

# توربوشارژرها

اصغر ناصری

دیماه ۱۳۸۲

وقتی مردم درباره اتومبیل های مسابقه یا اتومبیل های ورزشی صحبت می کنند، معمولاً مبحث توربوشارژرها به میان می آید. توربوشارژرها در موتورهای دیزل بزرگ نیز بکار می روند. یک توربوشارژر می تواند توان یک موتور را بدون افزایش قابل ملاحظه وزن آن بالا ببرد که فایده بسیار مهمی در بکارگیری این اسباب است.



توربوشارژرها نوعی از سیستم های القاء تحت فشار هستند. آنها هوایی که به داخل موتور وارد می شود را متراکم می کنند. مزیت فشرده سازی هوا این است که اجازه می دهد موتور هوای بیشتری را به داخل سیلندر وارد کند و هوای بیشتر به این معنی است که سوخت بیشتری می تواند با هوا مخلوط شود. بنابراین، توان بیشتری از هر انفجار در یک سیلندر بدست می آید. یک موتور توربوشارژ شده توان کلی بیشتری از یک موتور معمولی تولید می کند. این امر نسبت توان به وزن موتور را بطرز قابل ملاحظه ای افزایش می دهد.

برای رسیدن به چنین مزیتی، توربوشارژر از دود تخلیه موتور برای گرداندن یک توربین استفاده می کند، که بنوبه خود پمپ هوا را بکار می گرداند. توربین در توربوشارژرها با سرعتی حدود ۱۵۰,۰۰۰ دور در دقیقه (rpm) می گردد که ۳۰ برابر دور موتورهای معمولی است. و از آنجایی که به آگروز وصل است، دمای آن نیز بسیار بالا می رود.

## اصول اولیه

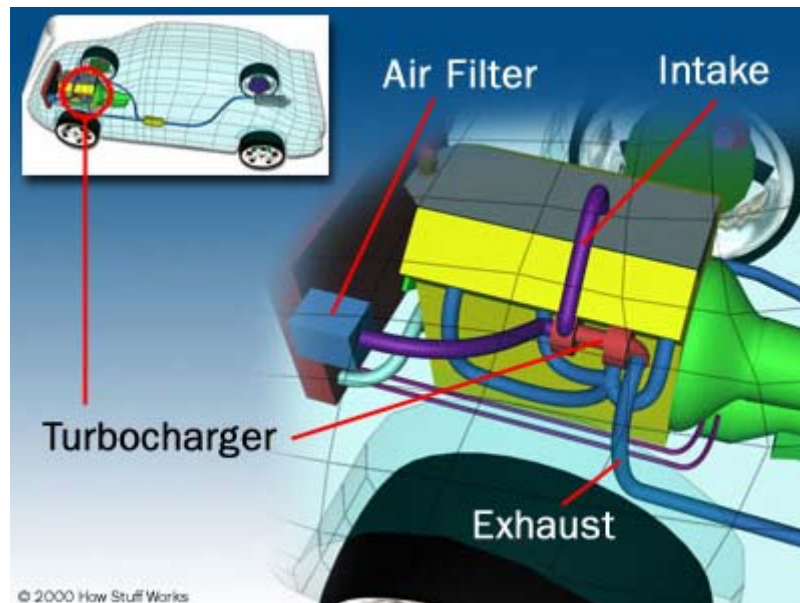
یکی از مطمئن ترین راه ها برای گرفتن توان بیشتر از یک موتور، افزایش میزان هوا و سوختی است که می تواند بسوزاند. یک راه برای انجام این کار اضافه کردن به تعداد سیلندر یا بزرگتر کردن آنها است. گاهی اوقات این تغییرات ممکن است امکان پذیر نباشند. یک توربو راه ساده تر و جمع و جورتری برای افزودن بر میزان توان است، بویژه به شکل لوازم جانبی که می تواند بر روی موتور کامل شده نصب شود.

توربوشارژرها امکان می دهند که یک موتور سوخت و هوای بیشتری با فشرده کردن آنها در داخل سیلندر بسوزاند. تقویتی که توسط یک توربوشارژر فراهم می شود، می تواند بین ۶ تا ۸ پوند بر اینچ مربع باشد. از آنجایی که فشار عادی اتمسفر در حدود ۱۴,۷ پوند بر اینچ مربع در سطح دریا است، می توان دید که حدود ۵۰ درصد هوای بیشتری وارد موتور می شود. بنابراین،

می‌توان انتظار ۵۰ درصد توان بیشتر را داشت. البته بازده توربوشارژر هیچگاه به صددرصد نمی‌رسد، بلکه میزان واقعی افزایش توان در حد ۳۰ تا ۴۰ درصد است.

یک دلیل معادل نبودن بازده با صددرصد، توانی است که باید برای گرداندن توربین بکار رود. وجود یک توربین در مسیر جریان تخلیه، محدودیت در تخلیه را افزایش می‌دهد. این مطلب بدین معنی است که در ضربه تخلیه، موتور باید با فشار بیشتری تخلیه را انجام دهد. این امر مقداری از توان سیلندرها را مصرف می‌کند.

توربوشارژر در ارتفاعات بیشتر نیز که تراکم هوا کمتر است، مفید واقع می‌شود. در ارتفاعات بالا از توان موتورهای معمولی کاسته می‌شود، زیرا برای هر ضربه پیستون، موتور جرم کمتری هوا مکش خواهد کرد. یک موتور توربوشارژر شده می‌تواند باعث کاهش توان نیز بشود، این کاهش توان چندان مهم نیست، زیرا توربوشارژر هوای رقیق‌تر را آسانتر پمپ می‌کند.



موتورهای قدیمی‌تر دارای کاربوراتور، بطور خودکار میزان سوخت را برای تطابق با جریان هوای ورودی افزایش می‌دهند. موتورهای جدید انژکتوری نیز این کار را تا حدی انجام می‌دهند. سیستم پاشش سوخت با استفاده از حسگرهای اکسیژن در دود خروجی، نسبت سوخت به هوا را اندازه گرفته و از صحت آن مطمئن می‌شوند. بنابراین اگر یک توربو به این سیستم‌ها اضافه شود، بطور خودکار میزان جریان سوخت را افزایش خواهند داد.

اگر یک توربو شارژر با تقویت خیلی زیاد به یک اتومبیل انژکتوری اضافه شود، سیستم سوخت کافی برای موتور فراهم نخواهد کرد. در این حالت یا نرم‌افزاری که کنترلر سوخت با آن برنامه ریزی شده اجازه اینکار را نمی‌دهد و یا پمپ و انژکتورها قادر به فراهم کردن آن نیستند. در این حالت باید برای کسب بیشترین بازده از توربوشارژر، اصلاحاتی در آن صورت پذیرد.

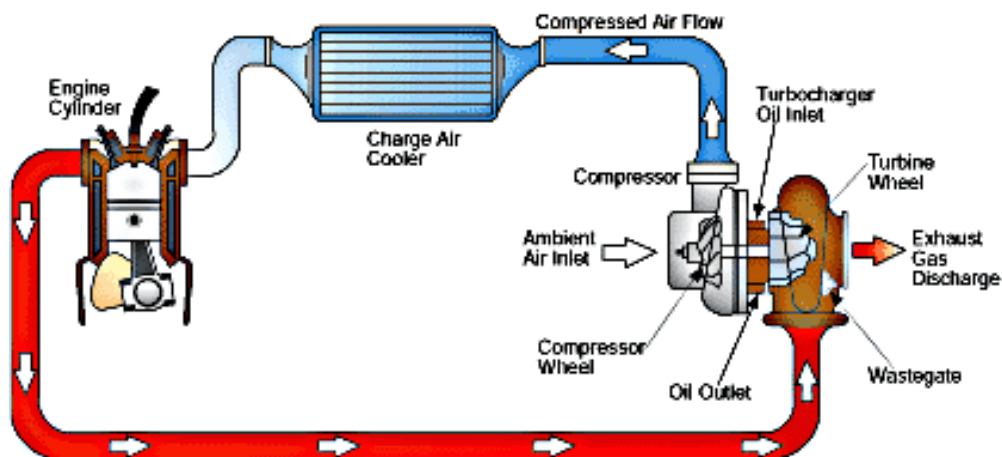
## توربو شارژر چگونه کار می‌کند

توربوشارژر به مانیفولد تخلیه موتور پیچ می‌شود. دود خروجی از سیلندرها توربین را می‌چرخاند، که همانند یک موتور توربین گازی کار می‌کند. توربین با یک کمپرسور وصل شده که بین فیلتر هوا و مانیفولد مکش نصب شده است. کمپرسور هوا را قبل از ورود به پیستون‌ها، فشرده می‌کند.

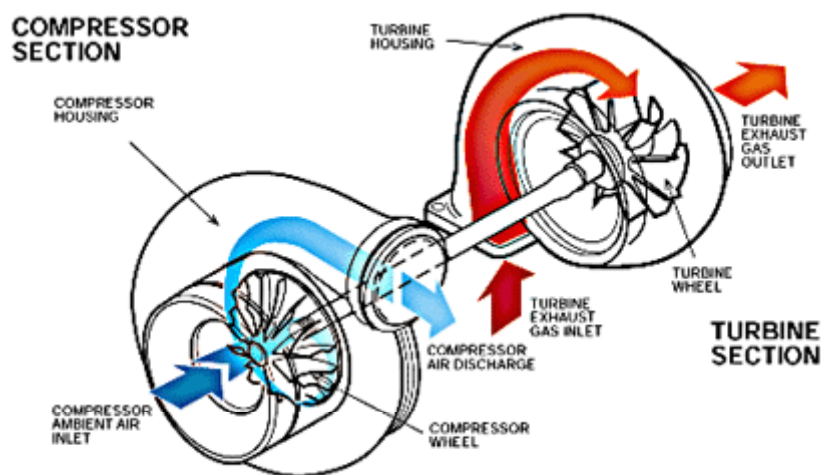
دود خروجی از سیلندرها از میان پره‌های توربین گذر می‌کند. هر چه دود بیشتری از میان پره‌ها عبور کند، آنها سریعتر می‌گردند.

در انتهای دیگر محوری که توربین به آن متصل شده است، کمپرسور هوا را به داخل سیلندرها پمپ می‌کند. کمپرسور نوعی پمپ گریز از مرکز است که هوا را در مرکز تیغه‌های خود می‌مکد و در حین چرخیدن بیرون می‌دهد.

به منظور کار با سرعت هایی در حد ۱۵۰,۰۰۰ دور بر دقیقه، محور توربین باید با دقت بسیار نصب شده باشد. بیشتر یاتاقان ها در سرعت هایی از این دست منفجر می شوند. بنابراین بیشتر توربوشارژرها از یاتاقانهای روغنی استفاده می کنند. این نوع از یاتاقان ها، محور را بر روی لایه نازکی از روغن که بطور مداوم به دور محور پمپ می شود، حمل می کنند. این امر دو هدف را برآورده می سازد: محور و برخی از قطعات دیگر توربوشارژر را خنک می کند و امکان می دهد که محور با اصطکاک کمتری بگردد.



نحوه نصب توربو شارژر در یک ماشین



داخل یک توربو شارژر



تیغه های توربو کمپرسور

در طراحی یک توربوشارژر موارد زیادی باید در نظر گرفته شود. در زیر به برخی از آنها و نحوه اثر گذاری بر عملکرد موتور اشاره می شود.

## مواردی که در طراحی باید در نظر گرفته شوند

قبل از اینکه به سبک سنگین کردن طراحی این ابزارها بپردازیم، لازم است در مورد برخی مسائل احتمالی در باره توربوشارژرها که طراحان باید در نظر بگیرند، بپردازیم.

### تقویت زیاد

وقتی که هوا تحت فشار به درون سیلندرها پمپ شده و سپس توسط پیستون بیشتر متراکم می شود، خطر تق تق کردن موتور پیش می آید. تق تق کردن بعلت افزایش دمای هوا در نتیجه متراکم کردن آن رخ می دهد. دمای زیاد ممکن است تا اندازه‌ای افزایش یابد که سوخت قبل از جرقه زدن شمع ها مشتعل شود. اتومبیل های مجهز به توربوشارژر اغلب نیاز به سوخت هایی با اکتان بالاتر دارند تا از تق تق کردن ممانعت شود. اگر تقویت فشار هوای ورودی خیلی بالا باشد، نسبت تراکم موتور ممکن است برای ممانعت از پدیده تق تق کردن کاهش یابد.

### کندی توربوشارژر

یکی از مسائل اصلی توربوشارژرها این است که وقتی بر روی پدال گاز فشار می آورید، تقویت نیروی آنی فراهم نمی آورند. این امر منجر به احساس کندی در هنگام گاز دادن می گردد، و سپس هنگامی که توربو شروع به حرکت می کند، موتور به جلو می جهد.

یک راه برای کاهش کندی توربو، کاهش اینرسی قطعات گردنده است، که اساساً توسط کاهش وزن آنها صورت می پذیرد. این امر اجازه می دهد که توربین و کمپرسور سریعتر شتاب بگیرند و از تاخیر توربوشارژر کاسته شود.

### مقایسه توربوشارژرهای کوچک و بزرگ

یک راه مطمئن برای کاهش اینرسی توربین و کمپرسور، کوچکتر ساختن آنهاست. یک توربوشارژر کوچکتر، تقویت سریعتر و در سرعت های پایین تری فراهم می آورد، اما ممکن است در سرعت های بالاتر، وقتی که حجم بزرگی از هوا وارد موتور می شود، نتوانند تقویت فراهم کنند. همچنین ممکن است سرعت گردش آنها خیلی بالا برود که در سرعت های بالا خطرناک است. یک توربوشارژر بزرگ می تواند در سرعت های بالا تقویت توان بیشتری ایجاد کند، اما تاخیر و کندی آن بعلت توربین و کمپرسور سنگین تر، بیشتر خواهد بود.

در قسمت بعدی این مقاله به برخی فنونی که برای غلبه بر این چالش ها بکار می رود، اشاره می شود.

## ادوات اختیاری در توربوشارژرها

### دریچه اتلاف

بیشتر توربوشارژرهای خودرو دارای یک دریچه اتلافی هستند که امکان می دهد از توربوشارژرهای کوچکتری جهت کاهش تاخیر استفاده شود و در عین حال از چرخش بیش از حد سریع در سرعت های بالا جلوگیری می کنند. دریچه اتلافی یک سوپاپ است که اجازه می دهد دود از پره های توربین عبور کند. دریچه اتلافی فشار تقویت را می سنجد. اگر این فشار خیلی بالا برود، می تواند نشانگر این امر باشد که توربین خیلی سریع می گردد، بنابراین دریچه اتلافی مقداری از دودهای تخلیه را پیرامون پره های توربین می گرداند و منجر به کاهش سرعت گردش آنها می شود.

---

۱. عدد اکتان یک سوخت نشانگر این است که سوخت قبل از اشتعال خود بخودی تا چه حد می تواند متراکم شود.

## یاتاقانهای غلتشی

برخی از توربوشاژرها بجای یاتاقانهای روغنی از نوع غلتشی برای نگهداری از محور توربین استفاده می کنند. اما این نوع از یاتاقانها از انواع معمولی نیستند. بلکه یاتاقانهای فوق العاده دقیقی هستند که از مواد پیشرفته ساخته شده اند، تا بتوانند سرعت ها و دماهای بالای توربوشاژرها را تحمل کنند. آنها اجازه می دهند که محور توربین با اصطکاک کمتری نسبت به یاتاقانهای روغنی که در بیشتر توربوشاژرها بکار می روند، بگردند. همچنین امکان می دهند که محوری که اندکی کوچکتر و سبکتر است بکار رود. این امر کمک می کند که توربوشاژر سریعتر شتاب بگیرد و در نتیجه تاخیر توربوشاژر را کاهش دهد.

## پره های توربین سرامیکی

پره های توربین سرامیکی سبکتر از پره های فولادی که در بیشتر توربوشاژرها بکار می رود، هستند. بنابراین اجازه می دهند توربین با سرعتهای بالاتری بگردد.

## توربوشاژرهای متوالی

بعضی از موتورها از دو توربوشاژر با اندازه های متفاوت استفاده می کنند. توربین کوچکتر بسیار سریعتر می گردد و باعث کاهش تاخیر می شود، در حالیکه توربین بزرگتر در سرعتهای بالاتر بگردش در آمده و تقویت بیشتری فراهم می کند.

## خنک کننده های میانی

وقتی هوا متراکم می شود، دمای آن بالا رفته و منبسط می گردد. بنابراین قسمتی از افزایش فشار توربوشاژر، ناشی از گرم شدن هوا پیش از ورود آن به موتور می باشد. برای افزایش توان موتور، باید تعداد مولکولهای هوای بیشتری به داخل سیلندر داخل کرد، نه اینکه لزوماً فشار هوا را افزایش داد.

خنک کننده میانی (intercooler) یک قسمت افزودنی است که ظاهر و طرز عملی مانند یک رادیاتور دارد، مگر اینکه هوا هم از داخل و هم از بیرون خنک کننده میانی عبور می کند. هوای ورودی از طریق گذرگاه های آب بندی شده به داخل خنک کننده می رود، در حالی که هوای بیرونی بوسیله یک پروانه موتور بسوی پره ها دمیده می شود.

سپس خنک کننده میانی با خنک کردن هوای فشرده خروجی از کمپرسور، قبل از این که این هوا وارد موتور شود توان موتور را تقویت می کند. این امر بدین معنی است که اگر توربوشاژر با تقویت ۷ پوند بر اینچ مربع کار کند، خنک کننده داخلی ۷ پوند بر اینچ مربع هوای خنک شده تهیه خواهد کرد که متراکم تر بوده و تعداد مولکولهای هوای بیشتری از هوای گرم در خود دارد.

\*\*\*\*\*