفاده قرار می‌گیرد و به طور خاص مورد تقاضای بازار مسکونی (افراد) که این سوخت را برای منازل خود خریداری می‌کنند) قرار دارد، اما پلت‌هایی که از زائدات سایر منابع زیست‌توده از جمله زائدات کشاورزی تهیه می‌شوند به عنوان سوخت در گرماسازها یا بویلرهای واحدهای صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بازارهای مصرف این محصول با توجه به افزایش تولید مواد اولیه با منشا زیست‌توده و میزان دسترسی به مواد اولیه و کاهش اثرات زیست‌محیطی مصرف سوخت‌های فسیلی در حال توسعه است و کشورهای مختلف در برنامه‌های توسعه‌ای خود در بخش انرژی، پلت با منشا زیستی را جایگزین زغالسنگ کرده‌اند که نشان از آینده مطلوب این سوخت پاک دارد.

این کتاب که نگاه جامع و مبسوطی به این محصول ارزشمند از منابع زیست‌توده دارد، در هفت فصل نگارش شده است. در فصل اول استانداردهای مرتبط با پلت مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، مشخصات فیزیکی و شیمیایی مواد خام و پلت‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است. در فصل دوم، مراحل تولید پلت به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل سوم و چهارم لجستیک و فناوری‌های احتراق پلت چوبی تحلیل شده است، در ادامه و در فصل پنجم آنالیز هزینه و ارزیابی زیست‌محیطی و مباحث زیست‌محیطی تولید و مصرف پلت چوبی ارائه شده است. در فصل ششم و هفتم نیز مروری اجمالی بر بازار بین‌المللی پلت و دورنمای آن و همچنین تحقیق و توسعه این محصول ارزشمند بررسی و ارائه گردیده است. این کتاب کامل‌ترین و جامع‌ترین کتاب در زمینه پلت‌های چوبی در ایران می‌باشد که حاصل هشت سال تحقیق و پژوهش نگارندگان در این زمینه می‌باشد. این کتاب با توجه به جامعیت آن و در نظر گرفتن تمام جوانب نظری و تجربی تولید و مصرف پلت چوبی، قابلیت استفاده به عنوان منبع تدریس دروس دانشگاهی را دارد.

مهدی رضایی

ابوعلی گلزاری