

سیستم‌های پیل سوختی

نویسندگان:

جیمز لارمینگ، اندرو دیکس

ترجمه: محمدحسین ارفع

سرشناسه	: لارمینی، جیمز
	James Larminie
عنوان و نام پدیدآور	: سیستم‌های پیل سوختی/ [جیمز لارمینی، اندرو دیکس] ؛ ترجمه محمدحسین ارفع.
مشخصات نشر	: تهران: آرنا، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۴۵۸ ص.: مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۹۳۷۰۵-۸-۰۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Fuel cell systems explained.
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: پیل‌های سوختی
شناسه افزوده	: دیکس، اندرو
شناسه افزوده	: Dicks, Andrew
شناسه افزوده	: ارفع، محمدحسین، ۱۳۶۱ - مترجم
رده بندی کنگره	: K ۱۳۹۲۲۹۳ س ۹ ج ۲ /
رده بندی دیویی	: ۳۱۲.۹/۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۱۰۰۹



نشر آرنا

عنوان: سیستم‌های پیل سوختی

مترجم: محمدحسین ارفع

چاپ: اول ۱۳۹۲

طرح جلد: مرتضی هانی

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۲۲۰۰۰ تومان

مقدمه مترجم	۱۵
پیش گفتار	۱۶
پیش گفتار چاپ نخست	۱۷
قدردانی	۱۹
اختصارات	۲۰
علائم	۲۳
فصل ۱ مقدمه	۲۵
۱-۱ مفاهیم پایه پیل سوختی هیدروژنی	۲۶
۱-۲ علت محدود شدن جریان چیست؟	۳۰
۱-۳ اتصال پیل به صورت سری - صفحات دوقطبی	۳۲
۱-۴ تأمین گاز و خنک کاری	۳۵
۱-۵ انواع پیل سوختی	۴۰
۱-۶ سایر انواع پیل ها - پیل سوختی غیر سوختی	۴۳
۱-۶-۱ پیل های سوختی بیولوژیک	۴۳
۱-۶-۲ پیل های هوا / فلز	۴۴
۱-۶-۳ پیل های جریان ردوکس یا پیل های سوختی احیا کننده	۴۴
۱-۷ سایر اجزای یک سیستم پیل سوختی	۴۶
۱-۸ اعداد و ارقام مورد استفاده برای مقایسه سیستم ها	۴۸
۱-۹ فواید و کاربردها	۵۰
مراجع	۵۲
فصل ۲ بازده و ولتاژ مدار باز	۵۳
۲-۱ انرژی و نیروی محرکه الکتریکی پیل سوختی هیدروژنی	۵۴
۲-۳ بازده و محدودیت های آن	۵۹
۲-۴ بازده و ولتاژ پیل سوختی	۶۳
۲-۵ اثر فشار و غلظت گاز	۶۳
۲-۵-۱ معادله نرنست	۶۳
۲-۵-۲ فشار جزئی هیدروژن	۶۶
۲-۵-۳ مصرف سوخت و اکسید کننده	۶۷
۲-۵-۴ فشار سیستم	۶۷
۲-۵-۵ یک کاربرد: اندازه گیری الکل خون	۶۸

۶۹	۲-۶ خلاصه
۷۰	مراجع
۷۱	فصل ۳ ولتاژ پیل سوختی عملیاتی
۷۲	۳-۱ مقدمه
۷۴	۳-۲ واژگان فنی
۷۴	۳-۳ بازگشت ناپذیری های پیل سوختی - دلایل افت ولتاژ
۷۵	۳-۴ موارد اتلاف فعال سازی
۷۵	۳-۴-۱ معادله تافل
۷۶	۳-۴-۲ ثابت بلادر معادله تافل
۷۹	۳-۴-۳ کاهش ولتاژ بیش از حد فعال سازی
۸۰	۳-۴-۴ خلاصه ولتاژ بیش از حد فعال سازی
۸۰	۳-۵ جریان های الکتریکی داخلی همگذری سوخت
۸۳	۳-۶ موارد اتلاف اهمی
۸۴	۳-۷ انتقال جرم یا اتلاف غلظت
۸۶	۳-۸ ترکیب بازگشت ناپذیری ها
۸۷	۳-۹ لایه مضاعف بار الکتریکی
۹۰	۳-۱۰ تشخیص بازگشت ناپذیری های مختلف
۹۴	مراجع
۹۵	فصل ۴ پیل های سوختی غشاء تبادل پروتونی
۹۶	۴-۱ مقدمه
۹۸	۴-۲ الکترولیت پلیمری چگونه کار می کند؟
۱۰۰	۴-۳ الکترودها و ساختار آنها
۱۰۴	۴-۴ کنترل آب در پیل های سوختی غشاء تبادل پروتونی
۱۰۴	۴-۴-۱ صورت کلی مشکل
۱۰۶	۴-۴-۲ جریان هوا و تبخیر آب
۱۱۰	۴-۴-۳ رطوبت هوا در پیل های سوختی غشاء تبادل پروتونی
۱۱۲	۴-۴-۴ راه اندازی یک پیل سوختی غشاء تبادل پروتونی بدون مرطوب کردن اضافی
۱۱۵	۴-۴-۵ اصول رطوبت زنی خارجی
۱۱۷	۴-۴-۶ روش های رطوبت زنی خارجی
۱۲۰	۴-۵ خنک کاری پیل سوختی غشاء تبادل پروتونی و تأمین هوا

۴-۵-۱	خنک کاری با استفاده از هوای تغذیه کاتد.....	۱۲۰
۴-۵-۲	خنک کاری آبی در پیل های سوختی غشاء تبادل پروتونی.....	۱۲۳
۴-۶	اتصال بین پیل های سوختی غشاء تبادل پروتونی - صفحات دوقطبی.....	۱۲۴
۴-۶-۱	مقدمه.....	۱۲۴
۴-۶-۲	الگوهای میدان جریان بر روی صفحات دو قطبی.....	۱۲۴
۴-۶-۳	تولید صفحات دوقطبی برای پیل های سوختی غشاء تبادل پروتونی.....	۱۲۶
۴-۶-۴	روش های دیگر.....	۱۳۰
۴-۷	فشار عملکرد.....	۱۳۵
۴-۷-۱	طرح کلی مسئله.....	۱۳۵
۴-۷-۲	آنال ساده کمتی هزینه / سود برای فشارهای بالای عملکرد.....	۱۳۴
۴-۷-۳	سایر عوامل تأثیر گذار بر انتخاب فشار.....	۱۳۹
۴-۸	ترکیب واکنش دهند.....	۱۴۰
۴-۸-۱	اثر تخریبی مونوسکرب.....	۱۴۰
۴-۸-۲	متانول و سایر سوخت های ما.....	۱۴۳
۴-۸-۳	استفاده از اکسیژن خالص به جای هوا.....	۱۴۳
۴-۹	سیستم های نمونه.....	۱۴۳
۴-۹-۱	سیستم کوچک ۱۲ واتی.....	۱۴۳
۴-۹-۲	سیستم ۲ کیلو واتی متوسط.....	۱۴۵
۴-۹-۳	موتور پیل سوختی ۲۰۵ کیلو واتی.....	۱۴۷
۴-۹	مراجع.....	۱۴۹
فصل ۵	پیل های سوختی الکترولیت قلیایی	۱۵۱
۵-۱	سابقه تاریخی و مقدمه.....	۱۵۶
۵-۱-۱	اصول پایه.....	۱۵۶
۵-۱-۲	اهمیت تاریخی.....	۱۵۶
۵-۳-۱	مزایای اصلی.....	۱۵۳
۵-۲	انواع پیل سوختی الکترولیت قلیایی.....	۱۵۵
۵-۲-۱	الکترولیت متحرک.....	۱۵۵
۵-۲-۳	پیل های سوختی قلیایی با الکترولیت ثابت.....	۱۵۷
۵-۲-۳	پیل های سوختی قلیایی سوخت محلول.....	۱۵۹
۵-۳	دما و فشار عملکرد.....	۱۶۲

۱۶۴	۵-۴ الکترودهای پیل های سوختی الکترولیت قلیایی
۱۶۴	۵-۴-۱ مقدمه
۱۶۵	۵-۴-۲ پودر نیکل رسوب داده شده
۱۶۵	۵-۴-۳ فلزات رانی
۱۶۶	۵-۴-۴ الکترودهای نورده شده
۱۶۷	۵-۵ اتصالات بین پیل
۱۶۸	۵-۶ مسائل و توسعه
۱۷۰	مراجع
۱۷۱	فصل ۶ پیل های سوختی با تغذیه مستقیم متانول
۱۷۲	۶-۱ مقدمه
۱۷۴	۶-۲ واکنش آند و کاتالیزورها
۱۷۴	۶-۲-۱ واکنش کلی در پیل های سوختی با تغذیه مستقیم متانول
۱۷۴	۶-۲-۲ واکنش های آند در پیل های سوختی متانول مستقیم قلیایی
۱۷۵	۶-۲-۳ واکنش های آند در پیل های سوختی متانول با غشاء تبادل پروتونی
۱۷۷	۶-۲-۴ تغذیه سوخت آند
۱۷۹	۶-۲-۵ کاتالیزورهای آند
۱۸۰	۶-۳ الکترولیت و همگذاری سوخت
۱۸۰	۶-۳-۱ چگونه همگذاری سوخت اتفاق می افتد
۱۸۰	۶-۳-۲ روش های استاندارد برای کاهش همگذاری سوخت
۱۸۲	۶-۳-۳ روش های در حال توسعه کاهش همگذاری سوخت
۱۸۳	۶-۴ واکنش ها و کاتالیزورهای کاتد
۱۸۳	۶-۵ تولید متانول، ذخیره سازی و ایمنی آن
۱۸۳	۶-۵-۱ تولید متانول
۱۸۵	۶-۵-۲ ایمنی متانول
۱۸۷	۶-۵-۳ متانول در مقایسه با اتانول
۱۸۸	۶-۵-۴ ذخیره متانول
۱۸۹	۶-۶ کاربردهای پیل سوختی با تغذیه مستقیم متانول
۱۹۳	مراجع
۱۹۵	فصل ۷ پیل های سوختی دما بالا و دما متوسط
۱۹۶	۷-۱ مقدمه

۷-۲	خصایص مشترک	۱۹۸
۷-۲-۱	مقدمه‌ای بر بازسازی سوخت	۱۹۸
۷-۲-۲	مصرف سوخت	۱۹۹
۷-۲-۳	چرخه‌های تحتانی	۲۰۱
۷-۲-۴	کاربرد مبدل‌های حرارتی - قابلیت انجام کار و فن‌آوری پینچ	۲۰۷
۷-۳	پیل سوختی اسید فسفریکی	۲۱۰
۷-۳-۱	شرح عملکرد	۲۱۰
۷-۳-۲	کارایی پیل‌های سوختی اسید فسفریکی	۲۱۵
۷-۳-۳	پیشرفت‌های اخیر در پیل‌های سوختی اسید فسفریکی	۲۱۸
۷-۴	پیل‌های سوختی کربنات مذاب	۲۲۱
۷-۴-۱	چگونگی عملکرد	۲۲۱
۷-۴-۲	اهمیت اسفاد الکترولیت کربنات مذاب	۲۲۴
۷-۴-۳	اجزای پیل سوختی کربنات مذاب	۲۲۵
۷-۴-۴	پیکربندی و آب بندی توده پیل	۲۲۹
۷-۴-۵	بازسازی داخلی	۲۳۱
۷-۴-۶	کارایی پیل سوختی کربنات مذاب	۲۳۳
۷-۴-۷	سیستم‌های کاربردی پیل‌های سوختی کربنات مذاب	۲۳۷
۷-۵	پیل سوختی اکسید جامد	۲۴۳
۷-۵-۱	چگونگی عملکرد	۲۴۳
۷-۵-۲	اجزای پیل سوختی اکسید جامد	۲۴۴
۷-۵-۳	طراحی عملی و ترتیب قرارگیری اجزای توده در پیل‌های سوختی اکسید جامد	۲۴۹
۷-۵-۴	کارایی پیل سوختی اکسید جامد	۲۵۵
۷-۵-۵	سیکل‌های ترکیبی پیل سوختی اکسید جامد، طراحی سیستم‌های جدید و سیستم‌های بریدی	۲۵۶
۷-۵-۶	پیل‌های سوختی اکسید جامد دما متوسط	۲۶۱
	مراجع	۲۶۳
فصل ۸	سوخت رسانی به پیل‌های سوختی	۲۶۵
۸-۱	مقدمه	۲۶۶
۸-۲	سوخت‌های فسیلی	۲۶۸
۸-۲-۱	نفت خام	۲۶۸

۸-۲-۲ مخلوط‌های نفت خام، لایه‌های شنی حاوی قیر، سنگ‌های حاوی نفت، هیدرات‌های گازی و گاز نفت خام مایع

۲۷۱

۸-۲-۳ ذغال سنگ و گازهای آن ۲۷۱

۸-۲-۴ گاز طبیعی ۲۷۳

۸-۳ سوخت‌های بیولوژیکی ۲۷۴

۸-۴ اصول پردازش سوخت ۲۷۷

۸-۴-۱ نیازمندی‌های پیل سوختی ۲۷۷

۸-۴-۲ گوگرد زدایی ۲۷۷

۸-۴-۳ بازسازی به وسیله بخار آب ۲۷۹

۸-۴-۴ تشکیل کربن و پیش‌بازسازی ۲۸۳

۸-۴-۵ بازسازی داخلی ۲۸۵

۸-۴-۶ اکسیداسیون متانول و کربن‌ها ۲۸۷

۸-۴-۷ اکسیداسیون جزیی بازسازی و دگرگمایی ۲۸۸

۸-۴-۸ تولید هیدروژن توسط کراکینگ با کمترین حرارتی هیدروکربن‌ها ۲۸۹

۸-۴-۹ فرآوری بیشتر سوخت - دفع مرز کربن ۲۹۰

۸-۵ فرآوری علمی سوخت - کاربردهای ثابت ۲۹۲

۸-۵-۱ بازسازی متداول صنعتی با بخار آب ۲۹۲

۸-۵-۲ طراحی سیستم برای واحدهای پیل سوختی اسید فسفوریکی و سل‌های سوختی غشاء تبادل پروتونی با تغذیه گاز

طبیعی به همراه بازسازنده‌های بخار آب ۲۹۳

۸-۵-۳ بازسازنده‌ها و طراحی اکسیداسیون جزیی ۲۹۵

۸-۶ پردازش عملی سوخت - کاربردهای سیار ۳۰۴

۸-۶-۱ موضوعات کلی ۳۰۴

۸-۶-۲ بازسازی متانول برای وسایل نقلیه ۳۰۵

۸-۶-۳ راکتورهای متانول با مقیاس میکرو ۳۰۸

۸-۶-۴ بازسازی بنزین ۳۱۱

۸-۷ الکترولیز گرما ۳۱۲

۸-۷-۱ عملکرد الکترولیز گرما ۳۱۲

۸-۷-۲ کاربردهای الکترولیز گرما ۳۱۴

۸-۷-۳ بازدهی الکترولیز گرما ۳۱۵

۸-۷-۴ تولید در فشار بالا ۳۱۵

۳۱۷	۸-۷-۵ فتوالکترولیز
۳۱۷	۸-۸ تولید بیولوژیکی هیدروژن
۳۱۷	۸-۸-۱ مقدمه
۳۱۸	۸-۸-۲ فتوستتر
۳۲۱	۸-۸-۳ تولید هیدروژن به کمک فرآیندهای هضم
۳۲۲	۸-۹ ذخیره هیدروژن (۱) - ذخیره به صورت هیدروژن
۳۲۲	۸-۹-۱ مقدمه‌ای بر مسئله
۳۲۳	۸-۹-۲ ایمنی
۳۲۵	۸-۹-۳ ذخیره سازی هیدروژن به عنوان یک گاز فشرده
۳۲۷	۸-۹-۴ ذخیره سازی هیدروژن به صورت مایع
۳۳۰	۸-۹-۵ ذخیره سازی هیدروژن به صورت هیبرید فلزی بازگشت پذیر
۳۳۲	۸-۹-۶ نانو فیبرهای کربنی
۳۳۵	۸-۹-۷ مقایسه روش‌های ذخیره سازی
۳۳۷	۸-۱۰ ذخیره سازی هیدروژن (۲) - روش‌های مایه‌ای
۳۳۷	۸-۱۰-۱ مقدمه
۳۳۷	۸-۱۰-۲ متانول
۳۳۹	۸-۱۰-۴ هیبریدهای فلزی قلیایی
۳۴۱	۸-۱۰-۴ پروهیبرید سدیم
۳۴۵	۸-۱۰-۵ آمونیاک
۳۴۸	۸-۱۰-۶ مقایسه روش‌های ذخیره سازی
۳۵۰	مراجع
۳۵۳	فصل ۹ کمپرسورها، توربین‌ها، اجکتورها، فن‌ها، دمنده‌ها و پمپ‌ها
۳۵۴	۹-۱ مقدمه
۳۵۴	۹-۲ کمپرسورها - انواع مورد استفاده
۳۵۷	۹-۳ بازدهی کمپرسور
۳۵۹	۹-۴ توان کمپرسور
۳۵۹	۹-۵ نمودارهای کارایی کمپرسور
۳۶۲	۹-۶ نمودارهای کارایی برای کمپرسورهای سانتریفوژی
۳۶۴	۹-۷ انتخاب کمپرسور - موارد عملی
۳۶۵	۹-۸ توربین‌ها

۳۶۹	۹-۹ توربوشارژر
۳۶۹	۹-۱۰ سیرکولاتورهای (جریان دهنده‌های) اجکتوری
۳۷۱	۹-۱۱ فن‌ها و دنده‌ها
۳۷۲	۹-۱۲ پمپ‌های دیافراگمی / غشایی
۳۷۴	مراجع
۳۷۵	فصل ۱۰ انتقال توان تولیدی پیل‌های سوختی
۳۷۶	۱۰-۱ مقدمه
۳۷۷	۱۰-۲ تنظیم ولتاژ DC و تبدیل ولتاژ
۳۷۷	۱۰-۲-۱ ابزار کلیدزنی
۳۷۹	۱۰-۲-۲ تنظیم کنت‌های کلیدزنی
۳۸۴	۱۰-۳ متناوب ساز
۳۸۴	۱۰-۳-۱ تک فاز
۳۸۹	۱۰-۳-۲ سه فاز
۳۹۰	۱۰-۳-۳ تعرفه‌ها و مسائل مربوط به تنظیم کردن
۳۹۴	۱۰-۳-۴ تصحیح ضریب توان
۳۹۴	۱۰-۴ موتورهای الکتریکی
۳۹۴	۱۰-۴-۱ نکات کلی
۳۹۵	۱۰-۴-۲ موتور القایی
۳۹۸	۱۰-۴-۳ موتورهای DC بدون جاروبک
۴۰۲	۱۰-۴-۴ موتورهای مقاومت مغناطیسی
۴۰۴	۱۰-۴-۵ بازدهی موتورها
۴۰۷	۱۰-۴-۶ جرم موتور
۴۰۹	۱۰-۵ سیستم‌های ترکیبی (هیبریدی) پیل سوختی به همراه باتری و یا خازن
۴۱۴	مراجع
۴۱۵	فصل ۱۱ آنالیز و تحلیل سیستم‌های پیل سوختی
۴۱۶	۱۱-۱ مقدمه
۴۱۶	۱۱-۲ سیستم‌های انرژی
۴۱۸	۱۱-۳ تحلیل سرچشمه (محل استخراج) تا محل استفاده
۴۱۸	۱۱-۳-۱ اهمیت تحلیل سرچشمه تا محل استفاده
۴۱۹	۱۱-۳-۲ تحلیل سرچشمه تا محل ذخیره

۴۲۱	۱۱-۳-۳ نتایج اصلی مطالعه سرچشمه تا محل استفاده انجام گرفته توسط شرکت جنرال موتورز.....
۴۲۳	۱۱-۴ تحلیل سیستم انتقال توان.....
۴۲۵	۱۱-۵ سیستم نمونه ۱، اتوبوس دارای پیل سوختی غشاء تبادل پروتونی.....
۴۲۹	۱۱-۶ سیستم نمونه ۲- سیستم ثابت با تغذیه گاز طبیعی.....
۴۲۹	۱۱-۶-۱ مقدمه.....
۴۳۰	۱۱-۶-۲ نقشه مسیر جریان و طراحی مفهومی سیستم.....
۴۳۴	۱۱-۶-۳ جزئیات طراحی مهندسی.....
۴۳۵	۱۱-۶-۴ تحلیل بیشتر سیستم‌ها.....
۴۳۶	۱۱-۷ ملاحظات نهایی.....
۴۳۸	مراجع.....
۴۳۹	پیوست ۱ محاسبه خیر در انرژی آزاد گیبس مولی.....
۴۴۰	۱۱-۱ الف پیل سوختی هیدروژنی.....
۴۴۲	۱۱-۲ الف پیل سوختی مونوکسید کربن.....
۴۴۴	مراجع.....
۴۴۵	پیوست ۲ معادلات مفید پیل سوختی.....
۴۴۶	۲-۱ الف مقدمه.....
۴۴۶	۲-۲ الف مصرف هوا و اکسیژن.....
۴۴۸	۲-۳ الف میزان جریان هوای خروجی.....
۴۴۸	۲-۴ الف مصرف هیدروژن.....
۴۴۹	۲-۵ الف تولید آب.....
۴۵۰	۲-۶ الف حرارت تولیدی.....
۴۵۱	واژه‌نامه.....

مقدمه مترجم

اهمیت جایگزینی منابع تأمین انرژی متداول و قدیمی با انواع مدرن‌تر و پاک به لحاظ ماندگاری و حفظ محیط زیست انسان و با توجه به رو به اتمام بودن ذخایر کنونی سوخت و انرژی، جامعه را به سوی بهره‌گیری از فن‌آوری‌های جدید سوق داده است. از انواع انرژی‌های پاک و تجدیدشدنی، بی‌شک یکی از کاربردی‌ترین و قابل اطمینان‌ترین آنها، انرژی حاصله از اکسیداسیون هیدروژن در سیستم‌های پیل سوختی است. انواع سیستم‌های پیل سوختی به عنوان مبدل انرژی حاصله از سوختن هیدروژن و سایر مشتقات آن به انرژی الکتریکی و گرما، به طور تفصیلی به همراه سایر اجزای مرتبط با این سیستم‌ها در این کتاب تشریح شده‌اند. در این کتاب سعی شده فن‌آوری‌های متنوعی که مبنای عملکرد سیستم‌های مزبور هستند معرفی شده تا خواننده درک مناسبی از همه اجزای اصلی یک سیستم پیل سوختی به دست آورد.

کتاب اصلی، جزو کتاب معتبر و شناخته شده در این صنعت است که می‌تواند مرجع کاملی برای محققین، دانشجویان و علاقمندان باشد.

خداوند را شاکرم و مایلم تا از رادرفورد و رگوآرم جناب آقای مهندس علی ارفع به خاطر کمک‌ها و رهنمودهای ایشان و همچنین از همسر فداکارم سرکار خانم مهندس مریم ارفع که پشتیبان بنده بودند و مرا در آماده‌سازی این کار یاری دادند، صادقانه قدردانی نمایم.

برجستگی این موضوع بنده را بر آن داشت که این کتاب را به توصیه جناب آقای دکتر محمدحسن کیهانی و علی رغم مشقات فراوان ترجمه نموده و به چاپ رسانم. چاپ، ویرایش و تصحیح این حاضر دچار سختی‌ها و دشواری‌های بسیار شد و همین امر، آماده شدن آن را بسیار به تعویق انداخت. تا آنجا که عدم تمایل بسیاری، باعث شد تا شخصاً و به هزینه شخصی کتاب حاضر را به چاپ برسانم.

سعی بسیار بر آن بوده است تا در ترجمه حاضر حداکثر دقت و حداقل غلطی در تصحیف و اشتباه بکار برده شود، لیکن این متن نیز طبیعتاً خالی از خطا نیست. از این رو امید است تا خوانندگان محترم علاوه بر مطالب سودمندی که در این چنین را به بنده متذکر شوند تا نسبت به رفع آنها اقدام گردد.

با امید به اینکه اثر حاضر بتواند در مسیر پیشبرد علم و صنعت کشور نقشی داشته باشد.

با تقدیم احترام

محمدحسین ارفع

تابستان ۹۲

mh.arfa@gmail.com

پیش‌گفتار مولف

چاپ نخست کتاب سیستم‌های پیل سوختی با استقبال مطلوب و نظرات مثبت منتقدان و خوانندگان مواجه شد. با این حال، با وجود پیشرفت چشمگیر در فن‌آوری پیل سوختی، به نظر می‌رسد هیچ کس نمی‌تواند این رشته را رها کند. از این رو با توجه به توسعه چشمگیری که در این زمینه رخ داده است چاپ دوم کتاب موجه دیده شد.

اگرچه پیل سوختی به لحاظ اصولی بدون تغییر مانده، چاپ جدید کتاب فرصتی به دست داد تا شرح و توضیح پیشرفت‌های برجسته انجام شده‌ی سه سال اخیر در این رشته لحاظ گردد. نمونه‌های این پیشرفت در پیل‌های سوختی نوع دمای بالا و نوع دمای پایین قابل مشاهده است. به ویژه اینکه توانسته‌ایم توضیحات مربوط به پیل‌های سوختی با استفاده مستقیم متانول را به صورت یک فصل جدید (فصل ۶) و همچنین توضیحات مربوط به پیل‌های سوختی نوع اکسید جامد با دمای متوسط را که بخشی از شرح مفصل پیل‌های سوختی دمای بالا را تشکیل می‌دهد، (فصل ۷) در این چاپ از کتاب ارائه دهیم. اساساً مطالب سایر فصل‌ها نیز به روز رسانی شده‌اند. مطالب مربوط به پیل‌های سوختی نوع غشاء تبادل پروتونی (فصل ۴) و فرآوری سوخت (فصل ۸) از آن جمله‌اند. نهایتاً این بخش‌هایی مربوط به ذخیره هیدروژن (شامل استفاده از نانوفیبرها)، تولید بیولوژیکی هیدروژن و تولید الکترولیزی هیدروژن خوانسته است بستر مناسبی برای فهمیدن مفاهیم پیل‌های سوختی در سیستم‌های پایدار انرژی به دست دهد.

یکی از تکراری‌ترین نظرات خوانندگان در مورد چاپ اول، ابراز رضایت از وضوح و روشنی مطالب بوده است. روشن ساختن موضوعات گوناگون فن‌آوری پیل سوختی برای تازه واردان به این فن‌آوری یکی از مهم‌ترین اهداف این کتاب بوده است. با این حال، همیشه جایی برای بهبود وجود دارد. تغییرات بسیاری برای واضح‌تر ساختن متن و نمودارها صورت گرفته است. نمودارهای زیادی اضافه و نمودارهای قبلی اصلاح شده‌اند. فصل کاملاً جدیدی که مطالب مربوط به طراحی سیستم و تحلیل آن را دربر می‌گیرد، اضافه شده است. این فصل مفاهیم «مبدأ تا محل استفاده» را ارائه می‌دهد که در حال حاضر یکی از عناصر حیاتی مطالعه سیستم در ارتباط با حمل و نقل سوخت می‌باشد. در این فصل جدید، مثال‌های عملی از کاربردهای متحرک و ثابت، تحلیل ما را از سیستم‌های پیل سوختی کامل می‌نماید.

چاپ نخست به طور گسترده مورد استقبال و استفاده مهندسان صنعت پیل سوختی و افراد مرتبط با آن قرار گرفت. علاوه بر این، بسیاری از خوانندگان که غالباً دانشجویان و مدرسان دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی فنی هستند، به منظور آزمایش خواننده در خصوص درک مفاهیم مطالب، مطرح نمودن پرسش و پاسخ‌هایی را در پایانه وب فصل از کتاب پیشنهاد نموده‌اند. تصمیم بر آن شد تا این پیشنهاد جالب از طریق وب سایت شرکت منتشرکننده انجام گیرد که مزایای زیادی از جمله تجدید و به روز رسانی سریع را داراست. در حال حاضر منبع جامعی از سؤالات، چه عددی و چه استدلالی، برای آزمون درک دانشجویان در وب سایت مرتبط با این کتاب آورده شده و در نشانی: <http://www.wiley.com/legacy/wileychi/fuelcellsystems> در دسترس است.

امید است که تلاش نویسندگان در درک بهتر از فن‌آوری پیل‌های سوختی ثمربخش بوده و مفید به حال علاقمندان به این رشته باشد.

جیمز لارمین، دانشگاه آکسفورد بروکس، آکسفورد، بریتانیا^۱

اندرو دیکس، دانشگاه کوئینزلند، استرالیا^۲ ژانویه ۲۰۰۳

^۱ James Larminie, Oxford Brookes University, Oxford, UK

^۲ Andrew Dicks, University of Queensland, Australia

پیش‌گفتار چاپ نخست

دکتر گری اکرس ا بی بی^۱، مدیر سابق تحقیقات جانسون متی پی ال سی^۲

عموماً قبل از اینکه هرگونه فن‌آوری جدید بخواهد به بهره‌برداری برسد زمان زیادی لازم است. پیل سوختی نیز که اولین بار توسط سر ویلیام گرو^۳ در ۱۸۳۹ به نمایش گذاشته شد، علی‌رغم وعده تولید توان بهینه و بدون آلودگی، بیشتر از سایر فن‌آوری‌ها برای رسیدن به بهره‌برداری زمان برد.

در ادامه کار پیشگامانه بیکن^۴ در دهه ۱۹۵۰، از پیل‌های سوختی به طور موفقیت‌آمیزی در برنامه سفر فضایی با حضور سرنشین در آمریکا استفاده شد. این موفقیت همراه با سیاست اقتصادی کردن فن‌آوری فضایی، به برنامه‌های قابل توجه توسعه در آمریکا و ژاپن و اخیراً در اروپا، در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ منجر گردید. با وجود این تلاش‌ها، پیشرفت قابل ملاحظه‌ای در سیستم‌های پیل سوختی به بار آورد، اما وضعیت بهره‌وری سیستم همیشه پنج سال با وضعیت تجاری فاصله داشت.

طی چند سال آخر دهه بیستم، افراد زیادی به فن‌آوری پیل‌های سوختی علاقمند شدند. نگرانی‌های زیست محیطی درباره پدیده گرم شدن جهانی و نیاز به کاهش تولید گاز کربنیک (CO₂)، انگیزه لازم را برای جستجوی راه‌های بهبود بازدهی انرژی به بار آورد. صنعت وسایل نقلیه موتوری، به دلیل نیاز به سوختی با بازدهی بالاتر، به فن‌آوری‌هایی به منظور حذف آلودگی و رسیدن به هدف - درون‌کاری از آلودگی نیاز دارد. صنایع تأسیساتی و خدماتی در پیروی از تأثیر خصوصی‌سازی به دنبال راه‌هایی هستند تا موقعیت رقابتی خود را بالا ببرد و در عین حال سعی در کاهش آلودگی‌های زیست محیطی داشته باشند.

همزمان با شکل‌گیری این گونه پیشرفت‌ها، علاقه به فن‌آوری پیل‌های سوختی افزایش یافت. افزایش تعداد افراد علاقمند با تخصص‌های مختلف، از شیمی گرفته تا مهندسی مکانیک، شناسان تحلیل راهبردی که حتی آشنایی با فن‌آوری پیل‌های سوختی ندارند، این نیاز را به وجود آورد تا شرح کامل و به‌روز فن‌آوری و کاربردهای آن تهیه و در این کتاب ارائه شود.

با وجود آنکه پیل سوختی خود جزء اصلی سیستم بود، به عنوان ویژگی‌های آن ضروری است، اما یک سیستم پیل سوختی کاربردی به همراهی اجزایی چون توده پیل‌های سوختی، واحد فن‌آوری سوخت، مبدل‌های حرارتی، اصلاح‌گر توان و سیستم‌های کنترلی نیاز دارد. اهمیت هریک از این اجزا و چگونگی پیوستن آنها به یکدیگر اجزا با جزئیات صحیح و کافی، برای رشته‌های مهندسی و شیمی بیان شده تا نیازمندی‌های این فن‌آوری جدید درک شود.

فن‌آوری سیستم‌های پیل سوختی به طور گسترده در اختیار گروه محدودی شامل تولیدان‌های فعال در مباحث الکتریسته و کانالیزورها و مهندسين شیمی بوده است. حال آنکه باید افراد بیشتری را با این فن‌آوری آشنا کرد. کمبود مقالات جامع درباره پیل‌های سوختی و کاربرد آنها، عامل محدودکننده‌ای گسترش این فن‌آوری در دوره‌های مهندسی علوم دانشگاهی در قبل و بعد از دوره کارشناسی بوده است. این کتاب با ارائه جنبه‌های اصولی فن‌آوری و هم‌طور کاربردهای آن، بنیان ایده‌آلی برای لحاظ کردن پیل‌های سوختی در رشته‌های مربوطه و فعالیتهای بعد از دوره کارشناسی به دست می‌دهد.

در سه فصل نخست این کتاب، ویژگی‌های کارکرد یک پیل سوختی و اصول ترمودینامیکی و عوامل فیزیکی مرتبط با آن که کارایی آن را مشخص می‌نماید، تشریح شده است. درک مناسبی از این عوامل برای آگاهی از فواید سیستم‌های پیل سوختی و ویژگی‌های عملکرد آن در مقایسه با فن‌آوری‌های مرسوم (مبتنی بر احتراق)، ضروری است.

^۱ Dr. Gary Acres OBE

^۲ Johnson Matthey PLC

^۳ Sir William Grove

^۴ Bacon

یکی از ویژگی‌های فن‌آوری پیل سوختی اینست که این گونه سیستم‌ها، به پنج نوع مختلف، هر کدام با پارامترها و کاربردهای خاص خود، توسعه یافته‌اند. این انواع پیل سوختی در فصل‌های ۴ تا ۷ بررسی شده‌اند.

سوخت ارجح برای پیل سوختی، هیدروژن است. هرچند در بعضی کاربردها، مانند وسایل نقلیه فضایی و نقل و انتقالات محلی می‌توان به جای استفاده مستقیم از هیدروژن، از گاز غنی از هیدروژن استفاده کرد. انواع سوخت‌ها و روش‌های فرآوری آن برای استفاده در سیستم‌های پیل سوختی در فصل ۸ بیان شده است. فصل‌های ۹ و ۱۰، اجزای مکانیکی و الکتریکی را تشریح می‌کند که کل مجموعه و تاسیسات پیل سوختی را در کاربردهای ثابت و متحرک تشکیل می‌دهد.

این کتاب به تازه فراگیران دانش پیل سوختی، یک توضیح جامع، واضح و احتمالاً بیش از دانایی آنها در این زمینه ارائه می‌کند. همچنین مرجع مناسبی را در اختیار افرادی که با این موضوع آشنا هستند، قرار می‌دهد. من امیدوارم اطلاعات این کتاب به گسترده شدن دانش پیل‌های سوختی کمک کند و بتواند به درک خوبی از این سیستم‌ها و در نتیجه استفاده حداکثر از آنها منجر شود. این امر می‌تواند بهره‌برداری ما را از انرژی به سوی زیربنایی پایدارتر سوق دهد.

گری اکرس

فوتیه ۲۰۰۰