

عوامل مؤثر بر کاهش مصرف سوخت در طراحی و تولید خودرو

حسن فریدی*

چکیده: بهینه‌سازی مصرف سوخت خودروهای امروزی با به‌کارگیری روش‌های نوین در طراحی بدنه، موتور و استفاده از مواد بهبودیافته مد نظر طراحان و کارشناسان صنعت خودروسازی قرار دارد. کاهش وزن خودرو، بهینه‌سازی طراحی آیرودینامیکی، سیستم‌های تزریق مستقیم سوخت، HPI^۱، توربوشارژر، سیستم زمان‌بندی متغیر سوپاپ‌ها، دیزل پاک یا غیر فعال‌سازی سیلندر از جمله این روش‌ها محسوب می‌شوند. در این مقاله سعی شده تا این روش‌ها و میزان تأثیر آن‌ها بیان شود.

واژه‌های کلیدی: کاهش مصرف سوخت، کاهش وزن، آیرودینامیک

استفاده برای کاهش وزن خودرو اشاره می‌شود.

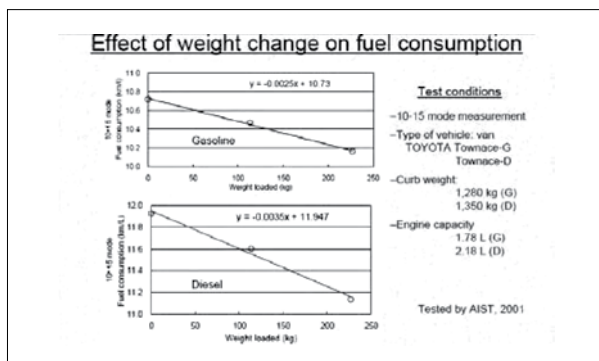
۱. مقدمه

افزایش تقاضای جهانی استفاده از خودروی شخصی منجر به افزایش مصرف سوخت و آلودگی هوا می‌شود. کاهش ذخایر سوختی فسیلی، رقابت‌های اقتصادی و مسایل زیست‌محیطی، ما را به سمت ساخت موتورهای با کارایی بالاتر می‌برد. هر چند میزان مصرف سوخت بستگی به شرایط مختلف مانند طریقه رانندگی، تنظیم به موقع موتور، میزان بار و غیره دارد، اما تولید خودروهای کم مصرف به هدف بزرگ خودروسازان در بازار رقابتی تبدیل شده است.

۲. عوامل مؤثر بر کاهش مصرف سوخت خودرو

۲-۱. وزن خودرو

کاهش وزن خودرو حتی به میزان جزئی می‌تواند منجر به افزایش سرعت و کاهش مصرف سوخت شود. شکل ۱ بیانگر اهمیت و ارتباط بین وزن خودرو و میزان مصرف سوخت است. به طور میانگین به ازای تغییر در بار خودرو حدود ۲۲۵ کیلوگرم، باعث تغییر مصرف نیم لیتری در خودروهای بنزینی و ۰/۸ لیتری در خودروهای دیزلی می‌شود. دو طرز فکر برای کاهش وزن خودروها وجود دارد. یکی از این نگرش‌ها بر جایگزینی جزء به جزء تمرکز دارد. در این نگرش سعی بر این است طی پنج سال وزن خودرو ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم کاهش یابد. نگرش دیگر بر طراحی کلی سیستم‌های نوین تمرکز دارد تا میزان کاهش وزن بیشتری به دست آید. هر دوی این نگرش‌ها اکنون پیگیری می‌شوند. در ادامه به چند نمونه از روش‌های مورد



شکل ۱. ارتباط بین میزان تغییر وزن خودرو و تأثیر بر مصرف سوخت

۲-۱-۱. استفاده از پلاستیک‌ها

پلاستیک‌ها نقش اصلی را در صنعت خودرو بازی می‌کنند و دارای مزایای زیادی هستند. پلاستیک‌ها بادوام و محکم بوده و در برابر ضربه و خوردگی مقاوم هستند. پلاستیک‌ها انعطاف پذیر بوده و آزادی عمل را در طراحی قالب و انتخاب اجزا فراهم می‌آورند. پلاستیک‌ها سبک وزن و کم هزینه هستند. استفاده از پلاستیک‌ها فرآیند ساخت و تولید (مونتاژ) را آسان‌تر ساخته است. در سال ۱۹۸۴ پلاستیک‌ها به طور متوسط ۸/۵ درصد وزن خودروها را شامل می‌شدند. امروزه این رقم در یک خودروی مشابه حدود ۱۱ درصد است. افزایش استفاده

* کارشناس مسئول مهندسی کیفیت بدنه و رنگ سایپا.

آدرس پست الکترونیک: hassanfaridi@gmail.com

¹ High Precision Injection

معادل ۱۶/۵ کیلوگرم در خودرو می‌شوند. این در حالی است که میزان ضریب اصطکاکی آن ۲۵ درصد بیشتر از دیسک‌های فولادی متداول است و تا دمای ۸۰۰ درجه سلسیوس وظیفه خود را به خوبی انجام می‌دهند. همچنین پروژه ساخت موتورهای با بلوک سیلندر سرامیکی سبک وزن ولی با قابلیت کارکرد در دمای بالا در دست اجراست که این موتورهای نیازی به رادیاتور ندارند.

۱-۲-۵. استفاده از پوشش‌های نانومتری و آلیاژهای آلومینیوم
روش دیگری که به کاهش مصرف سوخت می‌انجامد، استفاده از مواد سبک برای کاهش نیرو، کاهش اتلاف حرارت از طریق سیستم اگزوز و کاهش اصطکاک است. کاهش وزن موتور یکی از کلیدی‌ترین عوامل در کاهش مصرف سوخت است. اغلب سازندگان به جایگزینی بلوک سیلندرهای چدنی با چگالی ۷/۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب با بلوک سیلندرهای آلومینیوم/سیلیسیم با چگالی ۲/۷۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب روی آورده‌اند. در این مورد، اغلب از آلیاژهای پایه آلومینیوم و کامپوزیت‌های زمینه فلزی مانند A360AL، A390AL، A356AL و A319AL استفاده می‌شود، گرچه استفاده مستقیم از این آلیاژها در سیلندر، به دلیل مقاومت پایین در برابر خوردگی و جوش خوردگی موضعی بین سطوح آن، ممکن نیست.

۱-۲-۶. استفاده از نسل جدید شیشه‌های پیشرفته پلی کربناتی
آزمایشات انجام شده بر روی رزین پلی کربنات Makrolon AG2677 نشان داد که شیشه‌های تولیدی توسط این پلیمر از شفافیت فوق العاده‌ای برخوردار بوده، نکته‌ی مهم این که این محصول جدید جهت کاربرد در سقف اتومبیل‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفته، همچنین فرآیندپذیری این پوشش سخت بسیار آسان‌تر و اقتصادی‌تر از نمونه‌های قبلی است.

در مقایسه با شیشه، بهترین فایده‌ی پلی کربنات به‌عنوان شیشه این است که طراحان برای شکل‌دهی آن آزادی عمل بیشتری داشته، ضمناً با استفاده از این نوع محصول در وسایل نقلیه قسمت بالایی وسیله سبک‌تر شده و مرکز نقل آن به نقطه‌ی پایین‌تری نزدیک به زمین انتقال یافته و کنترل عملکرد وسیله برای راننده راحت‌تر می‌شود.

۱-۲-۲. آیرودینامیک و شکل ظاهری خودرو
همان‌طور که مشخص است کلیه خودروها در هوا که یک سیال است حرکت می‌کنند. از این رو با شکل‌گیری لایه هیدرودینامیکی بر روی بدنه خودرو نیروی درگ بر روی خودرو اثر می‌گذارد در سرعت‌های بالا نیروی مقاومت درگ از نیروی مقاومت اصطکاک چرخ‌ها با اهمیت‌تر است. حال اگر این نیرو را به هر صورتی به مقدار حداقل و بهینه رساند. حرکت در جهت بهینه‌سازی بدنه از سال ۱۹۷۵ با جهش در مصرف سوخت خودروهای بین نسل تولیدی دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ آغاز گردید. در این خودروها مصرف بنزین افزایش چشمگیری نشان می‌داد که علت آن ساخت خودروهایی با سطح جلوی عمودی و وسیع قسمت عقبی بریده شده شبیه فرم اتومبیل پیکان بود. در این خودروها به‌علت وجود نقطه جدایش در قسمت انتهایی نیروی درگ بالایی به‌وجود می‌آمد. راه حل مناسبی که برای رفع این نقص

از پلاستیک‌ها باعث کاهش وزن وسایل نقلیه می‌شود که این مساله افزایش وزن ناشی از تجهیزات ایمنی مانند کیسه هوا را جبران می‌کند. استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم از پلاستیک در خودرو معادل ۲۰۰-۳۰۰ کیلوگرم از مواد سنتی می‌باشد. در طول عمر متوسط خودرو هر ۱۰۰ کیلوگرم پلاستیک مصرف خودرو را ۷۵۰ لیتر کاهش خواهد داد. کارخانه‌های خودروسازی همواره در جستجوی راهی برای کاهش وزن خودرو و بهبود رانندگی آن هستند و پلاستیک‌ها فرصتی مناسب برای رسیدن به این اهداف را فراهم می‌آورند. در آینده فیبرهای (الیاف) کربن نقش بسیار مهم در جایگزینی مواد سنتی و کاهش وزن به نصف را ایفا می‌کنند.

۱-۲-۲. استفاده از الیاف کربن و کامپوزیت‌ها
الیاف کربن به‌خاطر داشتن خصوصیتی چون مقاومت زیاد، وزن کم و مقاومت در برابر خوردگی و حرارت، ماده بسیار مناسبی جهت تقویت دیگر مواد به حساب می‌آید.
در دنیای مواد، الیاف کربن همانند آخرین امید برای افزایش خواص مکانیکی عمل می‌کند، یعنی در تقویت دیگر مواد و بهبود ویژگی‌های آن‌ها معجزه‌وار عمل می‌کند. کامپوزیت‌های تقویت شده با الیاف کربن دارای ویژگی‌های برجسته‌ای مانند استحکام و چقرمگی بالا، سبکی، مقاومت در برابر خوردگی و حرارت و هدایت الکتریکی هستند. از دیگر ویژگی‌های الیاف کربن، قابلیت استفاده همراه با مواد گوناگون همانند دیگر الیاف، پلاستیک‌ها، فلزات، چوب و سیمان است. امروزه پلاستیک‌ها و کامپوزیت‌ها نسبت به دیگر مواد به جز فولاد بیشترین سهم را در وزن خودرو دارند. در خودروهای امروزی و به جای الیاف کربن، الیاف شیشه به کار گرفته می‌شود. با توجه به این که الیاف کربن در واحد حجم قوی‌تر و سفت‌تر از الیاف شیشه هستند، یک خودروی تمام کامپوزیتی بیش از ۶۰ درصد کاهش وزن خواهد داشت. خصوصاً در مورد قطعات تزئینی داخل اتاق سرنشین خودرو، مساله بازیافت قطعات نیز مد نظر بوده و جهت‌گیری به سمت استفاده از کامپوزیت‌های با رزین ترموپلاستیک و الیاف طبیعی است.

۱-۲-۳. استفاده از فولادهای مقاوم
کاهش وزن خودرو همواره در تعامل با اهدافی دیگر همچون دستیابی به استحکام بیشتر خودرو و راحتی بیشتر سرنشینان (فضای بیشتر) بوده و عاملی محدودکننده در زمینه فعالیت طراحان خودرو تلقی می‌شود. خودروسازان به طور میانگین مازاد هزینه‌ای در حدود Kg/€(0-5) را بابت کاهش وزن در خودرو متحمل شده و همواره در تلاشند تا با تحقیقات نوین، این هزینه را به کمترین حد ممکن برسانند. نوآوری‌های صورت گرفته در زمینه افزایش کاربرد مواد استحکام بالایی HSS و UHSS، موجب پیشگیری از افزایش وزن قطعات بدنه به میزان ۱۰ درصد، همزمان با پیاده‌سازی الزامات طراحی در نظر گرفته شده به منظور افزایش ایمنی و استحکام ضربه خودرو و افزایش راحتی سرنشینان شده است.

۱-۲-۴. استفاده از مواد سرامیکی
یکی از روش‌های کاهش وزن خودرو استفاده از مواد سرامیکی است. به عنوان مثال دیسک‌های ترمز سرامیکی تولید شده دارای وزنی

شده باید از مقاومت در برابر تغییر شکل ناشی از حرارت اکسید در دمای بالا و خزش و موارد دیگر برخوردار باشند. در ادامه به چند نمونه ارتقای تکنولوژی موتور شرکت BMW که در کاهش مصرف سوخت نقش داشته است، اشاره می شود.

۲-۳-۱. تزریق مستقیم سوخت GDI^۲

نحوه کار این سیستم با انژکتورهای عادی متفاوت است. بر خلاف «انژکتورهای دروازه‌ای» که سوخت و هوا را در مانیفولد ورودی مخلوط می کنند، سیستم تزریق مستقیم سوخت زمانی که سیلندر از هوا پر شده سوخت را مستقیماً و بدون واسطه به داخل آن تزریق می کند. تزریق مستقیم سوخت از مصرف این فرآورده می کاهد و عموماً قدرت بیشتری را نسبت به موتورهای هم حجم و مشابه خود که به «انژکتورهای دروازه‌ای» مجهزند به ارمغان می آورد.

بازدهی سوخت بهبود پیدا کرده است زیرا سیستم می تواند سوخت را با دقت بیشتر و متناسب با نیاز هر سیلندر به آن تزریق کند. به طور مثال زمانی که بار کمتری بر دوش موتور است (مانند حرکت در بزرگراه‌ها و یا در جا کار کردن) انژکتورها تا آخرین لحظه‌ی ممکن صبر می کنند و پس از آن تنها مقدار اندکی سوخت را تزریق می کنند. بدین ترتیب مصرف سوخت کمتر و بازدهی بیشتر به دست می آید. تزریق مستقیم سوخت در موتورهای بنزینی تأثیر خنک کنندگی در سیلندر دارد و تنفس هوای سردتر توسط موتور خود موجب افزایش تولید قدرت نیز می گردد.

۲-۳-۲. سیستم پاشش HPI

سیستم تزریق دقیق و مستقیم بنزین، موجب کارآمدتر شدن فرآیند سوخت و بالا رفتن عملکرد موتور شده و بنابراین شاهد کاهش قابل توجهی در میزان نرخ مصرف سوخت خواهیم بود. سیستم HPI مجموعه‌ای است که عملکرد اجرایی دینامیک سوخت را منسجم تر می کند. عنصر اصلی تکنولوژی HPI انژکتور پیژو^۴ است که بین سوپاپ و شمع قرار می گیرد. داخل انژکتور لایه‌هایی از کریستال‌های پیژو وجود دارد که وقتی جریان الکتریسیته از آن‌ها عبور می کند به طور یکنواخت منتشر می شوند. این امر موجب خروج مخلوطی از هوا و سوخت با فشار ۲۰۰ برحسب مقیاس بار از سوزن انژکتور (که به باریکی تار موی انسان است) به محفظه احتراق می شود. ابری مخروطی شکل به اندازه ناخن انگشت شست، با دقت کامل به داخل شمع تزریق شده و به محض تماس با اکسیژن شعله‌ور می شود. در مقایسه با سیستم‌های معمولی پاشش، HPI مستلزم مقدار کمی سوخت بوده و از هدر رفتن بنزینی که به دیواره‌های محفظه احتراق پاشیده می شود نیز جلوگیری می کند.

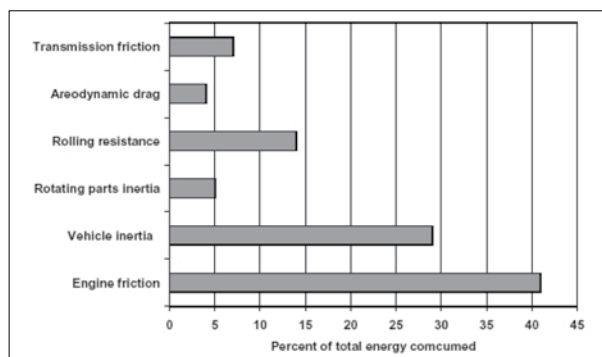
۲-۳-۳. سیستم دینامیک مؤثر^۵

لذت استفاده از هر قطره سوخت، هدف سیستم ED است. با وجود مجموعه‌ای از فناوری هوشمندانه، BMW قادر است در حالی که

پیشنهاد اضافه کردن قسمتی به ناحیه انتهایی و ایجاد فرم دوکی شکل بود.

البته طرح‌های آیرودینامیک ضعیف‌هایی هم دارند که از جمله آن‌ها تأثیر بادهای جانبی بر روی عملکرد خودرو است که بیشتر از آن چیزی است که مورد انتظار است و نیز انحراف جانبی خودرو تأثیر شدیدی بر پایداری خودرو می گذارد. لازم به یادآوری است طرح‌های آیرودینامیک اغلب زیباتر و از لحاظ ایمنی هم برتری بر خودروهایی با طرح‌های قدیمی دارند. در خودروهای آیرودینامیک ارتفاع در پوش موتور کاهش یافته و سطح شیشه جلوی راننده افزایش یافته پس راننده کنترل بهتری دارد و دید بهتری نسبت به اطراف دارد.

در انتها به عنوان یک نمونه عملی و ملموس می توان از RD ۱۶۰۰ نام برد که موتور آن با موتور پیکان ۱۶۰۰ یکسان است و فقط دنده پنجم^۳ در سیستم انتقال قدرت دارد که در آزمون مصرف سوخت از آن استفاده نشده است پس تنها تفاوت این دو خودرو در بدنه و فرم آیرودینامیک پژو RD ۱۶۰۰ است. طبق کاتالوگ دو خودرو مصرف پیکان ۱۶۰۰ در جاده و در هر ۱۰۰ کیلومتر ۱۰/۲ لیتر است که این رقم در پژو RD ۱۶۰۰ برابر ۸/۵ لیتر می باشد که این کاهش مصرف سوخت را تا حد ۹۰ درصد می توان به فرم آیرودینامیکی بدنه پژو RD ۱۶۰۰ نسبت داد. در شکل ۲ توزیع مصرف انرژی در خودرو نشان داده شده که ضریب درگ نسبت به سایر موارد ناچیز به نظر می رسد اما همانطور که اشاره شد در سرعت‌های بالا نیروی مقاومت درگ از نیروی مقاومت اصطکاک چرخ‌ها با اهمیت تر است.



شکل ۲. توزیع مصرف انرژی در خودرو

۲-۳. تکنولوژی موتور

اصول موتورهای احتراق داخلی که قدرت بخش بیشتر خودروهای حال حاضر دنیا است تنها اندکی دچار تغییر گشته است. البته این به معنی آن نیست که پیشرفت‌ها چشمگیر نبوده است. موتورهای چهار سیلندر به جای ۲۰ اسب بخار می توانند بیش از ۲۵۰ اسب بخار قدرت تولید کنند در حالی که پربازده‌تر و پاک‌تر نیز شده‌اند. مطمئناً دلیل این پیشرفت طراحی جدید موتورها و استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته است. به علاوه با افزایش دمای کاری داخل موتور و خنک نگه داشتن جدار بیرونی آن، مصرف سوخت به شکل چشم‌گیری کاهش می یابد. توجه به این نکته ضروری است که مواد به کار گرفته

^۲ Over drive

^۳ Gasoline direct injection

^۴ Piezo

^۵ Effective Dynamic

نصب شود توان خروجی به یک عدد نجومی خواهد رسید.

۲-۳-۷. زمان بندی و جابه جایی متغیر سوپاپ ها

در دور موتور ۶۰۰۰ که نزدیک محدوده قرمز موتور در اغلب خودروهاست هر سوپاپ ۵۰ مرتبه در هر ثانیه باز و بسته می شود. حتی در سرعت های پایین تر زمان بندی، مدت و میزان باز و بسته شدن سوپاپ در مصرف سوخت موتور و قدرت آن تأثیر گذار است. در ساختارهای متداول امکان تغییر این زمان بندی وجود ندارد اما در گونه های پیشرفته نظیر موتور I-VTEC کنترل زمان بندی و جابه جایی هوشمندانه تنها امکان تغییر زمان بندی باز و بسته شده سوپاپ وجود دارد بلکه می توان میزان باز شدن سوپاپ (ارتفاع باز شدن سوپاپ) را نیز تغییر داد.

مطمئناً زمان بندی سوپاپ ها مصرف سوخت کمتر و قدرت بیشتری را ارائه می کند. موتوری که به سیستم زمان بندی متغیر سوپاپ ها مجهز است می تواند در دورهای پایین نیز قدرت مناسبی را ارائه کند. مانند توربوشارژر، این تکنولوژی نیز به طور مستقیم موجب کاهش مصرف سوخت نمی شود بلکه قدرت بیشتری را به موتور می بخشد که موجب کاهش مصرف سوخت می شود.

۳. نتیجه گیری

هدف از به کارگیری مجموعه ای از تکنولوژی های پیشرفته و مبدعانه، کاهش میزان مصرف سوخت به حداقل ممکن است. برخی از این تکنولوژی ها در زمینه سوخت، نوع مواد مصرفی در ساختار خودرو، ترکیبات مؤثر در کاهش اصطکاک های موجود و آیرودینامیک های بهبود یافته و نیز مدیریت همه جانبه مصرف انرژی به کار رفته اند. جهت دستیابی به این اهداف، موتور ها ارتقا یافته اند؛ موتور های بنزینی به وسیله فناوری HPI و موتور های دیزلی توسط نسل سوم پاشش ریلی و مواد سبک که منجر به کاهش وزن خودرو تا سقف ۲۰ کیلوگرم شده اند مورد بازبینی قرار گرفته اند. بهبود وضعیت آیرودینامیکی خودرو همچون کنترل هواکش خودرو، تایر های مقاوم و ... همگی منجر به نتایج مثبتی شده اند که نتیجه آن عملکرد دینامیکی خودرو با مصرف سوخت کمتر است.

منابع

- [1] Tate, W.'Billington, W „the Physics of Deformation and Flow', Mc Graw_Hill 1981
- [2] www.bmw.com
- [3] H.L. MacLean, L.B. Lave, Pror. Energy Combust. Sci. 29 (1) (2003) page 1
- [4] <http://www.aluminum.or.jp/environment/pdf/2-3-3.pdf>
- [5] <http://robotics.ee.uwa.edu.au/courses/faulttolerant/notes/FT-A.pdf> page 13
- [6] www.vejdirektoratet.dk

⁶ Auto Start-Stop

عملکرد دینامیک خودرو افزایش می دهد، تأثیر بسزایی در کاهش مصرف سوخت و تولید گاز CO₂ نیز داشته باشد.

۲-۳-۴. سیستم روشن و خاموش (سوئیچینگ) اتومات ASS
سیستم سوئیچینگ اتوماتیک ASS راهی هوشمندانه جهت ذخیره سازی سوخت است. در این حالت زمانی که خودرو به طور کامل متوقف شود، مثلاً در زمان توقف پشت چراغ قرمز، موتور به طور اتوماتیک خاموش و سپس روشن می شود که این امر موجب کاهش مصرف سوخت خودرو می شود. بنابراین سیستم اتوماتیک ASS زمانی که نیازی به روشن بودن موتور نیست آن را خاموش می کند. در مواقعی که ترافیک سنگین است، به راحتی می توان خودرو را روی دنده آزاد تنظیم کرده و پا را از روی کلاچ برداشت تا سیستم ASS فعال شود، در این صورت شما لوگوی فعال بودن این سیستم را در صفحه نمایش خودرو قابل مشاهده است. برای غیرفعال کردن این حالت کافی است خودروی خود را از حالت آزاد خارج کنید. سپس به محض این که بر روی کلاچ فشار آورید موتور شروع به کار کرده و شما می توانید بدون لحظه ای تأخیر به مسیر خود ادامه دهید. راحتی و امنیت راننده در حین رانندگی و در حین استفاده از سیستم ASS دچار مخاطره نمی شود. برای مثال، هنگامی که دمای موتور از حد معمول بالاتر باشد، یا هوای درون اتاق به وسیله تهویه کننده هوا به دمای مطلوب نرسیده باشد، یا باتری دچار مشکل شده باشد و یا هنگامی که راننده فرمان را می چرخاند، این سیستم عمل نخواهد کرد.

۲-۳-۵. غیر فعال سازی سیلندر (ظرفیت متغیر)

ظرفیت کلی یک موتور برابر حجم یک سیلندر ضرب در تعداد سیلندرها است. موتور مجهز به سیستم «غیر فعال سازی سیلندر» تنها تعداد سیلندرهایی را که مشغول فعالیت هستند را تغییر می دهد که موجب تغییر ظرفیت موتور نیز می گردد. جریان سوخت ورودی به سیلندرهایی غیر فعال قطع می شود و سوپاپ ها نیز از کار می افتند. بنابراین با تعداد سیلندرهایی کمتر مصرف سوخت نیز کاهش پیدا می کند. کادریلاک در ابتدای دهه ۸۰ برای اولین بار این سیستم را در موتورهای V6 و V8 و چهار سیلندر خود به کار برد اما این تکنولوژی اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. مدلهایی از کرایسلر، جنرال موتورز و هوندا از موتورهایی با سیستم غیر فعال سازی سیلندر استفاده می کنند.

۲-۳-۶. توربوشارژر

موتورهای توربوشارژر شده عموماً بیش از ۱۰۰ اسب بخار به ازای هر لیتر حجم موتور تولید می کنند در حالی که موتورهای معمولی (بدون توربو یا سوپر شارژر) نمی توانند به این رقم دست پیدا کنند. توربوشارژرها به طور مستقیم مسایل اقتصادی موتور را بهبود نمی بخشند. چیزی که آن ها ارائه می کنند دریافت بیش ترین قدرت از موتورهای کوچک است. فایده ای آن ها شبیه سیستم غیر فعال سازی سیلندر است یعنی می توان قدرت مورد نیاز را از حجم موتور کم تر گرفت در نتیجه سوخت کمتری نیز مصرف می شود و بازدهی افزایش می یابد. با این حال اگر یک یا دو توربوشارژر بر روی یک موتور بزرگ