

# نقش سوخت‌های میان تقطیر در کاهش آلودگی هوای تهران



تقی ابتکار  
استاد دانشکده فنی  
دانشگاه تهران

برای دستیابی به بازده حرارتی زیاد در موتورهای احتراق داخلی بنزینی، لازم است ضریب تراکم زیاد گرفته شود. افزایش ضریب تراکم در این‌گونه موتورها منجر به بروز احتراق غیر عادی (انفجار) شده به سرعت موتور را مستهلک می‌سازد. برای عملکرد اقتصادی موتور و کاهش مصرف سوخت که مترادف زیادکردن ضریب تراکم است، باید شماره خوش‌سوزی یا عدد اکتان بنزین افزایش یابد. در گذشته که مسائل آلودگی هوا همانند امروز در شهرها مطرح نبود، از طریق افزایش املاح سرب بخصوص تترااتیل سرب (TEL) به بنزین موتور درجه اکتان را افزایش می‌دادند. البته، این املاح سرب بر روی سوپاپ‌های موتور نیز تأثیرات مطلوبی دارد و از فرسایش و سوختگی آنها جلوگیری می‌کند.

افزایش آلودگی هوا در شهرهای بزرگ جهان و آثار نامطلوب املاح سرب انتشار یافته از طریق گازهای وسایط نقلیه موتوری بر سلامت شهروندان و عدم امکان به کار بستن وسایل کنترل بر روی مجرای پس‌گازهای موتور (اگزوز) در مورد بنزین سرب‌دار، موجب شد که طراحان موتور و پالایشگاه‌های تأمین سوخت به تدریج املاح سرب را از بنزین موتور حذف و از طریق مواد افزودنی سازگار با محیط زیست عدد اکتان بنزین را تا ۹۸ بالا ببرند. در این مقاله، در خصوص نفت گاز (گازوییل) مصرفی در خودروهای دیزلی و کاهش گوگرد و حفظ عدد ستان در اندازه مطلوب و نیز کمینه داشتن مواد هیدروکربوری معطر در سوخت‌های میان تقطیر مطالبی ارائه شده است.

## نگاهی به جایگاه جهانی بنزین بدون سرب

### پیشینه تاریخی

در سال ۱۹۲۰ میدگلی<sup>۱</sup> کارشناس شرکت جنرال موتورز پیشنهاد کرد که افزودن مقداری تترااتیل سرب<sup>۲</sup> باعث بالا رفتن خوش‌سوزی (اکتان) سوخت می‌شود و از این طریق شاید بتوان با افزودن ضریب تراکم موتور، به بازده‌های ترمودینامیکی بیشتر موتور دست یافت. در سال ۱۹۷۰ تأثیرات نامطلوب این افزودنی در سوخت مورد توجه قرار گرفت؛ زیرا علاوه بر اینکه ذرات سرب باعث آلودگی هوا و ایجاد امراض بخصوص در اطفال است، وجود سرب در سوخت و پس‌گازهای حاصل از احتراق در موتور باعث خرابی وسایل کنترل آلودگی هوا (مبدل کاتالیتیک)

مستقر در روی اگزوز خودرو می‌شود. از همین روی نیز در حال حاضر در اغلب کشورهای جهان مصرف تترااتیل سرب به صورت ماده افزودنی در بنزین موتور متوقف شده است.

### افزودنی‌های جایگزینی تترااتیل سرب

افزودنی‌های جایگزینی سرب عبارتند از: ترکیبات سولفور سدیم و پتاسیم. در صورت به کارگیری این املاح، بر اثر تشکیل سولفات‌های فلزی قلبایی در منطقه مقرر سوپاپ از زنگ‌زدگی گازهای داغ جلوگیری شده، خوردگی فرسایشی نیز حذف می‌شود. این پیشنهاد مخصوص خودروهای مستعمل مطرح شده است. پس از کاربرد مواد افزودنی

جایگزینی فوق در خودروهای مستعمل به راحتی می توان به طور مرتب از بنزین بدون سرب استفاده کرد که در این حالت، احتراق بهتر انجام می شود، کاهش عدد اکتان جبران می شود و از هر گونه خوردگی سوپاپ ها جلوگیری به عمل می آید. البته، کاربرد املاح فوق موقتی خواهد بود تا زمانی که خودروها جایگزین شوند و این موقتی بودن راه حل به علت مسائل احتمالی است که املاح مزبور ممکن است بر سلامت شهروندان داشته باشد. با این عمل جایگزینی امکان کاهش سرب از  $15 \text{ g/lit}$  فعلی به  $15 \text{ g/lit}$  فراهم خواهد شد که مزیت بسیار مهمی است.

### بنزین بدون سرب در ایران: روش شرکت نفت

چنانکه گفته شد، در نیم قرن گذشته برای عملکرد اقتصادی و کاهش سوخت خودروها، ضریب تراکم موتورهای احتراق داخلی با افزودن تترااتیل سرب به بنزین موتور تا  $9/5 = 2$  و بیشتر از آن افزایش یافته است.

بر اساس گزارش سالهای دهه ۵۰ (ه.ش) میزان ماده افزودنی تترااتیل سرب در ایران تا حد  $65 \text{ g/lit}$  و حتی تا  $7 \text{ g/lit}$  رسیده است. از این میزان بعد از احتراق در خودرو  $24/0$  گرم آن در هوا منتشر می شود و  $41/0$  گرم املاح روی زمین ریخته شود. تترااتیل سرب در سالهای  $1360$  تا میزان  $3 \text{ g/lit}$  کاهش یافته است. کاهش آن فعلاً تا مرز  $12 \text{ g/lit}$  مطلوب است. البته، حذف کامل سرب از طریق جایگزینی مواد افزودنی سازگار با محیط زیست هدف نهایی خواهد بود.

پس از بررسیهای اولیه، شرکت نفت در مرداد ۱۳۶۸ گروهی متشکل از کارشناسان صنعت خود را مأمور کرد تا جایگزینی برای تترااتیل سرب پیدا کند. این کمیته در اواخر ۱۳۶۸ گزارشی تحت عنوان «طرح کاهش کاربرد سرب در بنزین موتور» تهیه کرد که در آن بر عامل مضاعف آلاینده بودن سرب در بنزین موتور و همچنین کاهش جهانی افزودنی سرب و حذف آن در جهت کاربرد مبدل کاتالیتیک در گازهای خروجی موتور برای کنترل آلودگی تهران تأکید شده بود. بخشی از این گزارش به برنامه های درازمدت حذف کامل سرب و امکان استفاده کردن از بنزین بدون سرب در خودروهای کهنه و آغاز مرحله اجرایی طرح از شهرهای بزرگ و تهران و گسترش آن در کل کشور اختصاص یافته است. به موجب این پیشنهاد، جبران نقصان عدد اکتان ناشی از کاهش و حذف تترااتیل سرب بایستی با ارتقاء کیفیت اجزای تشکیل دهنده بنزین موتور در پالایشگاه ها انجام شود و سپس با تولید ترکیبات اکسیژنه تولیدی در مجتمع های پتروشیمی و افزودن آن به بنزین موتور کیفیت عدد اکتان آن

افزایش یابد.

در این گزارش مسائل مرتبط با تولید بنزین کم سرب و بنزین بدون سرب به طور خلاصه چنین ارائه شده است: «در طرح اولیه پیش بینی شده بود که با خرید فوری کاتالیست و تعویض کاتالیست های فرسوده واحدهای ریفرمر پالایشگاههای تهران و اصفهان در سال ۱۳۷۰، بازده فرایند تبدیل کاتالیست برای ارتقاء کیفیت و افزایش عدد اکتان بنزین موتور در این دو پالایشگاه افزایش یافته نیاز کمتری به استفاده از املاح سرب باشد. همچنین، با احداث واحدهای ریفرمر جدید CCR و ایزومرایشن در سال های ۷۲ و ۷۳ در پالایشگاه تهران امکان تولید بنزین بدون سرب فراهم شود.» گزارش اضافه می کند که مشکلات مالی موجب تأخیر در انجام طرح شده است و تنها در پالایشگاه اراک در اواخر ۷۲ امکان تأمین بنزین بدون سرب یا سبک مورد بحث ایجاد شد. مشکلی که وجود داشت کمبود عدد اکتان این بنزین بود که شرکت نفت ناگزیر به واردات خارج از کشور شد. سرانجام، با ریفرمیت اضافی پالایشگاه اراک بنزین اکتان ۹۸ برای اختلاط با بنزین تولیدی پالایشگاه تهران و کاهش سرب در بنزین معمولی پالایشگاه به میزان متوسط  $12 \text{ g/lit}$  ممکن گردید.

### برنامه های آینده شرکت نفت

به موجب گزارش شرکت نفت، حذف کامل املاح سرب از ساختار بنزین موتور به بیش از ۵ سال دیگر موکول شده است و البته بهانه اصلی این امر وجود خودروهای نسل قدیم است که در این خصوص راه حل های حذف کامل سرب از خودروهای مستعمل از طریق جایگزینی کم ضرر تر مورد توجه قرار گرفت.

در گزارش آمده است که با بهره گیری از پالایشگاه بندرعباس و امکان تبادل محصول ریفرمیت آن پالایشگاه با پالایشگاههای تهران، اصفهان، شیراز و آبادان در سال جاری امکان کاهش سرب در بنزین سرب دار در کلیه شهرهای کشور مانند تهران، اصفهان، شیراز، مشهد و تبریز فراهم می شود. به این ترتیب، ظرفیت تولید بنزین بدون سرب کشور در صورتی که پالایشگاه بندرعباس در ظرفیت اسمی خود کار کند به ۱۱ میلیون لیتر نیز می رسد که از این مقدار فقط یک میلیون لیتر در تهران مصرف می شود و مابقی با بنزینهای معمولی مخلوط می شود.

در پایان گزارش یادآوری شده است که در پالایشگاه آبادان تولید ترکیبات سوخت اکسیژن دار متیل ترشری بوتیل اتر (MTBE) یا اتیل ترشری بوتیل اتر (ETBE) مورد توجه قرار خواهد گرفت. احداث واحدهای ایزومرایشن در پالایشگاههای اصفهان، تهران،

شیراز و کرمانشاه و بازسازی واحد الکلیلیش و ایزومرایشین در پالایشگاه آبادان مورد درخواست طرح‌دهندگان است. [۱] احداث دو واحد تبدیل کاتالیست (ریفرمر) با روش مستمر (CCR) و متکی بر فن‌آوری جدید تولید و با حداقل ترکیب شیمیایی بنزن مورد توجه قرار گرفته است.

**راه‌حل اساسی درازمدت در خصوص بنزین موتور**  
بر اساس گزارش‌های منتشر شده در کنفرانس آلودگی هوا برنامه‌های اجرایی [۲]، بنزینهای مورد استفاده در تهران با فشار بخار کم دارای مقداری زیاد بنزن در بنزینهای دارای سرب و بدون سرب است و این در حالی است که بنزن ماده‌ای است سرطان‌زا. در بنزین سوپر و بدون سرب مقدار زیادی مواد معطر وجود دارد و لازم است این مواد در بنزین سوپر کاهش داده شود و مصرف سرب در آینده نزدیک قطع گردد.  
به این ترتیب، باید از راه‌حلهای غیر قابل قبول (افزایش عدد اکتان از طریق افزایش هیدروکربورهای معطر و بخصوص بنزن) اجتناب کرد و هرگز این راه‌حلهای فوری فعلی را جایگزین مصرف MTBE یا ETBE برای افزایش عدد اکتان در بنزین بدون سرب نمود.

گزارش وزارت نفت در کنفرانس انجمن متخصصان محیط‌زیست در تیرماه ۱۳۷۵ در خصوص بررسی فنی اقتصادی تولید بنزین بدون سرب [۳] مواردی چون: به کارگیری واحدهای CCR و عدم نیاز به سرمایه‌گذاری برای MTBE یا ETBE در جهت تأمین بنزین بدون سرب را مورد پیشنهاد قرار می‌دهد. البته، این امر اگرچه از نظر اقتصادی قابل توجیه بوده اما از نظر سلامت شهرنشینان غیر قابل قبول است.

راه‌حل اساسی‌تر این است که طرح تولید MTBE یا ETBE با ظرفیت ۵۰۰ هزار تن در سال در بندر امام قویاً مورد توجه قرار گیرد؛ چرا که سلامت شهروندان ایران در گرو تولید بنزین بدون سربی است که به ترکیبات معطره و بخصوص بنزن در آن در سطح بسیار کم باشد و سرب به کلی از آن حذف شود.

### سوخت موتورهای دیزلی - نفت گاز مناسب

گوگرد موجود در نفت گاز مصرفی در خودروهای دیزلی تهران در حدود ۸/۰ درصد یا ۷۷۰ ppm بالغ می‌شود. سطح قابل قبول گوگرد و نفت‌گاز در شهرهای بزرگ به ۵۰ ppm می‌رسد. بنابراین، سطح گوگرد در شهر تهران بیش از ۱۵ برابر از سطح قابل‌پذیرش جهانی بالاتر است. این مقدار زیادی گوگرد در نفت‌گاز مصرفی در اتوبوسهای شهری نه تنها خود

مسبب بیماریهای تنفسی است بلکه کنترل ذرات و رعایت سطوح قابل‌پذیرش EUR02 را در مورد مینی‌بوسها، اتوبوسها و کامیونها در تهران غیرممکن خواهد نمود.

همچنین متوسط ساعتی اکسیدگوگرد (SO<sub>2</sub>) برحسب  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  شهر تهران برابر ۲۳۰ الی ۷۶۲ است در حالی‌که این متوسط ساعتی در شهر لوس‌آنجلس در عدد ۵۷ محدود است. به عبارتی، شهروند تهرانی باید ده برابر بیشتر از شهروند لوس‌آنجلسی ترشی شدیدی SO<sub>2</sub> را تحمل کند. متوسط سالیانه SO<sub>2</sub> در تهران بین ۷۰ تا ۱۴۰ و در لوس‌آنجلس به عدد ۱۰ محدود می‌گردد. آمار موجود سازمان محیط‌زیست و سازمان بهداشت جهانی نمایانگر آن است که ترشی هوا (SO<sub>2</sub>) بر مبنای متوسط ۲۴ ساعته در تهران ۴ برابر بیشتر از اندازه WHO است. در مقایسه با سطح قابل‌قبول بهداشتی ذرات PM<sub>10</sub> و اکسیدهای نیتروژن (NOX) در حدود دو برابر در تهران بیشتر است. بنابراین واحدهای گوگردگیری از نفت‌گاز در پالایشگاههای تهران، اصفهان و آبادان باید قویاً پی‌گیری شود. در شهر آبادان تنها یک طرح مربوط به نفت‌گاز است.

### پیشنهادها

در خصوص سوخت مصرفی خودروهای بنزین‌سوز اقدامات زیر ضروری است:

- ۱- موقتی‌دانشتن بنزین سوپر بدون سرب فعلی و اقدامات زیر برای کاهش بنزن و مواد حلقوی معطر؛
- ۲- حذف کامل تترااethyl سرب از فرآورده‌های بنزین موتور؛
- ۳- بالا بردن عدد خوش‌سوزی (اکتان) از طریق افزایش بازده برای تولید اجزاء بنزین (ریفرمیت) و استفاده کردن از ترکیبات اکسیژن‌دار MTBE یا ETBE در مورد سوخت اتوبوسهای دیزلی، کاهش گوگرد در پالایشگاهها ضروری است.

### پانوشتها

1. Midgley
2. Tetraethyl lead = TEL

### منابع

- ۱- طرح «کاهش کاربرد سرب در بنزین موتور»، وزارت نفت، بهمن (۱۳۶۸).
- ۲- کنفرانس آلودگی هوا. تهران: ۷ و ۸ تیرماه (۱۳۷۶).
- ۳- «بررسی فنی و اقتصادی تولید بنزین بدون سرب». وزارت نفت. گردهمایی انجمن متخصصان محیط‌زیست ایران. تهران: تیرماه (۱۳۷۵).