

اتوبوس‌های برقی



هنوز هوا آنقدرها هم سرد نشده، اما اگر مثل من ساکن یکی از شهرهای بزرگ کشورمان باشید، حتما در چند روز اخیر شاهد خودنمایی خفیف وارونگی هوا و آلودگی هوای شهرتان بوده‌اید...

جام جم آنلاین: هنوز هوا آنقدرها هم سرد نشده، اما اگر مثل من ساکن یکی از شهرهای بزرگ کشورمان باشید، حتما در چند روز اخیر شاهد خودنمایی خفیف وارونگی هوا و آلودگی هوای شهرتان بوده‌اید. تهران، اصفهان، مشهد، شیراز و تبریز دوباره دارند بوی دود می‌گیرند و این داستانی است که هر سال با آغاز فصل سرما آغاز می‌شود.

داستانی که با مقداری غرغر و وعده و وعید و نمایش چند تصویر از آلودگی هوای تهران در تلویزیون و اعلام آمار چند هزار نفری که بر اثر آلودگی کشته شده‌اند، فراموش می‌شود تا سال بعد که دوباره دیو آلودگی بازگردد.

یکی از علت‌های اصلی آلودگی هوای شهرهای بزرگ حمل و نقل درون‌شهری است. با وجود تلاش‌های زیادی که بخصوص در سال‌های اخیر در شهرهای بزرگ و مخصوصا تهران شاهد آن بوده‌ایم، هنوز سامانه‌های حمل و نقل عمومی نه‌تنها جوابگوی سیل عظیم مردم که گویا چراغ سبز برای افزایش مجدد آن نیز صادر شده نیست که خود یکی از عوامل آلودگی است. برنامه شهرهای بزرگ جهان در حال حاضر حرکت به سمت استفاده از سیستم حمل و نقل عمومی برقی است تا آلودگی ناشی از تولید انرژی را به جایی صدها کیلومتر دورتر از شهرهای بزرگ هدایت کند.

انواع اتوبوس برقی

اتوبوس‌های برقی امروزه در دو نوع کلی باتری‌دار و فاقد باتری تولید می‌شوند. اتوبوس‌های فاقد باتری که آنها را اصطلاحاً ترولی باس (trolleybus) نیز می‌نامند، اتوبوس‌هایی هستند که توسط یک میله رسانا که روی سقفشان نصب شده است به شبکه‌ای از کابل‌های برق که روی کل مسیر کشیده شده‌اند، وصل می‌شود و انرژی مورد نیاز خود را مستقیماً از شبکه برق شهری دریافت می‌کند. این اتوبوس‌ها دو مشکل اساسی دارند که اولی‌اش مربوط می‌شود به هزینه بسیار زیاد ایجاد زیرساخت شبکه برق‌رسانی و دومین مشکل هم این است که اتوبوس‌ها مجبورند فقط در همان مسیری که برایشان طراحی شده حرکت کنند و در صورت بروز مشکل در طول مسیر، کل خط اتوبوسرانی خواهد خوابید تا زمانی که مسیر مجدداً باز شود.

نوع دوم اتوبوس‌های برقی، آنهایی هستند که از باتری یا هر وسیله دیگر ذخیره انرژی الکتریکی مثل خازن برای تامین برق مورد نیاز خود استفاده می‌کنند. این اتوبوس‌ها به سرمایه‌گذاری اولیه فراوان برای ایجاد خط اتوبوسرانی احتیاجی ندارند و وابسته به مسیر اختصاصی خود نیز نیستند، اما مشکل اساسی این دسته تا همین اواخر قیمت خیلی زیاد و مشکل شارژ مجدد باتری‌های آنها بود. باتری‌های لیتیوم-یونی به نسبت وزن‌شان انرژی الکتریکی زیادی را ذخیره می‌کنند، اما از آن طرف بسیار گران قیمت هستند و در ضمن زمان لازم برای شارژ آنها به چند ساعت می‌رسد. انواع ایده‌های جدید شامل شارژ الکترومغناطیسی، تعویض بسته کامل باتری‌ها در ایستگاه نخست، باتری‌های مایع و چند ایده دیگر همگی در ابتدای راه بوده و آزمایش‌های پرهزینه روی آنها ادامه دارد.

سوپرکازن‌ها، یک راه جدید

خازن‌ها یکی از ارکان مدارهای الکتریکی هستند، اما انرژی الکتریکی ذخیره شده در آنها خیلی محدود است و اصلاً به درد استفاده در راه‌اندازی ابزار الکتریکی نمی‌خورد، از آن سو سوپر خازن‌ها که در ساخت آنها از دو لایه کربن فعال استفاده می‌شود، اتفاقاً ابزاری مناسب برای ذخیره‌سازی و استفاده مجدد انرژی الکتریکی است. شارژ خیلی سریع سوپرکازن‌ها و توانایی ذخیره حجم زیادی انرژی الکتریکی (نسبت به اسلاف خود)، از آنها یک سوپرمن در دنیای خازن‌ها ساخته است، اما بهترین سوپرکازن جهان تنها می‌تواند حدود ۵ درصد از انرژی الکتریکی قابل شارژ در یک باتری لیتیوم-یونی هموزن خود را ذخیره کند. مفهوم دیگر این حرف این است که اگر یک خودروی الکتریکی با یک باتری به وزن ۲۵ کیلوگرم بتواند ۱۰۰ کیلومتر مسافت را طی کند، یک سوپرکازن ۲۵ کیلوگرمی فقط آن را تا ۵ کیلومتر جلوتر همراهی خواهد کرد، این برای هر وسیله برقی که بخواهد از خازن‌ها به جای باتری‌های مدرن امروزی استفاده کند، یک فاجعه به حساب می‌آید، اما در این میان اتوبوس‌های شهری و صد البته خازن‌ها یک ویژگی منحصربه‌فرد دارند که استفاده از سوپرکازن‌ها را به راه‌حلی جادویی تبدیل می‌کنند. اول از همه این‌که سوپرکازن‌ها با سرعت شارژ می‌شوند. سوپرکازنی که هم‌اینک روی یک اتوبوس شهری در شهر شانگهای چین آزمایش می‌شود در عرض چند دقیقه کاملاً شارژ می‌شود. از طرف دیگر اتوبوس‌های شهری دارای مسیر حرکت مشخصی هستند و هر ۳ تا ۴ کیلومتر یک ایستگاه دارند. ترکیب این دو مشخصه باهم خازن‌های قدیمی و ارزان را به‌منجی اتوبوس‌های برقی تبدیل کرده است.

نکته: برنامه‌های شهرهای بزرگ جهان در حال حاضر حرکت به سمت استفاده از سیستم حمل و نقل عمومی برقی است تا آلودگی ناشی از تولید انرژی را به جایی صدها کیلومتر دورتر از شهرهای بزرگ هدایت کند. تجهیزات لازم برای شارژ خازن‌ها که باید در ایستگاه‌ها نصب شوند خیلی ساده و ارزان هستند. می‌توان آنها را بسادگی از یک ایستگاه باز کرد و در ایستگاه بعدی بست. بنابراین در همین خط‌های موجود و با کمی تغییرات در ایستگاه‌های اتوبوس می‌توان ناوگان اتوبوس‌های سوپرخازنی را به راه انداخت.

اما اتوبوس‌های سوپرخازنی تا دو برابر گران‌تر از اتوبوس‌های ترولی (آنهايي که باید دائم زیر خطوط برق حرکت کنند) هستند و آهسته‌تر نیز راه می‌روند. مشکل بعدی این اتوبوس‌ها روشن کردن سیستم تهویه هواست که نیاز اتوبوس به ایستگاه‌های متعدد را ناگزیر می‌سازد. همچنین در مسیرهای شلوغ که گاهی اتوبوس‌ها مجبور می‌شوند چند متری دورتر از ایستگاه مسافران را سوار یا پیاده کنند باید سریع ایستگاه را ترک کنند، چون فرصت کافی برای شارژ باتری‌ها به دست نمی‌آید.

راه‌حل‌های ترکیبی

اما یک ضرب‌المثل مهندسی می‌گوید هر جا مشکلی هست، راه‌حلش از قبل وجود داشته است. حالا مهندسان طراح این نوع اتوبوس‌ها با به‌کارگیری ترکیبی از سه ایده ساده توانسته‌اند، امید را مجدداً به خانه اتوبوس‌های سوپرخازنی برگردانند. استفاده همزمان سوپرخازن‌ها و باتری‌های لیتیوم - یونی به اتوبوس‌ها امکان می‌دهد تا در صورت رد کردن یک ایستگاه شارژگیری با خیال راحت به مسیر خود ادامه دهند.

سیستم بازیابی انرژی از ترمزها و نصب صفحات خورشیدی در سقف اتوبوس نیز باعث می‌شود تا حدود ۲۵ درصد بر بازده این سامانه افزوده شود. همچنین نصب یک موتور احتراق داخلی خیلی کوچک برای راه‌اندازی سیستم تهویه هوا در زمستان و تابستان و همچنین تولید الکتریسیته در مواقع ضروری برای شارژ موقتی سوپرخازن‌ها، از این اتوبوس‌ها یک راه‌حل ایده‌آل می‌سازند.

کارشناسان ایمان دارند که تولید انبوه این سامانه قیمت تمام شده آن را بشدت کاهش خواهد، اما در هر صورت گرانتر از سیستم‌های دیزلی یا برقی فعلی خواهند بود.

به چه قیمتی؟

نتایج یک تحقیقات میدانی روی 4 اتوبوس برقی نو در 500 روز نخست به‌کارگیری‌شان در آکسفورد انگلستان و مقایسه آن با اتوبوس‌های دیزلی مرسوم نشان داد که اتوبوس‌های برقی نسبت به هم‌تایان دیزلی خود تا 95 درصد منواکسیدکربن، هیدروکربن‌های نسوخته و ذرات معلق کمتری در هوا منتشر کرده‌اند. این میزان برای دی‌اکسید کربن و گازهای اسیدی به 45 درصد کمتر می‌رسد. در ازای این خدمت بزرگ، اتوبوس‌های برقی هزینه تعمیرات یکسانی با اتوبوس‌های دیزلی داشته‌اند، اما قیمت تمام شده آنها برای خرید اولیه تا بیش از ۲ برابر بوده است.

به نظر می‌رسد در حال حاضر راه‌حل عملی برای خلاص شدن از دست هوای آلوده شهر تهران و دیگر شهرهای بزرگ ایران در دست نباشد، اما بدون تردید با نشستن و حرف زدن هم راه‌حلی به دست نخواهد آمد. راه‌حل در سطح کلان برنامه‌ریزی بلندمدت مجلس و شوراهای شهر برای افزایش مداوم سامانه‌های حمل و نقل سبز است. در سطح خردتر نیز توجه و اهتمام دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی به تحقیق در این زمینه و توسعه ایده‌های نوین مورد نیاز است تا بتوانیم در آینده‌ای که می‌تواند خیلی هم دور نباشد دوباره آسمان را آبی و زمین را سبز ببینیم.

شهرام یزدان‌پناه / گروه دانش