

## پیشگفتار

امروزه عواملی مانند حفظ محیط‌زیست، معضل آلودگی هوا، انتشار آلاینده‌ها و نگرانی‌های ناشی از اتمام سوخت فسیلی، بازار خودرو را تحت فشار قرار داده است تا این صنعت به سمت هرچه پاک‌تر شدن و استفاده کمتر از سوخت‌های فسیلی پیش رود.

آنچه امروزه در میان راهکارهای مختلف، مورد توجه قرار گرفته است پیشرفت فناوری در زمینه وسایل نقلیه برقی است؛ از این رو بسیاری از کشورها و شرکت‌های خودروسازی به سمت برنامه‌ریزی و حمایت از تولید خودروهای برقی در حال حرکت هستند و اقداماتی در این حوزه انجام داده‌اند. ضرورت مطالعه در این زمینه موجب گردید که نویسندگان این کتاب به بررسی دقیق پارامترهای فنی و همچنین سیاست‌ها و پروژه‌های اجرا شده در دنیا در راستای بهبود کارایی خودرو برقی بپردازند.

مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که اجزای سامانه محرکه خودرو برقی بسیار مورد توجه پژوهشگران و خودروسازان قرار گرفته است زیرا این زیرسامانه به عنوان قلب خودرو عمل می‌کند و بهبود این اجزا، گامی بزرگ در راستای دستیابی به اهداف مورد نظر است.

با توجه به اهمیت سامانه پیشرانده خودرو برقی، تمرکز این کتاب صرفاً بر موتور و مبدل‌های الکتریکی مورد استفاده در سامانه پیشرانده این خودروها و سیاست‌های جهانی اجرا شده، برنامه‌های ارائه شده در جهت ارتقای وسایل نقلیه برقی از سوی کشورها و شرکت‌های سازنده وسایل حمل و نقل برقی و همچنین بررسی عملکرد کشور ایران در این حوزه است. به امید آن که از نتایج ارائه شده بتوان برای برنامه‌ریزی و طرح تدابیری به منظور همگام‌سازی کشور با سیاست‌های جهانی استفاده کرد.

## فهرست مطالب

۱	بخش اول رصد فناوری سامانه پیشرانۀ خودروهای برقی.....
۳	فصل اول ساختار خودروهای دورگه، برقی و پیل سوختی.....
۳	۱-۱ مقدمه.....
۴	۲-۱ خودرو برقی.....
۵	۳-۱ خودروهای برقی دورگه.....
۸	۴-۱ خودرو پیل سوختی.....
۹	۵-۱ جمع بندی.....
۱۱	فصل دوم ملاحظات طراحی پیشرانۀ خودرو برقی.....
۱۱	۱-۲ مقدمه.....
۱۲	۲-۲ کلیات طراحی خودرو برقی.....
۱۳	۳-۲ سامانه نیرومحرکه خودرو برقی.....
۱۴	۱-۳-۲ موتور الکتریکی.....
۱۷	۲-۳-۲ پارامترهای مؤثر در طراحی موتور الکتریکی.....
۱۷	۱-۲-۳-۲ بار اعمالی ناشی از وزن خودرو.....
۲۱	۲-۳-۲ بار اعمالی ناشی از آیرودینامیک خودرو.....
۲۹	۳-۳-۲ مبانی طراحی موتور الکتریکی با کاربرد در خودروهای برقی سبک.....
۳۱	۱-۳-۳-۲ مبانی طراحی کلاسیک بر اساس نقطه کار.....
۳۸	۲-۳-۳-۲ مبانی طراحی نوین بر اساس چرخه رانندگی.....
۴۱	۴-۳-۲ بهینه سازی طراحی موتور.....
۴۲	۱-۴-۳-۲ مبانی مدل سازی موتور الکتریکی.....
۴۳	۲-۴-۳-۲ مدل سازی حرارتی موتور.....
۴۳	۳-۴-۳-۲ مدل سازی مکانیکی موتور.....
۴۴	۵-۳-۲ مبانی طراحی موتور الکتریکی با کاربرد در خودروهای برقی سنگین.....

- ۴۴..... ۲-۳-۵-۱ چرخه رانندگی خودروهای سنگین
- ۴۶..... ۲-۴ جمع‌بندی
- ۴۸ فصل سوم رصد فناوری موتورهای الکتریکی و مبدل‌های الکترونیک قدرت مورد استفاده در سامانه پیشرانده خودرو برقی
- ۴۸..... ۳-۱ مقدمه
- ۴۹..... ۳-۲ انواع موتورهای پیشنهادی برای کاربرد در خودروهای سبک
- ۵۰..... ۳-۲-۱ موتور جریان مستقیم (DC)
- ۵۴..... ۳-۲-۲ موتور القایی
- ۵۵..... ۳-۲-۲-۱ میله‌های روتور
- ۵۶..... ۳-۲-۲-۲ هسته موتور
- ۵۸..... ۳-۲-۲-۳ ساختار میله‌های روتور
- ۵۹..... ۳-۲-۲-۴ خنک‌سازی موتورهای القایی محرکه خودرو
- ۶۰..... ۳-۲-۲-۵ ساختارهای دیگر موتورهای القایی در خودروهای الکتریکی
- ۶۲..... ۳-۲-۳ موتور آهنربای دائم
- ۶۴..... ۳-۲-۳-۱ موتورهای آهنربای دائم با سیم‌بندی توزیع‌شده شیار کسری (FSCW)
- ۷۳..... ۳-۲-۳-۲ نوع موتور آهنربای دائم و جانمایی آهنربا
- ۷۶..... ۳-۲-۳-۳ فناوری‌های مرتبط با بهبود تضعیف شار
- ۷۹..... ۳-۲-۳-۴ فناوری‌های مرتبط با بهبود گشتاور ضربانی
- ۸۲..... ۳-۲-۳-۵ فناوری‌های مرتبط با بهبود قابلیت اطمینان
- ۸۶..... ۳-۲-۳-۶ فناوری‌های مرتبط با بهبود چگالی توان/گشتاور
- ۸۸..... ۳-۲-۳-۷ فناوری‌های مرتبط با کاهش هزینه
- ۹۴..... ۳-۲-۴ موتور رلوکتانسی
- ۹۵..... ۳-۲-۴-۱ ساختارهای پیشنهادی برای موتورهای سوئیچ رلوکتانس
- ۹۷..... ۳-۲-۴-۲ ساختارهای پیشنهادی برای موتورهای سنکرون رلوکتانس
- ۱۰۲..... ۳-۲-۴-۳ موتورهای رلوکتانسی مناسب برای کاربرد در داخل چرخ

- ۳-۲-۴-۴ مواد به کاررفته در ساخت موتورهای رلوتانسی پیشنهادی برای خودروهای الکتریکی ..... ۱۰۵
- ۳-۲-۴-۵ خنک‌سازی موتورهای رلوتانسی در خودروهای الکتریکی ..... ۱۰۷
- ۳-۲-۵ مقایسه انواع موتورها ..... ۱۰۸
- ۳-۳ انواع موتورهای پیشنهادی برای کاربرد در خودروهای سنگین ..... ۱۱۱
- ۳-۳-۱ موتورهای آهنربای دائم ..... ۱۱۲
- ۳-۳-۲ موتورهای القایی ..... ۱۱۴
- ۳-۳-۳ موتورهای رلوتانسی ..... ۱۱۶
- ۳-۴ مبدل الکترونیک قدرت ..... ۱۱۷
- ۳-۴-۱ بررسی نمونه‌های تجاری با رویکرد شناسایی چالش‌ها ..... ۱۲۰
- ۳-۴-۲ بررسی فناوری‌های مرتبط با اینورتر ..... ۱۲۸
- ۳-۴-۳ بررسی فناوری‌های مرتبط با مبدل باک/بوست ..... ۱۳۳
- ۳-۴-۴ بررسی الگوریتم‌های کنترلی ..... ۱۳۶
- ۳-۵ جمع‌بندی ..... ۱۴۳
- بخش دوم سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در صنعت خودرو برقی ..... ۱۴۶
- فصل چهارم سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌های جهانی در راستای توسعه خودروهای برقی ..... ۱۴۸
- ۴-۱ مقدمه ..... ۱۴۸
- ۴-۲ سیاست‌های جهانی و توسعه خودروهای برقی ..... ۱۴۹
- ۴-۳ پروژه‌ها و سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده در صنعت خودرو برقی ..... ۱۵۱
- ۴-۳-۱ پروژه خودرو بدون آلودگی (ZEV) ..... ۱۵۱
- ۴-۳-۲ پروژه Green eMotion ..... ۱۵۳
- ۴-۳-۳ پروژه ایجاد انگیزه برای استفاده از وسایل نقلیه پاک ..... ۱۵۴
- ۴-۳-۴ پروژه تخصیص بهینه زیرساخت‌های شارژ وسایل نقلیه الکتریکی در شهرها و مناطق ..... ۱۵۵
- ۴-۳-۵ پروژه توافقنامه پاریس ..... ۱۵۶
- ۴-۳-۶ پروژه‌های تحت حمایت DOE ..... ۱۵۶

۱۵۷	..... ۷-۳-۴ سرمایه‌گذاری در ۴۰ پروژه
۱۵۸	..... ۴-۴ برنامه کشورهای مختلف در پیشبرد اهداف مشخص شده از سوی سازمان‌ها
۱۵۸	..... ۱-۴-۴ ارائه انگیزه و مشوق‌ها
۱۶۲	..... ۲-۴-۴ ایستگاه‌های شارژ
۱۶۲	..... ۳-۴-۴ تحقیق و توسعه
۱۶۳	..... ۴-۴-۴ صنعت
۱۶۵	..... ۵-۴ پروژه‌ها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در حوزه موتورهای الکتریکی در صنعت خودروهای برقی
۱۶۵	..... ۱-۵-۴ پروژه پروتکل کیوتو
۱۶۵	..... ۲-۵-۴ پروژه EU-FP7 SyrNemo
۱۶۶	..... ۳-۵-۴ پروژه ونوس ۱
۱۶۶	..... ۴-۵-۴ پروژه آرموا ۲
۱۶۷	..... ۵-۵-۴ پروژه ونوس ۲
۱۶۷	..... ۶-۵-۴ پروژه APEEM و تحقیقات DOE
۱۷۱	..... ۶-۴ جمع‌بندی
۱۷۴	..... فصل پنجم صنعت خودرو برقی در سامانه حمل و نقل ایران؛ چالش‌ها، شناسایی ظرفیت‌ها
۱۷۴	..... ۱-۵ مقدمه
۱۷۵	..... ۲-۵ انتشار میزان آلودگی در ایران
۱۷۷	..... ۳-۵ چالش‌های حضور خودرو برقی در صنعت حمل و نقل
۱۷۷	..... ۱-۳-۵ آلودگی زیست‌محیطی
۱۷۷	..... ۲-۳-۵ قیمت
۱۷۸	..... ۳-۳-۵ زیرساخت
۱۷۹	..... ۴-۵ شناسایی ظرفیت‌های داخل کشور در حوزه خودرو برقی
۱۷۹	..... ۱-۴-۵ مراکز تحقیقاتی
۱۸۹	..... ۲-۴-۵ شرکت‌های خصوصی

۲۰۳ ..... ۵-۵ جمع بندی

۲۰۴ ..... مراجع