مقاله

بررسی استانداردسازی و شبیه‌سازی در صنعت خودروی هیبرید الکتریک

علی مهرکیش
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک
دانشگاه فردوسی مشهد
ali.mehrkish@yahoo.com

محمدمهدی رفیعی
کارشناس مهندسی مکانیک
دانشگاه فردوسی مشهد
mohamadmahdi.rafiee@yahoo.com

حمیده رضوی
استادیار گروه مهندسی صنایع
دانشگاه فردوسی مشهد
h-razavi@ferdowsi.um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۸/۰۶

چکیده

طی سالیان گذشته موضوع خودروهایی با سوخت سبز ازجمله مهم‌ترین مواردی بوده است که توجه محققان و صنایع را به‌خود جلب کرده است. در ایران نیز این موضوع، با توجه به برنامه‌های کلان کشوری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اما گسترش این صنعت معطوف به برآوردن نیازهای توسعه‌ای آن در کشور است؛ نیازهایی که مهم‌ترین آنها توجه به ارائهٔ استاندارد مناسب تولید و گسترش مفاهیم شبیه‌سازی آن در صنایع مرتبط می‌باشد. در این مقاله ابتدا وضعیت استانداردسازی در صنعت خودروهای هیبرید الکتریک بررسی و در ادامه پاره‌ای از عوامل مؤثر در استانداردسازی در فرایند دورگه‌کردن ارائه می‌شود. سپس تلاش خواهد شد تا ابتدا اهمیت و جایگاه شبیه‌سازی در هیبریداسیون بررسی و در نهایت با معرفی پارامترهای موردنیاز شبیه‌سازی، امکان بررسی و مقایسهٔ نرم‌افزارهای گوناگون در حوزهٔ طراحی و مدل‌سازی مهیا شود، تا از این طریق زمینهٔ عملیات نرم‌افزاری در دورگه‌کردن فراهم گردد.

واژگان کلیدی: سوخت سبز، خودروی هیبرید - الکتریک، نیازهای توسعه‌ای، استاندارد، مدل‌سازی و شبیه‌سازی

مقدمه

در چشم‌انداز سال ۱۴۰۴ کشور، رسیدن به قدرت اول اقتصادی خاورمیانه از بارزترین اهداف در نظر گرفته شده است. این مهم، جز با همت ملی محقق نخواهد شد. در این راستا از اصلی‌ترین اصلاحات لازم، اصلاح الگوی مصرف انرژی در کشور است. لذا دورگه‌کردن می‌تواند از جمله اولویت‌های مهم کشوری تلقی گردد [۱]. بحث مصرف

انرژی و توسعهٔ منابع جایگزین، یکی از ارکان اصلی توسعهٔ پایدار تلقی می‌شود که طی سال‌های گذشته توجه بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته را به‌خود جلب کرده است. برهمین اساس، در سال‌های اخیر، توسعهٔ فناوری خودروهای هیبرید، به‌عنوان راه‌حلی برای رفع بسیاری از چالش‌ها و مشکلات موجود نظیر تغییرات اقلیمی، آلودگی هوا و عدم وابستگی به سوخت‌های فسیلی مورد توجه قرار گرفته‌است. توسعهٔ این فناوری در کشور زیرساخت‌ها و نیازهای جدی را به‌وجود می‌آورد که در قالب نیازهای توسعه‌ای صنعت هیبرید – الکتریک از آن یاد می‌شود. از جملهٔ این نیازها می‌توان موضوع استانداردسازی وسائل نقلیه، قوانین راهنمایی و رانندگی، شبیه‌سازی، استاندارد جایگاه‌های سوخت‌گیری و همچنین مدل‌سازی نرم‌افزاری وسائل حمل‌ونقل دورگه را نام‌برد.

ضرورت استانداردسازی در سند چشم‌انداز

افزایش کیفیت تولید فراورده‌های متنوع صنعتی و خدمات ارائه‌شده، تنها در شناخت و استفادهٔ بهتر از قواعد و چارچوب‌های تعیین‌شده در مورد انتخاب، تولید، آزمون مواد و قطعات، به‌عنوان راه‌کار اساسی در مسیر نیل به فناوری و ارتقای صنعتی، میسر است. بدیهی است که با اعمال این رویه و به‌کارگیری استانداردهای معتبر، قابلیت لازم برای توسعهٔ بازارهای داخلی و زمینهٔ رقابت در بازارهای بین‌المللی برای محصولات صنعتی پدید خواهد آمد [۲]. با توجه به سیاست‌های وزارت صنعت، معدن و تجارت درخصوص صنعت خودرو، که در سند راهبردی توسعهٔ صنعت خودرو ایران به آن اشاره شده، تدوین، توسعه و بروزآوری استانداردهای مرتبط با این صنعت و نظارت عملی برای اجرای آنها در مورد کالاهای تولید داخل و وارداتی به‌عنوان تنها مرجع قانونی، برعهده مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی کشور نهاده شده است [۳].

برای بررسی دقیق موضوع استانداردسازی، لازم است تا مراحل گوناگونی مورد توجه قرار گیرد. ایمنی خودرو توسط سه محور تدوین و تصویب استانداردهای مناسب و کارآمد، اعمال و جاری‌سازی استانداردهای مصوب در مراحل طراحی و ساخت، تداوم رعایت الزامات استاندارد در تولید انبوه (انطباق محصول)، حاصل می‌گردد. با توجه به این تعریف، محورهای استانداردسازی باید دارای ویژگی‌هایی بدین قرار باشند [۴]:

۱. مشخصات الزامی و فراگیر استانداردهای ایمنی باید به‌نحوی کارآمد و کافی تدوین، تبیین و تصویب گردد.
۲. مشخصات مذکور به‌درستی و با دقت، در طراحی و ساخت نمونه‌های اولیه محصول تأمین گردد.
۳. الزامات استاندارد باید در تمامی مراحل تولید انبوه رعایت شده باشند.

وضعیت استانداردسازی صنعت خودروی هیبرید الکتریک در ایران

با توجه به قیمت خودروهای هیبریدی و سایر مشکلات آنها، چون خریداران عموماً تمایلی به خرید ندارند، پشتیبانی دولت برای استفاده بیشتر از این خودروها الزامی به‌نظر می‌رسد. از جمله مواردی که در این زمینه قابل اعمال است، طراحی، ساخت و عرضهٔ خودروی هیبریدی به‌صورت استاندارد به مشتریان است. در ایران هنوز استاندارد خاصی برای خودروی هیبرید از سوی سازمان استاندارد تهیه نشده است و چون بیش‌تر استانداردهای خودرو موجود متناسب با کشور یا ناحیهٔ خاصی است که با توجه به شرایط و امکانات موجود در همان مناطق تدوین شده‌اند، لذا رعایت‌کردن کامل یک استاندارد توسط یک سازنده در ایران امکان‌پذیر نخواهد بود. پس باید برای استانداردسازی تولید و مونتاژ خودرو به تلفیقی از استانداردهای تدوین‌شده در زمینهٔ خودروی هیبرید روی‌آورد.

برای نمونه می‌توان کشور چین را بررسی کرد. این کشور از یک الگوی ترکیبی جهت استانداردسازی استفاده نموده است. فرایند تدوین استاندارد در چین بدین‌گونه انجام شده است که اطلاعات مربوط به هر استاندارد خودروی هیبرید

فراهم‌شده، سپس استانداردهای معادل در کنار یکدیگر قرار گرفته است. در ادامه با توجه به محاسبات و شرایط، استاندارد نماینده انتخاب شده و با تغییرات اعمال‌شده در آن، معیار طراحی و ساخت قرار گرفته است. استاندارد مربوط به خودروی هیبرید کشور چین GB/T است. این استاندارد تلفیقی از استانداردهای زیر می‌باشد:

۱. استاندارد انجمن مهندسین خودرو[۱]: این استاندارد در کشور امریکا تدوین شده است. (مربوط به بخش‌های الکترونیک و مکانیک خودرو)
۲. استاندارد کمیسیون بین‌المللی علوم الکترونیکی[۲]
۳. استاندارد بین‌المللی[۳]: قواعد این استاندارد نسبت به استاندارد انجمن مهندسین خودرو بسیار ساده‌گیرانه‌تر است. به‌همین دلیل در بیشتر مواقع به‌جای استاندارد انجمن مهندسین خودرو معیار تولید در زمینهٔ خاصی قرارمی‌گیرد.
۴. استاندارد اروپا[۴]
۵. استاندارد صنعتی ژاپن[۵]

از طرفی، شاهد گسترش فناوری خودروی هیبرید الکتریک در سال‌های آینده، به‌ویژه در کشورهای آسیایی خواهیم بود [۵].

امروزه شاهد افزایش میزان تقاضا برای خودروهای هیبرید هستیم. اما باید توجه داشت که با افزایش قیمت تمام‌شدهٔ خودرو پس از اجرایی‌شدن طرح هدفمندکردن یارانه‌ها، با کاهش تقاضا روبرو خواهیم بود. با توجه به آمار کل خودروهای سواری تولید داخل به‌تفکیک نام خودرو، طی سال‌های ۸۰ تا ۸۵ روند بازار خودرو در ایران به‌گونه‌ای است که تمایل هر دو طرف بازار؛ یعنی مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان، به‌سوی استفاده و تولید خودروهایی با مصرف و آلودگی کمتر افزایش یافته‌است [۶]. این موضوع چشم‌انداز روشنی را برای تولید و استقبال مصرف‌کنندگان از خودروهای هیبریدی ترسیم خواهد کرد؛ زیرا ایران کشوری جوان است و می‌تواند پتانسیل خوبی برای پذیرش و استفاده از خودروهای نو داشته باشد. با توجه به مجموعه موارد گفته‌شده، نیاز به تدوین استانداردی در سطح منطقه بسیار احساس می‌شود.

موارد استانداردسازی در هیبریداسیون

مسلماً رعایت استانداردهای تولید، ایمنی و عملکرد، که از جمله الزامات خودروسازان در سند راهبردی توسعهٔ صنعت خودروی کشور است، نیازمند ارائهٔ ضوابطی مشخص است. در ادامه پاره‌ای از مهم‌ترین این موضوعات که در حوزهٔ خودروهای هیبریدالکتریک می‌تواند مدنظر واقع گردند، بیان می‌شوند.

چون در مقولهٔ هیبریداسیون تمام مشخصات خودرو دچار تغییرات بنیادین نمی‌گردد، در بسیاری از موارد می‌توان استانداردهای خودروهای با سوخت‌های رایج را در تدوین استاندارد مدنظر قرار داد. از جمله می‌توان از برخی از آزمایش‌های عملکردی رایج در صنعت خودرو بهره‌برد. آنچه در ادامه بیان می‌شود، برخی از موضوعات مهم قابل بررسی می‌باشد.

الف) الزامات تنظیمی

خودروهای تولیدی بایستی استانداردهای ایمنی، الزامات و قوانین مرتبط با آن را مطابق با گواهی‌های مورد تأیید کشوری رعایت کند.

ب) شاسی

این بخش شامل موارد زیر می‌شود:

۱. نسبت حداکثر بار مجاز
۲. وزن محدود و نسبت وزن کلی خودرو[۶]
۳. توزیع وزن
۴. سرعت‌سنج و کیلومترشمار
۵. عملکرد ترمز و فرمان
۶. تایرها
۷. فاصله از زمین (حداقل فاصله برای خودروهایی است که با حداکثر بار بارگذاری شده‌اند)

ج) ویژگی‌های جنبی خودرو

این بخش شامل موارد زیر می‌گردد:

۱. ظرفیت سرنشین
۲. فضای بار و مسافر

د) سیستم انتقال قدرت

این بخش شامل موارد زیر می‌گردد:

۱. انتقال قدرت
۲. سیستم ترمز بازیاب
۳. بیش‌گرمایش[۷]
۴. محدودیت ولتاژ یا باتری
۵. اجزای فرمان
۶. سازوکار پارک

ه) عملکرد خودرو

عملکرد خودرو از جمله مواردی است که پس از تولید مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و بیش از آنکه در استانداردسازی اهمیت یابد، در تهیهٔ جدول مشخصات نهایی خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته بسیاری از موارد عملکرد محدودیت‌های جاده‌ای، منطقه‌ای و از این دست را دارا می‌باشند. این بخش شامل موارد زیر می‌گردد:

۱. شتاب
۲. کمترین سرعت بیشینه
۳. بیشترین سرعت شیب‌روی
۴. کمترین سرعت شیب‌روی
۵. پایداری
۶. پایداری در آب
۷. چرخه‌های بهره‌وری انرژی[۸]
۸. صرفه‌جویی سوخت

و) باتری

این بخش شامل موارد زیر می‌گردد:

۱. نوع باتری‌ها
۲. خصوصیات باتری‌ها
۳. بیش‌ترین مقدار تخلیه
۴. پک باتری‌ها (سازنده باید وزن باتری‌ها و روش نصب و برداشتن آنها را مشخص کند)
۵. نگه‌داری باتری‌ها
۶. سیستم مدیریت باتری‌ها

ز) سیستم شارژر برای خودروهایی با قابلیت شارژ خارجی

این بخش شامل موارد زیر می‌گردد:

۱. عملکرد شارژر
۲. توان ورودی شارژ
۳. کیفیت توان
۴. اتصالات شارژر

ح) سیستم‌های اضافی خودرو

این بخش شامل موارد زیر می‌گردد:

۱. سیستم تهویه مطبوع
۲. سیستم‌های گرمایش و سرمایش داخلی

ط) سرویس دستی

هر خودرو باید دارای یک دفترچهٔ غیرتخصصی برای سرویس دستی قطعات، عملکرد اجزا و نگه‌داری آنها و شماتیک اتصال سیم‌ها باشد. این دفترچه باید توضیحاتی دربارهٔ طراحی و عملکرد سیستم‌های خودرو به‌همراه فهرستی از ابزار نگه‌داری اضافی یا موردنیاز داشته‌باشد.

ی) سایر موارد

۱. خدمات پس از فروش
۲. تست‌های معمول در صنعت خودرو

موارد ذکرشده از جمله حوزه‌هایی هستند که در پیشنهاد یک استاندارد جامع باید مدنظر قرار گیرند. قطعاً با انجام بررسی‌هایی از این دست، می‌توان دیگر مواردی را که در

ایجاد یک استاندارد جامع در صنعت خودروی هیبرید الکتریک مفید هستند، شناسایی نمود.

بررسی استانداردهای خودرو

با نگاهی اجمالی به مجموعه استانداردهای ملی خودرو می‌توان دریافت که بسیاری از موارد موجود در آن، بعد از فرایند هیبریداسیون تغییرات چندانی نخواهند نمود. از طرف دیگر، مواردی که در بالا ذکر شد نیاز به بررسی بیش‌تر را نمایان می‌کنند. همچنین برخی موارد نیز در استاندارد ملی به‌چشم می‌خورند که بی‌شک نیاز به ایجاد تغییرات در آنها در صنعت هیبرید وجود خواهدداشت. این موارد در جدول۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۱. فهرستی از استانداردهایی که نیازمند تغییرند

ردیف	عنوان	شمارهٔ استاندارد
۱	سطح صدا	۴۲۴۳
۲	ترمزگیری	۶۷۴۲
۳	نیروی کنترل فرمان	۳۹۱۷
۴	تجهیزات سرعت‌سنج	۶۴۸۱
۵	هدایت‌پذیری	۶۴۸۷
۶	توان موتور	۶۴۸۳
۷	تداخل رادیویی	۶۵۰۲
۸	شناسایی کنترل‌ها	۶۴۹۳
۹	مصرف سوخت	۴۲۴۱
۱۰	برخورد از روبرو	۶۶۵۲
۱۱	برخورد جانبی	۴۲۳۹
۱۲	جرم و ابعاد خودورهای نوع M1	۶۵۰۰
۱۳	آلایندگی	ECER 7 83.03

ضرورت شبیه‌سازی و مدل‌سازی

شبیه‌سازی، دانش و هنر ساختن مدلی از یک فرایند یا سیستم، جهت ارزیابی و آزمایش راهبردها و روشی برای آگاهی از نتایج ایده‌های پیشنهادی قبل از اجرای آنهاست. شبیه‌سازی در واقع مدلی کوچک‌شده از یک شی واقعی، وضعیت اجتماعی یا یک فرایند است و روشی مؤثر در بررسی بعضی ویژگی‌ها یا رفتارهای کلیدی در یک سیستم فیزیکی یا انتزاعی است. شبیه‌سازی در بسیاری مقوله‌ها از جمله مدل‌سازی سیستم‌های طبیعی و انسانی، برای کسب بینش و آگاهی حول نحوه کار آنها، به کار می‌رود. در موارد دیگر از قبیل شبیه‌سازی فناوری، برای بهینه‌سازی عملکرد، مهندسی ایمنی، آزمایش، آموزش و مهارت‌آموزی استفاده می‌شود. از شبیه‌سازی می‌توان برای نمایش تأثیرات و عواقب نهایی شرایطی متفاوت (که مثلاً در واقعیت برقرار نیست) یا بررسی تأثیر عوامل موجود بهره برد.

شبیه‌سازی در صنعت هیبرید

در پژوهش‌های مرتبط با خودروهای نو نیز بررسی عملکرد، آلایندگی، مصرف سوخت و پارامترهایی از این دست بسیار حائز اهمیت است. از همین‌رو، با توجه به موارد بهره‌گیری

از فرایند شبیه‌سازی، که در قسمت قبل عنوان گردید، در تحقق این موارد نیز می‌توان تحلیل‌های به‌دست آمده از مدل‌سازی و یا آمار را مورد بررسی قرار داد. امروزه نرم‌افزارهای بسیاری جهت این موضوع برنامه‌نویسی شده است.

تعیین الگوی مدل‌سازی

به‌طور کلی مدل‌سازی روبه جلو و روبه عقب دو رویهٔ اساسی انجام محاسبات نرم‌افزاری‌اند. شبیه‌سازی‌هایی که از مدل‌سازی روبه جلو بهره می‌گیرند، دارای یک مدل راننده‌اند که با در نظر گرفتن سرعت مورد نیاز و سرعت فعلی دستورات تراتل و ترمز را صادر می‌کنند. دستور تراتل به گشتاور تولیدی توسط موتور احتراقی یا الکتریکی تبدیل می‌شود. گشتاور تولیدی توسط موتور، ورودی به سیستم انتقال قدرت است که گشتاور را براساس بازده انتقال و نسبت دنده تعیین می‌کند. به‌همین ترتیب گشتاور محاسبه‌شده در داخل زنجیرهٔ انتقال قدرت روبه جلو، در جهت جریان قدرت فیزیکی، در زنجیرهٔ قدرت خودرو ادامه دارد تا اینکه نیروی رانشی روی چرخ به‌دست آید. سپس شتاب متوسط محاسبه می‌شود. روش روبه جلو برای توسعهٔ سخت‌افزاری و شبیه‌سازی کنترلی دقیق مناسب است. البته سرعت این روش نسبت به روش روبه عقب بسیار کمتر است. شبیه‌سازهای خودرویی که از مدل‌سازی روبه عقب بهره می‌برند، به این پرسش پاسخ می‌دهند که اگر فرض شود خودرو مسیر مورد نظر را طی می‌کند آنگاه هر جزء از زنجیرهٔ قدرت خودرو چگونه باید عمل‌کند. [۷].

معرفی برخی پارامترهای اولیهٔ جهت شبیه‌سازی نرم‌افزاری

آنچه مشخص است نرم‌افزارهای تولیدی نتیجهٔ محاسبات و یا بررسی‌های آماری‌اند که طبیعتاً نیاز به مجموعه‌ای از ورودی‌ها در آنها احساس می‌شود. در ادامه برخی موضوعات مهم جهت آغاز بررسی نرم‌افزاری بیان می‌شود.

سیکل حرکت

یک سیکل حرکتی، یک نمودار سرعت – زمان است که برای یک نوع مشخص از وسائل نقلیه در یک محیط خاص و ارائهٔ الگوی حرکتی با هدف اندازه‌گیری و تنظیم خروج گاز و نمایش مصرف سوخت ایجاد شده است. چون الگوهای حرکتی از شهری به شهر دیگر و از منطقه‌ای به منطقهٔ دیگر تفاوت می‌کند، سیکل‌های حرکتی به‌دست‌آمده برای شهرها یا کشورهای خاص معمولاً برای دیگر شهرها کاربرد ندارد. بنابراین، کارهای تحقیقاتی بسیاری برای طراحی سیکل‌های حرکتی با استفاده از تست‌های حرکتی ثبت‌شدهٔ دنیا و نیز شرایط حالت یکنواخت، که در رانندگی جاده با آن مواجه می‌شوند، مورد هدف قرار می‌گیرند [۸].

سطح و نوع هیبریداسیون

خودروهای هیبریدی کنونی را می‌توان به‌صورت Micro، Mild، Full و Plug-in تقسیم‌بندی کرد. سطح هیبریداسیون را به‌کمک پارامترهایی چون کسر الکتریکی می‌توان تعیین نمود. کسر الکتریکی در واقع میزان فاصله‌گرفتن خودرو از خودروهای معمولی با موتور احتراق داخلی و نزدیک‌شدن به حالت خودروی الکتریکی کامل را نشان می‌دهد و مشخص‌کنندهٔ درجهٔ هیبریداسیون خودرو است، که در خودروهای هیبرید موازی به‌صورت درصد توان موتور الکتریکی کشنده از کل توان تولیدی منابع توان مشخص می‌شود. اما در خودروهای سری چون توان حداکثر موتور الکتریکی شامل مجموع توان باتری و موتور احتراقی می‌باشد، درجهٔ هیبریداسیون به‌صورت درصد توان باتری (در حالت حداکثر) از مجموع توان باتری و موتور احتراقی تعریف می‌شود [۹].

نوع چیدمان انتقال قدرت

چیدمان‌های متنوع و ترکیبی زیادی جهت پیشنهاد برای سیستم انتقال قدرت وجود دارند. نحوهٔ آرایش چیدمان انتقال قدرت در خودروهای هیبریدی را می‌توان در سه

دستهٔ استاندارد سری، موازی و سری موازی تقسیم‌بندی کرد که با توجه به تعداد این آرایش‌ها، انتخاب مناسب‌ترین چیدمان، همواره دغدغه‌ای برای طراحان محسوب می‌شود.

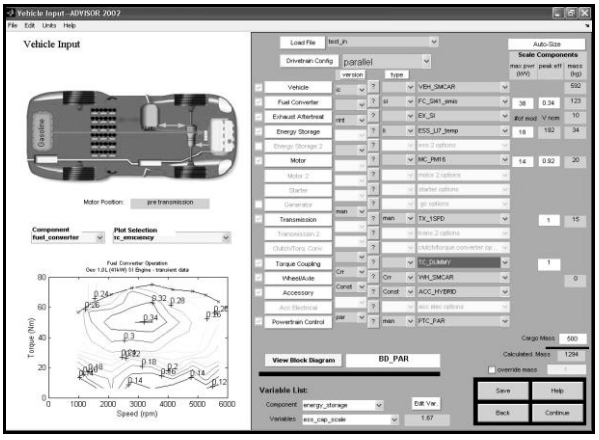
ابعاد و مشخصات فنی خودرو هدف

نتایج استفاده‌شده در بخش محاسبات، نتیجهٔ اطلاعات کاتالوگ خودرو، بررسی پایگاه داده‌ها و استفاده از اطلاعات خودروهای مشابه یا اندازه‌گیری‌های تجربی می‌باشد. حال به‌کمک نرم‌افزارهای گوناگون می‌توان به بررسی نرم‌افزاری نتایج اقدام نمود. در ادامه برخی از این نرم‌افزارها بررسی می‌شوند.

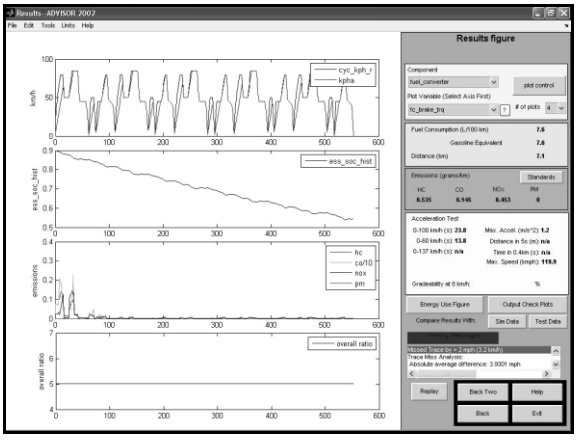
نرم‌افزار ادوایـزر[9]

ادوایـزر[10] یک نرم‌افزار شبیه‌سازی خودرو در محیط سیمولینک متلب[11] و در قالب یک سری مدل‌ها، فایل‌های اجرایی و داده‌های عددی تحت محیط نرم‌افزار می‌باشد. این نرم‌افزار قادر به شبیه‌سازی خودرو با قوای محرکه مرسوم، شامل موتور احتراقی و انتقال‌دهنده‌های نیرو، خودروهای برقی و خودروهای هیبرید شامل موتور الکتریکی، باتری، سیستم‌های الکتریکی و کنترلی و موتور احتراقی و سیستم‌های مکانیکی می‌باشد.

شکل ۱ پنجرهٔ ورودی این نرم‌افزار را نمایش می‌دهد. تخمین عملکرد دینامیکی این خودروها با اندازه‌بندی‌ها و سیستم‌های قوای محرکه مورد نظر محققان شامل تست‌های مربوط به شتاب‌گیری خودرو، شیب‌پیمایی، سرعت بیشینه و جز این‌ها، پس از مدل‌سازی و تعیین مشخصه‌های خودروی مورد نظر، از جمله قابلیت‌های این نرم‌افزار است. در شکل ۲ پنجرهٔ نتایج این نرم‌افزار نمایش داده شده است. سیستم شبیه‌سازی خودرو دراین نرم‌افزار از نوع ترکیبی روبه عقب و روبه جلو بوده و متکی به سیکل حرکتی است و به‌همین واسطه نرم‌افزار قابلیت بررسی خودرو را در سیکل‌های حرکتی گوناگون ایجاد می‌کند و به محققان فرصت می‌دهد تا مصرف اقتصادی سوخت خودرو و میزان تولید آلاینده‌ها در سیکل‌های مختلف را مطالعه کنند.



شکل ۱. پنجرهٔ ورودی نرم‌افزار ادوایـزر



شکل ۲. پنجرهٔ نتایج نرم‌افزار ادوایـزر

در این نرم‌افزار مشاهدهٔ تأثیر پارامترهای گوناگون بر عملکرد دینامیکی، مصرف اقتصادی سوخت و آلایندگی خودرو، مقایسهٔ این نتایج در خودروهای متنوع یا یک خودرو در پیکربندی‌های مختلف از منظر قوای محرکه، بررسی سازوکارهای افزایش بهره‌وری انرژی در خودرو همچون الکتریکی و هیبریدکردن خودرو و به‌کارگیری

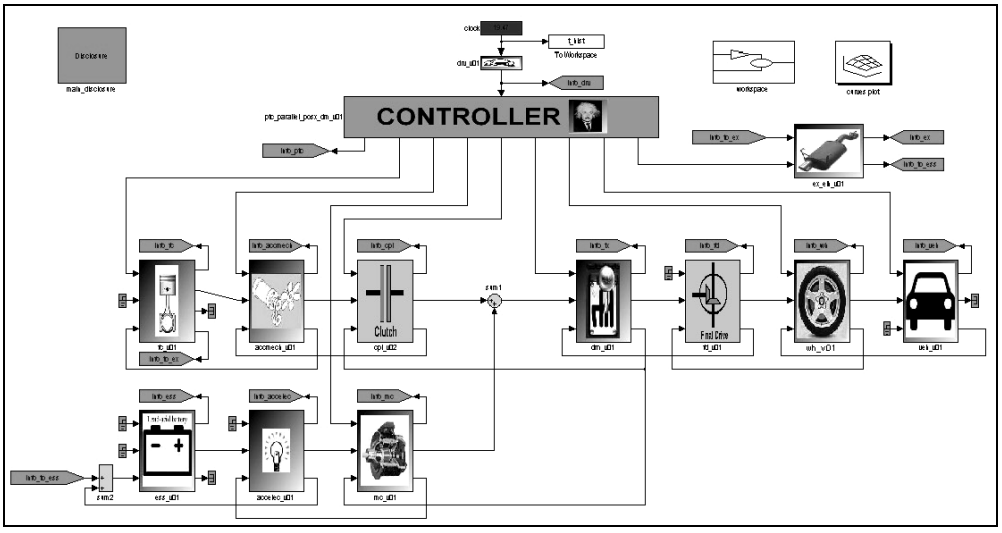
سوخت‌های جایگزین امکان‌پذیر است. امروزه بسیاری از دانشگاه‌ها و شرکت‌های خودروسازی از این نرم‌افزار برای بررسی میزان مصرف سوخت در خودرو استفاده می‌کنند.

نرم‌افزار پی. ای. اس. تی.[۱۲]

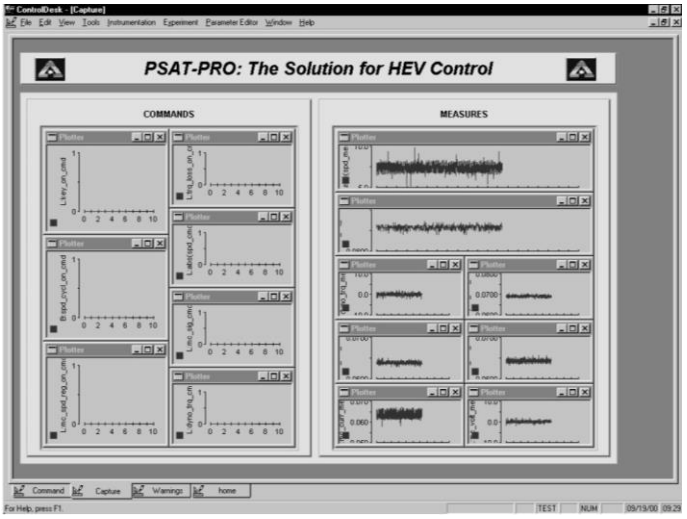
از سال ۱۹۹۹ م تا کنون، آزمایشگاه ملی آرگون[۱۳] در حال طراحی و توسعه یک ابزار شبیه‌سازی وسایل نقلیه است تا بتواند به مصرف سوخت و عملکرد وسایل نقلیه پیشرفته دست پیدا کند. نرم‌افزار پی. ای. اس. تی.[۱۴]، که ابزار تحلیل سیستم انتقال قدرت می‌باشد، به‌صورت گسترده در سطح صنعتی و در بیش از ۱۳۰ شرکت، دانشگاه و آزمایشگاه تحقیقاتی مورد قبول و استفاده قرار گرفته است.

نرم‌افزار مذکور که یکی از اصلی‌ترین نرم‌افزارهای دپارتمان انرژی ایالات متحده محسوب می‌شود، در بسیاری از تحقیقات در شناسایی مسیر تحقیقات آینده در زمینهٔ خودروهای هیبریدی[۱۵] به‌کمک این مجموعه آمده است. این نرم‌افزار در سال ۲۰۰۴ در میان ۱۰۰ محصول و فناوری جدید دنیا قرار گرفت.

شکل ۳ پنجرهٔ ورودی و شکل ۵ پنجرهٔ نتایج این نرم‌افزار را نمایش می‌دهند.



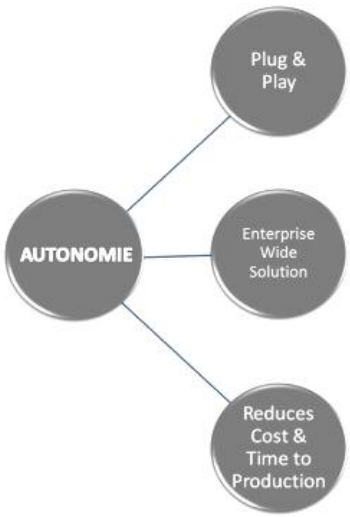
شکل ۳. پنجرهٔ ورودی نرم‌افزار پی. ای. اس. تی. [۱۰]



شکل ۴. پنجرهٔ نتایج نرم‌افزار پی. ای. اس. تی. [۱۰]

نرم‌افزار اتونومی

در طی سه سال گذشته، آزمایشگاه ملی آرگون ابزار جدیدی به نام اتونومی[16] را برای سرعت بخشیدن به توسعه و معرفی فناوری‌های پیشرفته در زمینه‌های ساختارهای Plug-and-Play طراحی کرده‌است (شکل ۵). این نرم‌افزار جهت استفاده به‌عنوان یک ابزار در فازهای مختلف طراحی بر پایهٔ مدل پروسهٔ طراحی وسیلهٔ نقلیه[17] طراحی شده است. طراحی بر پایهٔ مدل[18] یک روش دیداری بر پایهٔ ریاضی است که برای طراحی سیستم‌های کنترل پیچیده طراحی و در بسیاری از کاربردهای صنعتی، هوافضایی و خودرو به‌صورت موفقیت‌آمیز استفاده می‌شود. این روش شامل چهار قسمت اصلی در فرایند طراحی است: مدل‌سازی، تجزیه و تحلیل کنترل‌کننده، شبیه‌سازی مدل و کنترل‌کننده، تنظیم و برنامه‌نویسی برای کنترل‌کننده.



۱.انعطاف‌پذیری و قابلیت استفادهٔ مجدد
۲.معماری‌های سفارشی
۳.نام‌گذاری متداول
۴.کد خنثی

۱.روش‌های متداول برای چیدمان سریع فناوری‌ها در جهت کاهش سخت‌افزاری تکرارهای ساخت
۲.کاهش یا حذف مدلسازی و تحلیل‌های تکراری
۳.ارائهٔ طراحی‌هایی برای تراز نیازمندی‌های معیار FEED

۱.مدیریت داده‌ها
۲.تهیهٔ روش‌ها و ابزارهای متداول برای مقایسه و ارزیابی فناوری‌ها

شکل ۵. ابزارها و قابلیت‌های نرم‌افزار اتونومی

نرم‌افزار ویژن

نرم‌افزار ویژن[19] توسط آزمایشگاه ملی آرگون برای دپارتمان انرژی ایالات متحده طراحی شد. این نرم‌افزار برای تخمین مصرف انرژی صنایع خودرو، مصرف سوخت و خروجی گاز ۲۱۰۰ وسیلهٔ نقلیه طراحی شده است. نرم‌افزار مذکور یک مدل به اصطلاح صفحه گسترده در نرم‌افزار اکسل[20] است که می‌تواند برای پاسخ‌گویی سریع به همراه آنالیز طولانی‌تر استفاده شود.

نرم‌افزار گریت

نرم‌افزار گریت[21] توسط آزمایشگاه ملی آرگون طراحی شده است و مانند نرم‌افزار ویژن یک مدل صفحه گسترده در نرم‌افزار اکسل می‌باشد. این مدل برای مصرف انرژی و سوخت و خروجی گاز وسایل نقلیه استفاده می‌شود. این مدل از صفحات متعددی تشکیل شده است که با ورود اطلاعات درخواستی آن، مصرف انرژی و خروجی‌ها را در اختیار قرار می‌دهد که برای انتخاب باتری، اجزای وسیلهٔ نقلیه، سیال مورد استفاده کاربرد دارد. برای یک خودرو و سیستم سوختی داده شده، این نرم‌افزار محاسبات زیر را به‌صورت جداگانه انجام می‌دهد:

۱. مصرف انرژی کل (منابع تجدیدپذیر و غیرتجدیدپذیر)، سوخت‌های فسیلی (بنزین و گاز طبیعی)
۲. میزان تولید دی اکسید کربن، متان[22] و نیتروواکسید[23] (گازهای گلخانه‌ای معادل)

۳. میزان تولید شش آلایندهٔ خطرناک: ترکیبات آلی فرار[۲۴]، مونو اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن[۲۵]، مواد ذره‌ای با اندازهٔ کمتر از ۱۰ میکرون، مواد ذره‌ای با اندازهٔ کمتر از ۲/۵ میکرون و اکسیدهای گوگرد[۲۶].

نرم‌افزار جی. سی. تول

براساس تحقیقات و تحلیل‌های انجام‌شده در سیستم‌های نقلیه با پیل سوختی، هر افزایشی نتیجه بهتری ندارد. مثلاً افزایش بازدهٔ پردازش‌گر سوخت (مبدل سوخت هیدروکربنی به هیدروژن) ممکن است سبب کاهش بازده کلی سیستم شود. چنین نتایجی به‌همراه چندین نتیجه شگفت‌آور دیگر با استفاده از ابزار محاسباتی کلی به‌دست آمده است. این ابزار یک بستهٔ نرم‌افزاری شبیه‌سازی چندکاره است که برای طراحی، تحلیل و مقایسه سیستم‌های قدرت مختلف طراحی شده است. نرم‌افزار جی. سی. تول[۲۷] با استفاده از بسیاری از مدل‌های ترمودینامیکی دقیق، که طی دهه‌های متمادی در تحقیقات سیستم‌های قدرت به دست آمده است، عمل می‌کند. این نرم‌افزار به‌سادگی قابل استفاده است. به‌طوری‌که کل سیستم پیل سوختی (تمام موارد لازم از سوخت به الکتریسیته) توسط یک سری خطوط ساده از کدها مشخص می‌شود. با استفاده از این داده‌ها، نرم‌افزار یک طرحواره از سیستم تهیه می‌کند. کاربر می‌تواند به‌راحتی و به‌سرعت نتایج را مشاهده و با تغییر داده‌ها آنها را تغییر دهد.

جمع‌بندی

آنچه در این مقاله بدان پراخته شد، بررسی برخی از مهم‌ترین نیازهای توسعهٔ فناوری هیبرید الکتریک کشور بود. در این رهگذر، ابتدا موضوعات کلیدی که در تدوین استانداردی جامع در حوزهٔ فناوری‌های صنعت خودرو در زمینهٔ هیبریداسیون می‌توانند مدنظر واقع گردند، بیان و در ادامه به موضوع شبیه‌سازی نرم‌افزاری و اهمیت آن در صنعت خودروهای پاک اشاره شد. در انتها نیز مهم‌ترین نرم‌افزارهای این حیطه مورد بررسی قرار گرفت.

تشکر و قدردانی

در پایان لازم است مراتب تشکر و قدردانی خود را از شرکت سنباد خودرو توس و واحد تحقیق و توسعهٔ شرکت تعاونی حرکت گستر پردیس، که در فراهم‌آوردن زمینهٔ مطالعه دربارهٔ خودروهای هیبرید و در اختیار گذاشتن اطلاعات فنی لازم همکاری داشتند، اعلام داریم.

مآخذ

[۱] سند چشم انداز بیست‌سالهٔ جمهوری اسلامی ایران.

[۲] پورشمس، مهرداد. *استانداردهای شرکتی*، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۴

[۳] اهداف و سیاست‌های توسعهٔ صنعت خودرو در افق سال۱۴۰۴، وزارت صنایع و معادن، شورای سیاست‌گذاری صنعت خودرو، سازمان گسترش و نو سازی صنایع ایران، زمستان ۱۳۸۸

[۴] عالی‌نهاری، علی‌رضا، نقش استانداردها در طراحی و ایمنی خودرو، اولین کنفرانس بین‌المللی حوادث رانندگی و جاده‌ای، تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۸۴.

[5] International Energy Agency, Annual light duty vehicle sales, Blue map scenario, 2000-2050.

[۶] صالحی، غلامرضا، مجید عمیدپور، عقیل براتی ملایری، احسان‌الله حق‌دوست، موسی مراتی‌زمان، الهام نبی‌پورافروزی، "تخمین پتانسیل بازاری خودروهای هیبریدی در کشور و ارزیابی فنی واقتصادی آن"، کنفرانس بهینه‌سازی مصرف انرژی، ۱۳۸۹.

[7] Karbowski, D., A. Rousseau, S.Pagerit, and P. Sharer. "Plug-in Vehicle Control Strategy: From Global Optimization to Real Time Application." *22th International Electric Vehicle Symposium* (EVS22), Yokohama, October 2006.

[8] Montazeri, M., M. Naghizadeh. "Development of Car Driving Cycle for City of Tehran" *International Journal of Environment and Pollution*, IJEP, 2007.

[9] Montazeri, M., M. Asadi. "Intelligent Approach for Parallel HEV Control Strategy Based On Driving Cycles." *Journal of Systems Science*, 2011.

[10] Aymeric Rousseau and Maxime Pasquier. "Validation of a Hybrid Modeling Software (PSAT) Using Its Extension for Prototyping (PSAT-PRO)." *Global Powertrain Congress*, Michigan, USA, 2001.

پی‌نوشت

1. Society of Automotive Engineers (SAE)
2. International Electrotechnical Commission (IEC)
3. International Standard Oraganization (ISO)
4. European Standard (EN)
5. Japanese Industrial Standard (JIS)
6. GVWR
7. Over Heating
8. Energy Efficiency Drive
9. ADVISOR
10. Advanced Vehicle Simulator
11. Matlab
12. PSAT
13. ANL
14. Powertrain System Analysis Toolkit
15. HEV & PHEV
16. Autonomie
17. VDP
18. Model Based Design
19. VISION
20. Microsoft Excel
21. Greenhouse gases, Regulated Emissions and Energy use in Transportation
22. CH_4
23. N_2O
24. VOC
25. NO_x
26. SO_x
27. General Computational Toolkit