

# بررسی تطبیقی چالش‌های استفاده از CNG به عنوان سوخت جایگزین در بخش حمل و نقل با نتایج حاصل از نظرسنجی

زهرا کاظمی زاده\*، کارشناس ارشد گروه انرژی، پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی،  
ناهید پارسا، فاطمه السادات موسوی، کارشناس ارشد گروه انرژی، پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی  
\*Kazemizadeh@acecr.ac.ir

تاریخ پذیرش: آبان ۹۱

تاریخ دریافت مقاله: آذر ۹۰

## چکیده

در پژوهش حاضر چالش‌های استفاده از CNG به عنوان سوخت جایگزین در سبد سوختی بخش حمل و نقل با توجه به نتایج یک مطالعه پیمایشی (نظرسنجی) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بدین منظور ۱۶۰۱ راننده خودروی گازسوز، ۴۱ جایگاه سوخت‌رسانی CNG، ۲۸ کارگاه تبدیل و ۴۴ تعمیرگاه مجاز خودرو در شهر تهران در این نظرسنجی شرکت نمودند. طی مطالعه پیمایشی انجام شده مشخص گردید شلوغی، غیرفعال بودن، هزینه‌های بالای احداث و نگهداری، ظرفیت نسبتاً کم، مشکلات فنی تجهیزات و پراکنش نامناسب، مهم‌ترین چالش‌ها در جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG بوده‌اند. مدت زمان انتظار طولانی در صف نوبت تبدیل کارگاهی و تبدیل‌های غیر مجاز مشکلات عمده کارگاه‌های تبدیل بوده‌اند، همچنین دسترسی نامناسب به لوازم یدکی سیستم گازسوز و کیفیت پایین آن‌ها از معضلات جدی خدمات‌رسانی جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG و تعمیرگاه‌های مجاز بوده است. در مجموع موارد یاد شده به عنوان چالش‌های اصلی زیرساخت‌های این حوزه معرفی می‌گردند. در خصوص وسایل نقلیه گازسوز، مسافت طی شده کم با یک باک پر CNG و شتاب پایین، مهم‌ترین چالش‌ها بوده‌اند. با توجه به نتایج حاصل از نظرسنجی تمرکز بیش از اندازه صرفاً بر استفاده از CNG به عنوان سوخت جایگزین در بخش حمل و نقل تنها به دلیل دسترسی آسان به منابع طبیعی آن و ارزان تر بودن آن نسبت به سایر سوخت‌ها در کشور، نمی‌تواند سیاست مطلوبی برای تأمین انرژی بخش حمل و نقل در آینده باشد بنابراین توسعه استفاده از سوخت‌هایی نظیر بیودیزل، هیبرید، هیدروژن و الکتریسیته با هدف کاهش چالش‌های سوخت در بخش حمل و نقل پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژه: CNG، مطالعه پیمایشی، چالش

سال برمی‌نای آمار ارائه شده توسط British Petroleum، میزان تولید گاز طبیعی در ایران ۱۳۵/۵ بیلیون متر مکعب می‌باشد [۱]. در سال‌های اخیر با توجه به فراوانی ذخائر گاز طبیعی و شبکه گازرسانی گسترده در کشور، CNG سهم قابل توجهی در سبد سوخت بخش حمل و نقل عمومی ایفا کرده است که این مسأله به‌ویژه از نظر امنیت تأمین انرژی و ایجاد تنوع سوختی حائز اهمیت می‌باشد. همچنین مشکل رشد روز افزون مصرف بنزین، نیاز به تنوع حامل‌های انرژی در بخش حمل و نقل و وجود شبکه گسترده انتقال و توزیع گاز طبیعی در کشور را می‌توان به‌عنوان سایر عوامل اصلی رویکرد سیاست‌گذاران حوزه انرژی به استفاده از CNG در سبد سوخت بخش حمل و نقل کشور بر شمرد.

طبق پیش بینی آژانس بین المللی انرژی در دنیا در سال ۲۰۳۰، مجموع سوخت‌های بنزین، نفت گاز و LPG با ۸۰/۲ درصد بیشترین سهم را در سبد سوخت ناوگان مسافری به خود اختصاص خواهد داد. طبق این پیش بینی در سال ۲۰۳۰

## ۱ - مقدمه

امروزه حمل و نقل نقش بسیار مهمی در رونق، رشد اقتصادی و توسعه پایدار جوامع بر عهده دارد بنا بر این نوع سوخت مصرفی در این بخش با توجه به شرایط ویژه تأمین سوخت در جهان و چالش‌های مرتبط با آن، دارای اهمیت به سزایی است. مسأله بحران انرژی در سال‌های اخیر سبب شده است بسیاری از کشورها در سطح جهان به استفاده از سوخت‌های جایگزین در این بخش روی آورند. در این راستا گاز طبیعی فشرده (CNG) به‌عنوان یک سوخت جایگزین برای بنزین و نفت‌گاز در ایران و برخی کشورهای دنیا مطرح است. نکته بسیار مهم این است که استفاده از سوخت CNG نباید موجب غافل شدن سیاست‌گذاران حوزه انرژی از سوخت‌های غیر فسیلی نظیر اتانول، متانول، بیودیزل و هیدروژن در سبد سوخت کشور گردد. در سال ۲۰۱۰ ایران با ۲۹/۶ تریلیون مترمکعب ذخایر اثبات شده گاز طبیعی دومین رتبه ذخایر اثبات شده گاز طبیعی در جهان را پس از روسیه داراست. همچنین در انتهای همین

کمترین سهم در سبد سوختی ناوگان مسافری کشورها متعلق به گاز طبیعی فشرده با ۱/۶ درصد خواهد بود. البته باید توجه داشت که رویکرد دنیا به خصوص کشورهای پیشرفته به سمت توسعه استفاده از سوخت های جایگزین پاک تر و تجدیدپذیر نظیر الکتروسیته و سوخت های زیستی می باشد، به طوری که در پیش بینی آژانس بین المللی انرژی برای سال ۲۰۳۰، بالغ بر ۱۸ درصد مصرف سوخت حمل و نقل وسایل نقلیه مسافری دنیا از طریق سوخت های زیستی و الکتروسیته تأمین خواهد شد. در ژوئن سال ۲۰۱۱ ایران با داشتن ۲,۶۰۵,۳۶۴ تعداد خودروی گازسوز، پس از پاکستان دومین کشور دارای بیشترین تعداد خودروی گازسوز در دنیا بوده که این تعداد ۱۸/۶ درصد کل خودروهای گازسوز دنیا را شامل شده است [۲]. همین طور بر اساس آمار ارائه شده توسط انجمن وسایل نقلیه گازسوز<sup>۱</sup> در همین زمان، ۲۱/۴ درصد کل ناوگان بخش حمل و نقل ایران را خودروهای گازسوز تشکیل دادند که این نسبت برای کشورهای پاکستان، آرژانتین و برزیل، به ترتیب ۸۷/۰، ۱۱/۶ و ۴/۸ درصد می باشد. در ایتالیا نیز که به عنوان کشور اروپایی پیشرو در صنعت NGV<sup>۲</sup> مطرح است، سهمی معادل ۱/۹ درصد کل ناوگان بخش حمل و نقل آن متعلق به خودروهای گازسوز می باشند [۳].

در سال ۱۳۸۸ گاز طبیعی با مصرف ۲۱/۲۱ میلیون بشکه معادل نفت خام در بخش حمل و نقل جاده ای، ۸/۰ درصد از انرژی مصرف شده در این بخش را به خود اختصاص داده است که نسبت به سال قبل از آن ۸۶/۹ درصد رشد داشته است [۴].

## ۲ - طرح مسأله

امنیت تأمین انرژی متأثر از نوسان های سیاسی، اقتصادی و تغییر قیمت حامل های انرژی بوده و برای کاهش تأثیرات ناشی از بحران ها و شوک های نفتی و مشکلات ناشی از وابسته بودن به بنزین و نفت گاز به عنوان سوخت های بخش حمل و نقل، به کارگیری سوخت های جایگزین نظیر CNG می تواند یک راهکار مناسب باشد اما باید توجه داشت زمانی استفاده از این سوخت جایگزین می تواند راهگشا باشد که کلیه ظرفیت های کشور در خصوص استفاده از سوخت های غیر فسیلی و تجدیدپذیر در نظر گرفته شود و استفاده از این سوخت موجب غفلت از سایر عرصه ها نگردد و بهتر است که ابتدا سبد سوخت در بخش حمل و نقل تدوین گردد و استفاده از سوخت های جایگزین براساس این سبد سوخت به کار گرفته شود. با توجه به اجرای طرح استفاده از سوخت جایگزین CNG به صورت یک طرح ملی از سال ۱۳۷۹ تاکنون و به دنبال آن پرداختن به توسعه زیرساخت ها شامل احداث جایگاه های سوخت رسانی CNG و کارگاه های تبدیل و راه اندازی خط تولید خودروهای دوگانه سوز، لازم بود آنچه تاکنون به انجام رسیده مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد تا در ادامه مسیر، اصلاحات لازم صورت پذیرد.

در حال حاضر با حذف یارانه های بنزین و نفت گاز و آزاد شدن قیمت حامل های انرژی و نیز عدم نیاز به واردات بنزین که از انگیزه های اصلی رویکرد به گسترش ناوگان گازسوز در کشور بوده است، چالش هایی در مسیر توسعه استفاده از سوخت CNG در بخش حمل و نقل به وجود آمده و از این رو مطالعه و بررسی بیشتر در این خصوص ضروری به نظر می رسد. در راستای نیل به این هدف و به منظور تحلیل آنچه مسئولان و صاحب نظران انرژی تحت عنوان چالش ابراز می نمایند و آنچه در واقع اتفاق افتاده است، یک بررسی میدانی جامع در تمام بخش های مرتبط صورت گرفت. این نظرسنجی از طریق یک مطالعه پیمایشی<sup>۳</sup> در میان نمونه آماری رانندگان خودروهای دوگانه سوز (سواری و اتوبوس)، جامعه های آماری شامل جایگاه های سوخت رسانی CNG، کارگاه های تبدیل، تعمیرگاه های مجاز و کارخانه های سازنده خودروهای دوگانه سوز در شهر تهران در سال ۱۳۸۸ انجام پذیرفت.

در این مقاله تلاش شده است تا با کمک نتایج حاصل از این بررسی میدانی و نظرات کارشناسان و متخصصان از دیدگاه های مختلف که تاکنون مطرح گردیده، چالش های استفاده از CNG به عنوان سوخت جایگزین در سبد سوختی بخش حمل و نقل با نگاهی نو مورد ارزیابی قرار گیرد.

## ۳ - مشخصات نظرسنجی انجام شده (مطالعه پیمایشی)

در بخش اول نظرسنجی ۱۶۰۱ راننده سواری دوگانه سوز نمونه آماری را تشکیل می دادند. ۱۴۵۳ مورد از خودروها، مدل سال های ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۸ بوده اند. ۹۶۴ مورد از نوع تبدیل کارخانه ای و بقیه تبدیل کارگاهی داشته اند. در نمونه آماری خودروهای سواری شخصی با ۷۱۸ مورد و تاکسی ها با ۶۱۵ مورد بیشترین موارد در نمونه آماری بوده اند. همچنین این نظرسنجی شامل ۹۹ راننده اتوبوس گازسوز هم بوده که ۶۰ مورد از آنها متعلق به بخش دولتی بوده و بقیه در بخش خصوصی فعالیت داشته اند.

در بخش دوم از سرپرست های ۴۱ جایگاه CNG نظرسنجی به عمل آمد. ۲۷ مورد از جایگاه ها دولتی و مابقی خصوصی بوده اند. در میان آن ها ۲۵ مورد کاربری عمومی<sup>۴</sup>، ۱۲ مورد ویژه تاکسی ها و تنها ۳ مورد جایگاه فعال مخصوص اتوبوس ها وجود داشت. از کل جایگاه های حاضر در نظرسنجی، ۳۴ مورد در زمان نظرسنجی فعال بودند. متوسط روزانه تعداد سوخت رسانی به خودروها توسط ۳۴ جایگاه تک منظوره CNG، ۱۰۹۶ دفعه و برای ۷ مورد جایگاه دومنظوره ۴۸۶ دفعه بوده است.

بخش سوم نظرسنجی از طریق پرسشگری از مدیران ۲۸ کارگاه تبدیل شهر تهران صورت گرفت که مالکیت ۲۵ مورد آنها خصوصی و بقیه شرکاتی بوده اند. متوسط تعداد تبدیل، تعمیر و بازرسی دوره ای خودروهای دوگانه سوز به ترتیب ۵۹۰، ۱۲۲۹ و ۱۵۱ خودرو در سال بوده است.

بخش چهارم نظرسنجی از کلیه ۴۴ تعمیرگاه مجاز

### 3- Survey study

۴ - جایگاه هایی که به سواری های شخصی و تاکسی ها خدمات رسانی می نمایند.

### 1- Natural & bio Gas Vehicle Association

### 2- Natural Gas vehicle



دوگانه‌سوز شهر تهران انجام شد که از این میان ۳۱ تعمیرگاه به گروه خودروسازی سایپا متعلق بوده و ۱۳ مورد نیز نمایندگی شرکت ایران خودرو بودند که در این خصوص از کارشناسان فنی یا مدیران تعمیرگاه‌ها پرسشگری به عمل آمد.

#### ۴ - چالش‌های استفاده از سوخت CNG در بخش حمل و نقل با توجه به نتایج نظرسنجی

طی نظرسنجی و مطالعه میدانی صورت گرفته برخی از معضلات استفاده از وسایل نقلیه گازسوز در بخش حمل و نقل استخراج گردید که در این بخش به آن‌ها پرداخته می‌شود.

#### ۱.۴ - دسترسی به سوخت CNG

مهم‌ترین مزیت استفاده از CNG در ایران منابع اولیه وافر و همچنین وجود شبکه گازرسانی گسترده در کشور است و جایگاه‌های CNG مهم‌ترین زیرساخت‌ها در رابطه با خدمات‌رسانی به رانندگان می‌باشند. با توجه به تعداد دفعات سوخت‌گیری مورد نیاز CNG، مهم‌ترین چالشی که باید مورد بررسی قرار گیرد توسعه جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG به‌عنوان اصلی‌ترین زیرساخت می‌باشد.

عدم رشد هماهنگ تعداد جایگاه‌ها با تعداد خودروهای گازسوز که البته در ابتدای راه تا حدودی طبیعی است مسأله قابل تأملی می‌باشد، طبق آمار ارائه شده در سال ۲۰۱۰ تعداد جایگاه‌های سوخت رسانی در ایران برابر ۱۴۹۰ جایگاه بوده که ۸/۱ درصد از کل جایگاه‌های دنیا را به خود اختصاص داده است. بدین معنا که در این سال نسبت تعداد جایگاه‌ها به ازای هر هزار خودروی گازسوز، ۰/۷ بوده است، در حالیکه این نسبت به طور متوسط برای سه کشور آرژانتین، پاکستان و برزیل که بیشترین تعداد خودروی گازسوز را داشتند ۱/۱ برآورد شده است. خاطر نشان می‌گردد که پایان سال ۲۰۱۱ تعداد جایگاه‌های راه اندازی شده در ایران ۱۸۰۰ مورد بوده است و هرچند که در برخی از شهرهای بزرگ کماکان پراکنش جایگاه‌ها نامناسب می‌باشد [۵].

با توجه به نتایج نظرسنجی تعداد دفعات سوخت‌گیری CNG در خودروهای دوگانه‌سوز نمونه آماری در بیش از ۶۰ درصد موارد یک یا دو بار در روز بوده است. اساساً نیاز به دفعات سوخت‌گیری زیاد در خودروهای گازسوز نسبت به بنزین‌سوز ویژگی نامطلوبی بوده که به‌منظور کم رنگ‌تر کردن آن، بهتر است تعداد و پراکنش جایگاه‌های سوخت‌رسانی به‌گونه‌ای باشد که سوخت‌گیری هر چه سهل‌تر انجام پذیرد.

لازم به ذکر است که مصرف CNG در بخش حمل و نقل جاده‌ای از سال ۱۳۸۴ تا سال ۱۳۸۸ در کشور رشدی معادل ۸۵/۰ درصد داشته است در حالی که رشد تعداد خودروهای گازسوز در این سال‌ها معادل ۱۲۲/۲ درصد بوده که نشان می‌دهد در این سال‌ها احتمالاً بخشی از خودروهای دوگانه‌سوز از سوخت CNG به‌عنوان سوخت غالب استفاده نکرده‌اند [۴].

#### ۲.۴ - خدمات‌رسانی به ناوگان گازسوز کشور

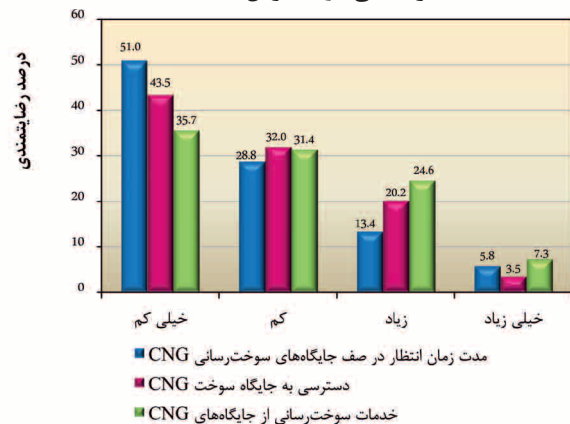
نظرسنجی صورت گرفته وجود چالش‌هایی را در حوزه فرآیند خدمات‌رسانی جایگاه‌های CNG، کارگاه‌های تبدیل، کارخانه‌های خودروساز و تعمیرگاه‌های مجاز نشان داده است که این مسأله می‌تواند ناشی از عدم کارآیی مطلوب زیرساخت‌های مربوطه باشد.

#### ۱.۲.۴ - خدمات سوخت‌رسانی جایگاه‌های CNG

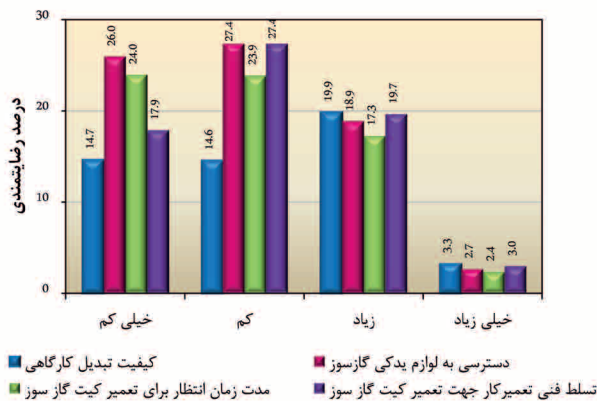
عدم توسعه جایگاه‌های CNG متناسب با ناوگان گازسوز در کشور، پراکنش نامناسب جایگاه‌ها در سطح شهر و نیز ظرفیت پایین سوخت‌رسانی آن‌ها نسبت به جایگاه‌های عرضه بنزین از معضلاتی است که باعث شلوغی جایگاه‌های CNG و به‌وجود آمدن صف‌های طولی جلوی آن‌ها شده است. با توجه به نتایج به دست آمده از پرسش نامه‌ها، حدود ۸۰ درصد خودروها بین ۱۵ دقیقه تا یک ساعت در صف دریافت سوخت، منتظر بوده‌اند و به طور متوسط رانندگان در نمونه آماری، ۵۰ دقیقه در صف جایگاه سوخت‌رسانی معطل شده‌اند که نشان‌دهنده تعداد ناکافی جایگاه‌های فعال CNG و نیز پراکنش نامناسب آن‌ها در سطح شهر بوده است، همچنین در خصوص ناوگان اتوبوس‌های گازسوز این زمان به‌طور متوسط ۱۱۸ دقیقه بوده است.

مسأله بسیار حائز اهمیت دیگر در خصوص خدمات‌رسانی جایگاه‌های CNG، غیر فعال بودن تعدادی از آن‌ها بوده است. در نظرسنجی نیز این امر تأیید گردید به‌گونه‌ای که ۷ جایگاه از ۴۱ جایگاهی که سرشماری شدند، هنگام مراجعه برای تکمیل پرسش نامه‌ها غیر فعال بوده‌اند. این مسأله به‌خصوص در مورد جایگاه‌های سوخت‌رسانی ویژه اتوبوس‌ها بیشتر نمایان بوده است. در خصوص روزهای تعطیل جایگاه‌ها، نظرسنجی انجام شده نشان داده که تعداد روزهای تعطیلی کل جایگاه‌های CNG سرشماری شده، به‌صورت تجمیعی برابر ۸۳۴ روز بوده به طوری که در این سال هر جایگاه به‌طور متوسط ۲۵ روز تعطیل بوده و خدمات‌رسانی نداشته است. هزینه‌های احداث و بهره‌برداری، پراکنش نامناسب در شهر، ظرفیت‌های سوخت‌رسانی نسبتاً کم، عدم سرویس‌دهی جایگاه‌ها به دلیل خرابی تجهیزات به‌گونه‌ای که در زمان نظرسنجی حدود ۲۶ درصد توزیع‌کننده‌ها خراب بوده‌اند، همچنین در مدار قرار نداشتن خشک‌کن در ۳۹ درصد جایگاه‌های CNG که باعث ارائه گاز همراه با رطوبت به خودروها شده از دیگر مشکلات عمده جایگاه‌ها بوده است. نتایج حاصل از نظرسنجی نیز حاکی از آن بوده که حدود ۸۰ درصد رانندگان از مدت زمان انتظار در صف جایگاه‌ها، ۷۵/۵ از دسترسی به جایگاه‌ها و ۶۷ درصد نیز از خدمات‌رسانی جایگاه‌های CNG ابراز نارضایتی نموده‌اند، همچنین در ۲۶ درصد موارد شلوغی جایگاه‌ها از مهم‌ترین علل عدم استفاده برخی از رانندگان از CNG به‌عنوان سوخت غالب بوده است. (نمودار ۱)

نمودار ۱: میزان رضایت‌مندی رانندگان شرکت کننده در نظرسنجی در خصوص جایگاه‌ها<sup>۵</sup>



نمودار ۲: میزان رضایت‌مندی رانندگان حاضر در نظرسنجی در خصوص کارگاه‌های تبدیل و تعمیرگاه‌ها<sup>۶</sup>



وضعیت نامطلوب جایگاه‌ها از عمده‌ترین دلایل نارضایتی رانندگان بوده است که با توجه به صف‌های طولانی انتظار و نیاز به سوخت‌گیری مکرر CNG قابل پیش‌بینی بود.

#### ۲.۲.۴ - خدمات‌رسانی کارگاه‌های تبدیل

مهم‌ترین کاربری کارگاه‌های تبدیل تا سال ۱۳۸۸ تبدیل خودروها به دوگانه سوز بوده است. در این خصوص تأخیر در فرارسیدن نوبت تبدیل و کیفیت نامطلوب تبدیل کارگاهی از عمده مشکلات کارگاه‌های تبدیل عنوان شده است. بر اساس نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌ها از زمان درخواست مشتری برای تبدیل خودرو تا رسیدن نوبت تبدیل به‌طور متوسط حدود ۱۱ ماه و ۱۸ روز طول کشیده است. در این میان ۵۶/۸ درصد رانندگان کمتر از شش ماه و ۱۵ درصد نیز بین ۶ ماه تا یک سال در صف نوبت تبدیل بوده‌اند و بقیه موارد تا بیش از یک سال نیز جهت فرا رسیدن نوبت تبدیل منتظر مانده‌اند. همچنین براساس نظرسنجی صورت گرفته حدود ۵۰ درصد رانندگان از کیفیت تبدیل کارگاهی خودروی خود ناراضی بوده‌اند. ۸۶ درصد کارگاه‌های تبدیل طی یک سال تعطیلی موقت داشته‌اند که بیشترین علل توقف کار، کمبود کیت و مخزن عنوان شده است.

#### ۳.۲.۴ - خدمات‌رسانی تعمیرگاه‌های مجاز خودروهای

##### گازسوز

خدمات تعمیر و تعویض قطعات توسط تعمیرگاه‌های مجاز ارائه شده که البته کمبود و کیفیت پایین قطعات، خدمات‌رسانی مطلوب را تحت تأثیر قرار داده است. همین‌طور در تعمیرات سیستم گازسوز در خصوص خودروهای دوگانه‌سوز تسلط فنی کمتری مشاهده شده است و نارضایتی ۶۳ درصدی رانندگان شرکت‌کننده تأییدکننده این موضوع بوده است. در نمودار ۲ میزان رضایت‌مندی رانندگان را از خدمات‌رسانی کارگاه‌های تبدیل و تعمیرگاه‌ها نشان داده شده است.

بالغ بر ۹۵ درصد قطعات خراب به جز رگولاتور، قابل تعمیر نبوده و مورد تعویض قرار گرفته‌اند و این موضوع مجموعاً باعث ازدیاد هزینه استفاده از خودروهای دوگانه‌سوز شده است. کمبود قطعات به‌کار رفته در کیت گازسوز که سبب عدم دسترسی آسان به لوازم یدکی سیستم‌های گازسوز می‌شود نیز یکی از مشکلات خدمات‌رسانی به رانندگان بوده است. همچنین مطابق اطلاعات به‌دست آمده، در ۷۷ درصد موارد هزینه تعمیر موتور با افزایش مصرف گاز طبیعی نسبت به بنزین در خودروهای دوگانه‌سوز، افزایش یافته است.

با بررسی نظرات کارخانه‌های خودروساز دیده می‌شود که تمامی آن‌ها بخش نسبتاً قابل توجهی از تجهیزات خود را وارد می‌نمایند و سازندگان داخلی در زمینه ساخت مخزن و کیت خودروهای دوگانه‌سوز هنوز به میزان کافی رشد ننموده‌اند.

#### ۳.۴ - ویژگی‌های فنی خودروهای دوگانه‌سوز

تولیدات گازسوز نسبت به مدل‌های مشابه بنزینی تفاوت‌هایی داشته‌اند و بیشتر نقطه ضعف‌های فنی مدل‌های دوگانه‌سوز دارای اهمیت بوده‌اند. میزان پیمایش کم خودرو با یک مخزن پر CNG جزء اساسی‌ترین ویژگی‌های منفی خودروهای سبک دوگانه‌سوز بوده که عامل عدم رضایت‌مندی بسیاری از رانندگان گردیده است. در میان ۱۴۳۷ راننده سواری دوگانه‌سوز حاضر در نظرسنجی که پیمایشی بین ۵۰ تا ۳۰۰ کیلومتر با یک مخزن را عنوان نموده‌اند، ۸۷/۶ درصد آنها مدعی شدند که مسافتی بین ۵۰ تا ۱۵۰ کیلومتر را با یک مخزن پر CNG طی می‌کردند. همچنین مطابق نتایج همین نظرسنجی ۷۲ درصد از رانندگان خودروی دوگانه‌سوز از پیمایش خودروی خود ناراضی بودند که در این میان، ۷۸ درصد تا کسی‌ها، ۶۹ درصد سواری‌های شخصی، ۶۹ درصد سواری‌های مسافربر و ۵۸ درصد رانندگان وانت بارها از مسافت پیموده شده با یک مخزن پر CNG، اعلام عدم رضایت‌مندی نموده‌اند. در خصوص شتاب خودرو نیز خودروهای دوگانه‌سوز نسبت به مدل‌های بنزینی مشابه شتاب کمتر دارند، به طوری که طی نظرسنجی از رانندگان از مهم‌ترین دلایل عدم استفاده از گاز به‌عنوان سوخت غالب، کم بودن شتاب خودروها در این حالت بوده است و ۷۷ درصد رانندگان از شتاب خودرو دوگانه‌سوز خود به‌هنگام استفاده از گاز ناراضی بوده‌اند.

۵ و ۶- در هر یک از سوالات در خصوص میزان رضایت‌مندی، موارد بی‌پاسخ یا پاسخ‌های مخدوش وجود داشته است، از این رو جمع هر یک از موارد کمتر از صد شده است.

استهلاک قطعات خودروهای دوگانه‌سوز هنگام استفاده از گاز نسبت به حالتی که از بنزین استفاده می‌کرده‌اند، بیشتر بوده که این از ویژگی‌های منفی آن‌ها محسوب شده است. استهلاک به دلیل عدم هماهنگی مناسب موتورهای پایه بنزینی با سوخت گاز به وجود آمده و عامل عدم استفاده ۲۵ درصد رانندگان شرکت کننده در نظرسنجی از CNG به‌عنوان سوخت غالب بوده است. به طور خلاصه مهم‌ترین چالش‌های خودروهای دوگانه‌سوز پایه بنزینی را می‌توان چنین بر شمرد:

- کاهش بسیار محسوس پیمایش و افزایش دفعات سوخت‌گیری گاز در مقایسه با بنزین
- کاهش شتاب
- افزایش وزن خودروی دوگانه‌سوز و کاهش فضای مفید خودرو
- استهلاک بیشتر لاستیک‌ها، سیستم‌های ترمز و تعلیق به علت افزایش وزن نسبت به مدل‌های مشابه بنزینی
- جانمایی نامناسب مخزن CNG که علاوه بر اشغال فضای مفید به دلیل احتمال تصادف از عقب از نظر ایمنی در وضعیت نامناسبی قرار دارد.
- احتمال یخ زدگی سیستم تزریق گاز در زمستان و اختلال در سوخت‌رسانی
- لزوم نهم‌زدایی جهت حذف بخار آب موجود در گاز طبیعی در زمان کاهش فشار مخزن گاز
- اضافه شدن تعداد دفعات تعمیر خودرو و افزایش هزینه خودرو
- دمای احتراق بالا و در نتیجه کاهش عمر مفید سوپاپ‌ها
- زمان سوخت‌گیری بیشتر برای سوخت‌گیری گاز در مقایسه

با بنزین

به‌طور کلی خودروهایی که به صورت دوگانه‌سوز با پایه بنزین در کشور تولید می‌شوند با افزودن یک ECU گاز به ECU بنزین به‌صورت خودروی دوگانه‌سوز در می‌آیند. این خودروها به لحاظ مکانیکی عملاً دوگانه‌سوز نیستند بلکه با دست‌کاری فرآیند سوخت‌گیری به عنوان خودروی دوگانه‌سوز معرفی می‌شوند، به همین دلیل به هنگام تغییر سوخت باید ECU خودرو را تغییر داد که این امر مشکلاتی را برای کاربران به وجود می‌آورد. برخلاف خودروهای دوگانه‌سوز پایه بنزینی، خودروهای پایه گازسوز با فرآیند فنی مهندسی به صورت دوگانه‌سوز تولید می‌شوند. در این خودروها ECU (گاز و بنزین) مشترک بوده به همین دلیل ECU در شرایط مختلف و با توجه به وضعیت خودرو اقدام به تغییر سوخت می‌کند. خودروهای پایه گازسوز موجب می‌شوند تا نسبت تراکم گاز و بنزین به صورت بهینه صورت گیرد که این امر علاوه بر کاهش مصرف سوخت، افزایش رانندگی این خودروها را نیز به همراه دارد و این در حالی است که خودروهای دوگانه‌سوز پایه با هدر رفت انرژی مواجه هستند. در این خودروها ضریب تراکم متناسب با گاز صورت نمی‌گیرد که این امر موجب می‌شود علاوه بر افزایش انرژی با افت رانندگی خودرو نیز مواجه شویم. اما در خودروهایی که به صورت پایه گازسوز طراحی می‌شوند افت انرژی قابل ملاحظه نیست.

#### ۴.۴ - ایمنی و آلاینده‌های خودروهای دوگانه‌سوز

خطرات ناشی از انفجار به دلیل فشار بالای CNG در مخزن

(bar ۲۰۰ تا bar ۲۵۰) از مشکلات ایمنی خودروهای دوگانه‌سوز محسوب می‌شود. به دلیل نبودن تجهیزات ویژه تست در مراکز معاینه فنی، کارگاه‌های تبدیل و تعمیرگاه‌های مجاز، متولی مشخصی برای تست این مخازن وجود نداشته و این موضوع سبب تردد خودروهای دوگانه‌سوز فاقد ایمنی در سطح شهر و بلا تکلیفی رانندگان آن‌ها شده است. همچنین مشکلات ناشی از عدم بازرسی تعداد زیادی از مخازن گاز اتوبوس‌های گازسوز از چالش‌هایی است که نمود قابل ملاحظه‌ای داشته‌اند.

در خصوص مسائل زیست‌محیطی، بررسی این که خودروهای دوگانه‌سوز کارگاهی، کارخانه‌ای و یا پایه گازسوز در کشور ما دقیقاً چه نوع آلاینده‌هایی و با چه میزان منتشر می‌کنند و چه تفاوت‌هایی بین این خودروها از این نظر وجود دارد، یکی از موضوعاتی است که بر سیاست‌گذاری تبدیل خودروها تأثیرگذار است و لزوم پرداختن به راهکارهایی جهت کاهش آلاینده‌گی را نشان می‌دهد. با وجود کمتر بودن آلاینده‌گی زیست‌محیطی گاز طبیعی نسبت به بنزین، از آن جا که بیش از ۹۵ درصد سوخت CNG را گاز متان تشکیل داده است، بالا بودن تأثیر گلخانه‌ای گاز متان سوخته نشده در گازهای خروجی آگروز خودروهای گازسوز در مقایسه با CO<sub>2</sub> ناشی از سوختن بنزین، یکی از چالش‌های زیست محیطی در خصوص خودروهای گازسوز بوده که چندان مورد توجه قرار نگرفته است. لازم به تذکر است که فن‌آوری‌های به‌کار رفته در خودروها به‌گونه‌ای است که آلاینده‌های خروجی خودروهای دوگانه‌سوز بعضاً افزایش می‌یابد. تکنولوژی خودروهای تبدیلی به‌ویژه تبدیل کارگاهی و عدم سازگاری دو سیستم بنزینی و دوگانه‌سوز باعث افزایش بعضی آلاینده‌ها نظیر NO<sub>x</sub> و HC نیز می‌شود [۶].

#### ۵.۴ - هزینه‌ها

یکی از چالش‌های اساسی در خصوص CNG چالش‌های هزینه‌ای مربوط به توسعه زیرساخت‌ها به‌ویژه هزینه‌های احداث یک جایگاه CNG بوده است. مهم‌ترین عامل هزینه‌ای مؤثر بر اقتصاد CNG، با توجه به فراوانی گاز طبیعی کشور و قیمت نسبتاً ارزان آن در بازارهای جهانی، هزینه‌های سنگین احداث جایگاه‌های سوخت‌رسانی شامل خرید زمین، هزینه خرید و نصب تجهیزات شامل کمپرسور، خشک‌کن، توزیع‌کننده‌ها و هزینه سیستم‌های کنترلی بوده است. از طرف دیگر قیمت تمام شده خودرو به دلیل هزینه‌های تست و تجهیزات گران‌تر شده که این هزینه اضافی بر مشتری تحمیل خواهد شد. بررسی‌های اقتصادی و تحلیل هزینه-فایده نشان داده است که احداث یک جایگاه CNG در بخش خصوصی بدون دریافت تسهیلات دولتی غیر اقتصادی بوده است. در این خصوص تنها قوانین حمایتی در خصوص واردات قطعات خودروهای گازسوز و تجهیزات جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG بسیاری از معضلات را مرتفع ساخته است. همچنین هزینه‌های استهلاک، تعمیر و نگهداری در خصوص خودروهای دوگانه‌سوز پایه بنزینی بالاتر بوده است. در عین حال ۷۷ درصد کارشناسان در تعمیرگاه‌های مجاز نیز معتقد بودند که هزینه تعمیر موتور با افزایش مصرف گاز طبیعی نسبت به بنزین در خودروهای دوگانه‌سوز پایه بنزینی، افزایش می‌یابد. در نظرسنجی انجام شده از رانندگان تنها عامل رضایت‌مندی، هزینه سوخت بوده است، به

بهره‌برداری مناسب از CNG به عنوان یک سوخت جایگزین، موارد ذیل پیشنهاد می‌گردند.

۱ - تدوین یک برنامه بلند مدت برای سید سوخت کشور، به‌گونه‌ای که سهم مناسبی برای هر یک از سوخت‌های مطرح اختصاص داده شود تا فرصت‌های اقتصادی، زیست‌محیطی، صنعتی و سیاسی بهینه برای کشور حاصل گردد. در این برنامه هماهنگی سید سوخت با زیرساخت‌های صنعتی و فن‌آوری‌های موجود یا قابل حصول کشور باید لحاظ گردد، همچنین توسعه سوخت‌های جایگزین مانند CNG، بایستی متناسب با سهم مشخص کارشناسی شده برای این سوخت‌ها باشد.

۲ - جهت رشد دانش فنی و تربیت نیروی انسانی متخصص و عدم اتکای به واردات در خصوص نیازمندی‌های صنعت خودروسازی و عرضه سوخت، زمینه‌سازی‌های لازم انجام شود.

۳ - به‌منظور کاهش ناراضی‌های استفاده‌کنندگان از CNG و بهره‌وری مناسب ناوگان گازسوز کشور هماهنگی لازم میان رشد خودروهایی دوگانه‌سوز و ارائه خدمات عرضه سوخت توسط جایگاه‌ها صورت پذیرد.

۴ - بهتر است بخشی از رویکرد سیاست‌گذاران سید سوخت کشور به سمت استفاده از فن‌آوری‌های نوین جهت کاهش مصرف سوخت، توجه به جایگزین‌هایی نظیر دیزل سبک، هیبرید، بیودیزل، هیدروژن و به‌طور کلی سوخت‌های غیر فسیلی و تجدید پذیر باشد. در پایان ذکر این مسأله الزامی است که قبل از این که هر سوختی به‌عنوان سوخت جایگزین پیشنهاد گردد با توجه به تجربیات به دست آمده از سوخت CNG و چالش‌های پیش آمده که در این مقاله به آن‌ها پرداخته شد، بایستی بررسی عمیق کارشناسانه در همه جوانب انجام شود و سپس ورود به عرصه اجرا صورت گیرد تا کاستی‌ها و چالش‌های به‌وجود آمده در خصوص CNG در مورد سایر سوخت‌های مطرح نظیر سوخت‌های زیستی، الکتروسیته، هیبرید و ... تکرار نگردد.

## ۶ - تقدیر و تشکر

در این جا یادآور می‌شود که این مطالعه و بررسی میدانی با همکاری و حمایت‌های مالی شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت به انجام رسیده است لذا از مدیران و کارشناسان محترم آن شرکت خصوصاً مدیر محترم بهینه‌سازی انرژی در بخش حمل و نقل و رئیس محترم امور بهبود روش‌های حمل و نقل، نهایت تشکر را دارد.

## ۷ - مراجع

- 1 - BP Statistical Review of World Energy June 2011, www.BP.com
- 2 - The GVR, Gas Vehicle Report, 2011, 10, 117
- 3 - www.ngvaeurope.eu/worldwide-ngv-statistics
- ۴ - کتاب اطلاعات حمل و نقل و انرژی کشور، سال ۱۳۸۸، انتشارات شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، زیر چاپ
- 5 - The GVR, Gas Vehicle Report, 2011, 10, 119
- 6 - Topic in Catalyst, 2007, CNG engines exhaust gas treatment via Pd-Spinel-type-oxide catalysts, 42-43.

طوری که در این خصوص ۷۳ درصد رانندگان اظهار رضایت زیاد و خیلی زیاد نموده‌اند. همچنین در میان علل استفاده از خودروی دوگانه‌سوز، کاهش هزینه سوخت‌گیری، با نظر ۵۲/۵ درصد از رانندگان، مهمترین علت رویکرد مصرف‌کنندگان به این سوخت بوده است. لازم به تذکر است که رضایتمندی رانندگان از قیمت CNG در زمان قیمت هر متر مکعب CNG به میزان ۴۰۰ ریال مورد سوال قرار گرفته است اما با اجرای قانون هدمندی یارانه‌ها از تاریخ ۸۹/۹/۲۸ هر متر مکعب CNG با قیمت ۳۰۰۰ ریال عرضه می‌گردد. هر چند کماکان قیمت CNG نسبت به بنزین کمتر است اما احتمالاً میزان رضایتمندی از قیمت گاز نسبت به زمان نظرسنجی تغییر نموده است.

در نیمه ابتدایی سال ۱۳۸۹ بیش از ۳۰۰۰۰ خودرو به سیستم پایه گازسوز مجهز شدند اما مسأله چالش برانگیز در این خصوص افزایش ۵ تا ۱۰ درصدی قیمت پایه گازسوزها نسبت به خودروهای دوگانه‌سوز موجود است. خاطرنشان می‌گردد در صورت افزایش تقاضا و در نظر گرفتن تسهیلات قانونی، رشد تولید خودروهای پایه گازسوز قابل گسترش خواهد بود.

## ۵ - نتیجه‌گیری و پیشنهاد راهکار

در ایران علاوه بر مشکلات ذکر شده که برآمده از یک مطالعه میدانی جامع بود چالش‌هایی در خصوص سیاست‌گذاری‌ها در این حوزه به چشم می‌خورد که در این خصوص می‌توان به عدم کارشناسی به موقع، واقعی و کافی، عدم مشارکت جمعی و بررسی هم زمان با تعامل مناسب کلیه سازمان‌ها و وزارتخانه‌های مرتبط و تأثیرگذار مانند سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت صنایع، وزارت نیرو و وزارت نفت، همچنین تعدد نقاط تصمیم‌گیری درباره برنامه‌های بلند مدت عرضه انرژی در داخل و نبود ارتباط مناسب بین زیر مجموعه‌های صنعت کشور اشاره نمود. در مجموع نظیر چنین عواملی موجب بسیاری از تصمیم‌گیری‌های استراتژیک و ساختاری نامناسب می‌شوند که توانایی اصلاح سید سوخت کشور را ندارند.

در جمع‌بندی چالش‌های مذکور می‌توان گفت تمرکز بیش از حد بر روی استفاده از CNG به عنوان سوخت به‌عنوان سوخت جایگزین بخش حمل و نقل، صرفاً به دلیل ذخایر قابل توجه در کشور و ارزان‌تر بودن نسبی آن، نمی‌تواند راهکاری مطلوب برای تأمین انرژی بخش حمل و نقل در آینده باشد و باید در ادامه روند گازسوز کردن خودروها در خصوص استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته‌تر و تولید خودروهای پایه‌گازسوز با سهم غالب به جای تبدیل خودروها مورد توجه قرار بگیرد. همچنین ضمن توسعه حمل و نقل عمومی بهتر است که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و سوخت‌های زیستی غیر فسیلی گسترش یافته و صنایع خودروسازی بر پژوهش و تحقیقات در جهت دستیابی به کسب فن‌آوری‌های نوین و نیز هم‌سویی با تحقیقات جهانی تمرکز نمایند. از آنچه عنوان شد چنین بر می‌آید که با وجود تلاش بسیار در راستای استفاده از CNG به عنوان سوخت جایگزین و حمایت‌های دولتی در این حوزه، کماکان چالش‌های قابل توجهی در خصوص تدوین برنامه جامع و هماهنگ، احداث زیرساخت‌ها، مدیریت توزیع سوخت، رشد دانش فنی و توسعه متناسب صنایع مربوطه، وجود داشته است. به‌منظور بهبود وضعیت ناوگان حمل و نقل جاده‌ای کشور و