

بررسی سیستم‌های گرمایش کابین خودروهای هیبرید و الکتریکی

مسعود دهمرده^{۱*}، غلامرضا مولایی منش^۲، محمد سلیمی^۳

^۱استادیار دانشکده مهندسی خودرو، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

^۲استادیار دانشکده مهندسی خودرو، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

^۳کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی خودرو، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

*مسئول مکاتبات: mdahmardeh@iust.ac.ir

چکیده

واژگان کلیدی

سیستم گرمایش
خودروی الکتریکی
خودروی هیبرید
کابین
تهویه مطبوع

تاریخچه مقاله

تاریخ دریافت ۱۳۹۶/۰۹/۰۱

تاریخ پذیرش ۱۳۹۷/۰۶/۳۱

گرمایش کابین در خودروهای هیبرید و الکتریکی از اهمیت فراوانی برخوردار است. این خودروها برخلاف خودروهای احتراق داخلی از منبع گرمایی مانند موتور احتراق داخلی برخوردار نیستند. بنابراین تامین انرژی مورد نیاز جهت گرمایش در کابین سرنشین برای این نوع از خودروها دارای دشواری‌هایی است. تحقیقات علمی و عملی پیرامون این موضوع صورت گرفته است ولی هنوز این مساله جزء مهمترین دغدغه‌های تولیدکنندگان این نوع از خودروها است. هدف از این مقاله بررسی انواع روش‌های گرمایش کابین خودرو و کارهای صورت گرفته در این خصوص است. در این راستا، به بررسی روش‌های گرمایش با مواد دارای ضریب دمایی مثبت، سیستم پمپ حرارتی، مواد مگنتوکالریک، ترموالکتریک، مادون قرمز پرداخته شده است. در ادامه به نتیجه‌گیری و بیان پیشنهادات جهت ادامه کار پرداخته شده است. با توجه به مزایا و معایب هر روش، استفاده از ترکیب و هیبرید روش‌های مختلف نظیر پمپ حرارتی و گرمایش موضعی به منظور جبران نواقص هر روش پیشنهاد است.

۱ مقدمه

سیستم گرمایش کابین در خودروهای هیبرید و الکتریکی از اهمیت دوچندانی برخوردار است، زیرا این خودروها از منبع گرمایی مانند موتور احتراق داخلی محروم هستند و استفاده سیستم گرمایش از باتری خودرو، محدوده رانندگی را به میزان بسیار زیادی تحت تاثیر قرار می‌دهد. بررسی‌ها و تحقیقات محققان مختلف نشان می‌دهد که سیستم گرمایش کابین در خودروهای هیبرید و الکتریکی، پیمایش مسیر خودرو را با افت ۵۰ درصدی مواجه می‌کند که این امر اهمیت بررسی این موضوع را به وضوح نشان می‌دهد [۳].

پس از پی بردن به این که استفاده از سیستم گرمایش کابین خودرو باعث بروز افت بسیار چشم‌گیری در عملکرد خودروهای هیبرید و الکتریکی می‌شود، حال لازم است تا به معرفی روش‌های مختلف برای گرمایش خودرو پرداخته و با بررسی هرکدام از این روش‌ها و مقایسه آنها با یکدیگر و همچنین مطالعه کارهای علمی و عملی انجام شده در این حوزه، سعی در به کارگیری روشی نمایم که کمترین تاثیر منفی را روی عملکرد خودرو داشته باشد.

به طور کلی و با مطالعه منابع علمی مختلف و کارهای عملی انجام شده توسط شرکت‌های خودرو ساز، انواع روش‌های گرمایش کابین را به دو دسته روش‌های گرمایش کلی کابین و روش‌های گرمایش موضعی کابین تقسیم‌بندی می‌کنیم که هرکدام از این روش‌ها نیز به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند که در ادامه به معرفی آنها خواهیم پرداخت.

۲ گرمایش کلی کابین

پس از مرور کلی بر خودروهای هیبرید و تمام الکتریکی و پی بردن به اهمیت

در حال حاضر تمام محصولات و تولیدات شرکت‌های خودروساز داخلی محدود به خودروهایی با موتور احتراق داخلی است. منتهی در میان محصولات شرکت‌های خودروسازی معتبر خارجی نظیر تویوتا، هوندا، کیا، جنرال موتورز، هیوندا و فورد هم اکنون محصولات هیبرید^۱ و الکتریکی^۲ دیده می‌شود. در نتیجه خودروهای هیبرید و الکتریکی بخش مهمی از بازار خودرو را به خود اختصاص داده‌اند و به منظور راحتی سرنشینان این مدل از خودروها می‌بایست شرایط آب و هوایی ایده‌آلی را در داخل کابین خودرو فراهم کرد. امروزه سیستم تهویه مطبوع در خودرو از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. سرنشینان خودرویی که دارای سیستم تهویه مطبوع پیشرفته و مجهزی است، احساس آرامش می‌کنند و چه بسا در شرایط سخت رانندگی در جاده‌های طولانی، به دلیل داشتن این سیستم، سختی‌های سفر را بر خود هموار سازند و آن را با خاطره‌ای خوش به پایان رسانند. سیستم‌های تهویه مطبوع پس از سال‌ها سیر تکاملی، به شکل امروز خود رسیده‌اند. این سیستم در ابتدا از سرنشینان خودرو در برابر تابش مستقیم نور خورشید یا بادهای شدید محافظت می‌کرد. پس از مدتی، سیستم گرمایش برای غلبه بر سرما طراحی شد و بالاخره با ساخت کولر، هوایی مطبوع و خنک در اتاق خودرو فراهم آمد. با توجه به جایگاه مهم گرمایش در سیستم تهویه مطبوع خودرو بهتر است روش‌های رایج برای گرمایش کابین خودرو را بررسی کرده و با اصول آن آشنا شویم و مزایا و معایب هر روش را بررسی کرده تا بیشترین بهره را از سیستم گرمایش کابین ببریم [۱، ۲].

¹Hybrid Electric Vehicles

²Electric Vehicles

ویژگی‌های خاصی مانند خود تنظیم حرارتی، مصرف انرژی کارآمد هستند. همچنین این مواد هیچ خطر آتش‌سوزی ندارند، زیرا هیچ قطعه مشتعل و برافروخته در ساختار آن وجود ندارد. همچنین هیچ نیازی به محافظت در برابر دمای اضافی ندارند، بدون بو، بدون تابش و اکسیداسیون هستند. زمان سریع پاسخ‌گویی، طراحی جمع و جور، عمر طولانی و محدوده دمایی ۵۰ تا ۳۲۰ درجه سانتی‌گراد را دارا هستند [۴، ۵].

۲.۲ گرمایش با سیستم پمپ حرارتی

وسایل نقلیه الکتریکی گرمای تلف‌شده نامساعدی را برای گرم کردن داخل کابین و سیستم کنترل آب و هوا تولید می‌کنند که این امر تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی بهره‌وری انرژی و مسافت طی شده توسط خودرو دارد. پمپ حرارتی (HP)^۲ یک روش مناسب برای بهبود بهره‌وری مصرف انرژی در خودروهای الکتریکی است که می‌تواند سرمایش و گرمایش را تولید کند. به نظر می‌رسد که سیستم پمپ حرارتی یک گزینه معقول و عملی در سیستم کنترل آب و هوای خودروی تمام الکتریکی است، البته مشروط به اینکه به برخی مسائل ضروری مربوط به آن پاسخ مناسب داده شود [۶].

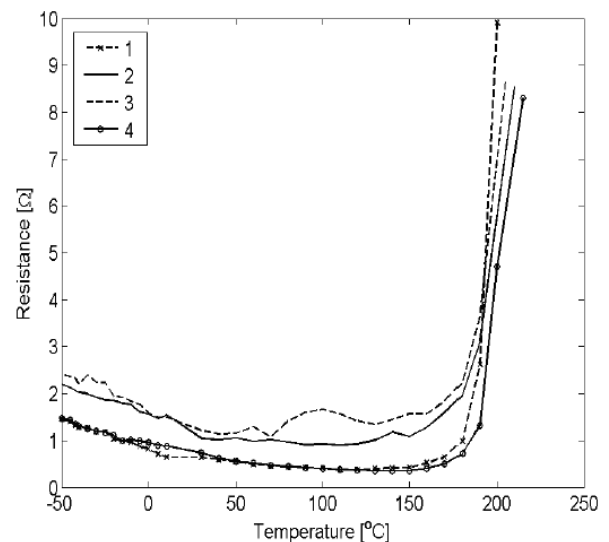
در ادامه به معرفی اصول عملکردی پمپ گرمایی در دو حالت سرمایش و گرمایش می‌پردازیم. چرخه نشان‌داده‌شده در شکل ۳ معرف حالت سرمایش سیستم پمپ گرمایی است. در چرخه نشان‌داده‌شده در شکل ۳، یک مبرد (مثل فریون) در ابتدای چرخه به صورت مایع است (گاز موجود، تحت فشار به مایع تبدیل می‌شود)، این مبرد بسیار سرد است. این مبرد وارد کوپل‌های اواپراتوری در تماس با هوای داخل کابین می‌شود و به وسیله یک فن هوای خنک وارد فضای داخل کابین می‌شود (نقطه ۱). پس از ترک اواپراتور، کوپل‌های داخلی آن که گرما را از محیط جذب کرده‌اند بخار شده و به شکل گازی در می‌آیند. سپس مبرد وارد یک کمپرسور می‌شود که در داخل کمپرسور درجه حرارت آن به شدت افزایش می‌یابد، به طوریکه مبرد کمپرسور را به عنوان یک گاز داغ ترک می‌کند (نقطه ۲). سپس مبرد به سمت کوپل‌های کندانسور که در خارج از محیط کابین قراردارد حرکت می‌کند و به وسیله یک فن جریان هوا بر روی کوپل‌های آن ایجاد می‌شود. از آنجا که درجه حرارت محیط بیرون کمتر از درجه حرارت بخار داغ داخل کوپل‌های کندانسور است، گرما از مبرد به هوای بیرون منتقل می‌شود و دمای مبرد کاهش یافته و گاز داخل کندانسور به مایع تبدیل می‌شود (نقطه ۳). سپس مبرد کندانسور را به عنوان یک مایع گرم ترک می‌کند. در این شرایط ما نیاز داریم تا گرمای مبرد کاهش یافته و آن را سردتر کنیم تا بتواند در مرحله بعدی گرمای بیشتری را جذب کند، به همین دلیل مبرد وارد شیر فشارشکن می‌شود تا هم دما و هم فشار آن کاهش یافته و مبرد دوباره با همان شرایط اولیه وارد ابتدای سیکل شود تا چرخه را کامل کند (نقطه ۴).

چرخه نشان‌داده‌شده در شکل ۴ نیز معرف حالت گرمایش در سیستم پمپ گرمایی است. در این حالت شیر معکوس شونده ۹۰ درجه می‌چرخد که در نتیجه آن جهت حرکت جریان مبرد را تغییر می‌دهد. مبرد در جهت معکوس از چرخه سرمایش حرکت می‌کند و به جای جذب گرما از داخل کابین، گرما را از هوای بیرون جذب کرده و به محیط داخل کابین انتقال می‌دهد. در این

سیستم گرمایش در این گونه خودروها، در این بخش به بررسی روش‌های کلی گرمایش در خودروهای هیبرید و تمام الکتریکی می‌پردازیم. به طور کلی روش‌های کلی گرمایش به سه دسته تقسیم می‌شوند که در ادامه به توضیح هرکدام از آنها خواهیم پرداخت.

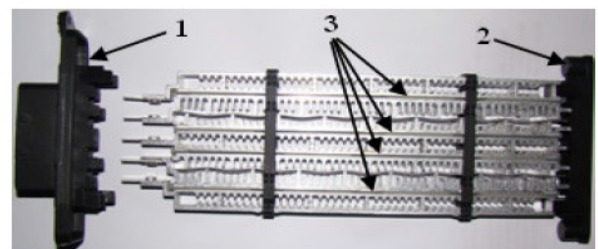
۱.۲ گرمایش با مواد دارای ضریب دمایی مثبت

استفاده از بخاری PTC^۱ یک روش گرمایش معمولی و رایج برای وسیله نقلیه الکتریکی است. به این صورت که مقاومت الکتریکی بخاری که شامل مواد PTC است با افزایش دمای عناصر بالا می‌رود تا به یک نقطه تعادل معینی برسد، هوایی که در اطراف عناصر گرم PTC است گرم می‌شود و توسط یک فن به داخل کابین مسافر هدایت می‌شود. همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، اطلاعات به دست آمده نشان می‌دهد که مقاومت الکتریکی ابتدا با افزایش دما کاهش می‌یابد و پس از رسیدن به مقدار مشخصی، با افزایش دما، افزایش می‌یابد [۴].



شکل ۱: منحنی مقاومت الکتریکی - دما برای یک عنصر PTC دلخواه [۴]

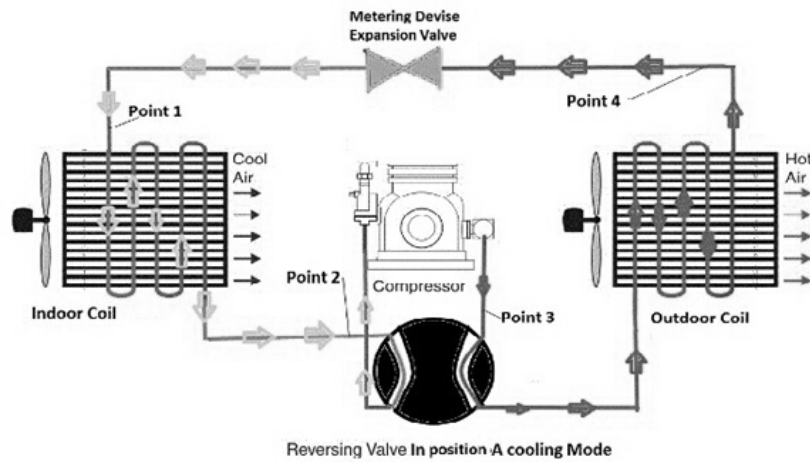
بخاری حرارتی نشان‌داده‌شده در شکل ۲، متشکل از یک صفحه پلاستیکی (۱)، یک اتصال الکتریکی عناصر (۲) و عناصر مقاومت حرارتی با پره (۳) است [۴].



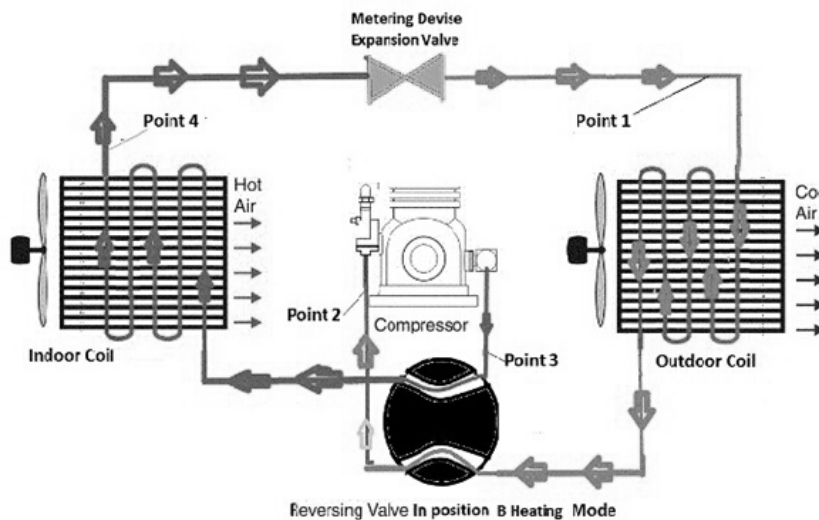
شکل ۲: اجزای بخاری PTC [۴]

بخاری PTC برای افزایش آسایش حرارتی مسافر استفاده می‌شود. با توجه به ظرفیت خودتنظیم حرارتی و زمان پاسخ بالا، این بخاری‌ها برای آسایش حرارتی بسیار مناسب هستند. مقاومت گرمایی PTC دارای

¹Positive Temperature Coefficient ²Heat Pump

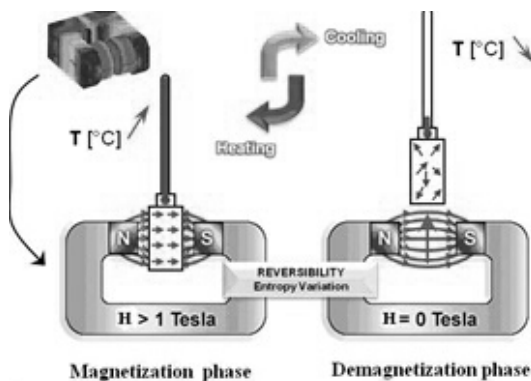


شکل ۳: عملکرد پمپ گرمایی در حالت سرمایش



شکل ۴: عملکرد پمپ گرمایی در حالت گرمایش

آدیاباتیک دمای مواد را تغییر می‌دهد. این تغییر در درجه حرارت است که اثر MC نامیده می‌شود. تحت فرآیند آدیاباتیک هم‌فشار، یک میدان مغناطیسی می‌تواند باعث خنک‌کردن و گرم‌شدن مواد شود. شکل ۵ اثر MC را با دو توالی اصلی چرخه مستقیم گرمایش یا سرمایش مغناطیسی نشان می‌دهد [۷].



شکل ۵: اصول MCE [۷]

هنگامی که میدان مغناطیسی اعمال می‌شود، میدان مغناطیسی H با دو

شرایط کویل‌های داخلی کندانسور می‌شوند و کویل‌های خارجی به اواپراتور تبدیل می‌شوند.

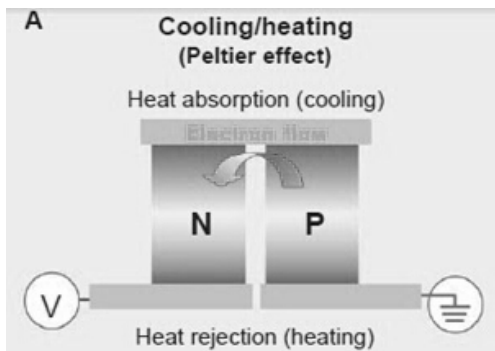
نکته حائز اهمیت این است که پمپ گرمایی، حرارت تولید نمی‌کند بلکه تنها گرمای حاضر را از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر منتقل می‌کند. تنها تفاوت این پمپ‌ها با سیستم‌های تهویه مطبوع رایج یک شیر معکوس‌کننده است که اجازه می‌دهد که جهت حرکت میرد را معکوس کنیم و هم حرارت و هم سرما تولید کنیم، در ضمن این پمپ‌ها در آب و هوای معتدل بسیار پرفرمدار هستند [۶].

۳.۲ گرمایش با استفاده از مواد مگنتوکالریک

اثرات مگنتوکالریک (MCE)^۱ تحت تاثیر میدان مغناطیسی و در میدان‌های مغناطیسی مختلف متغیر است و شدت اثر MC هم به خواص هر یک از مواد آن بستگی دارد. در طول دهه گذشته نیز تلاش‌های بسیاری برای پیدا کردن مواد و آلیاژهای جدید که اثرات MC دارند شده‌است. اثر MC رابطه بسیار نزدیکی با مفهوم آنتروپی دارد. تغییر در آنتروپی مغناطیسی، در شرایط

¹MagnetoCaloric Effect

ماده حرکت کند و این باعث می‌شود که یک طرف ماده گرم و طرف دیگر جسم سرد شود [۸].



شکل ۶: اصول عملکردی مواد ترموالکتریک [۸]

قطبی مغناطیسی در مود مغناطیسی (سمت چپ شکل ۵)، هم راستا می‌شود. در این حالت، ساختار مواد مرتب و منظم می‌شود و آنتروپی مغناطیسی کاهش می‌یابد و چون آنتروپی کل ثابت می‌ماند، در نتیجه دما افزایش می‌یابد. هنگامی که میدان مغناطیسی اعمال شده برداشته شود، در یک عمل مغناطیس زدایی آدیاباتیک، آنتروپی کل ثابت می‌ماند و دما کاهش می‌یابد و در نتیجه آنتروپی مغناطیسی افزایش می‌یابد (سمت راست شکل ۵). مزایای این سیستم شامل افزایش بهره‌وری انرژی، کاهش مصرف انرژی الکتریکی، کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و عدم آسیب رساندن به جو با حذف تمام گازهای مبرد است. همچنین پیشرفت‌های اخیر تکنولوژی به شدت نشان می‌دهد که در آینده نزدیک خنک‌کننده‌های مغناطیسی ممکن است به سنگ‌بنایی برای انرژی کارآمد و حفظ محیط زیست در کاربردهای خودرویی شوند [۷].

۳ گرمایش موضعی کابین

۲.۳ گرمایش با استفاده از مواد مادون قرمز

درخواست گرما با استفاده از شیوه‌های مرسوم در یک وسیله نقلیه الکتریکی می‌تواند محدوده رانندگی را تا ۵۰ درصد کاهش دهد. دیگر مفاهیم گرمایش نیاز به تجهیزات پیچیده گرمایشی اضافی دارد و می‌تواند وزن خودرو را به طرز قابل توجهی افزایش دهد. در این بخش یک سیستم حرارتی سرنشین خودرو با استفاده از یک پوشش حرارتی ویژه شرح داده شده است. پوشش اشعه مادون قرمز^۲ توسط یک جریان الکتریکی تولید می‌شود که این گرمای تولیدی بسیار راحت و مناسب توصیف شده‌است. برای سیستم‌های حرارت مادون قرمز ارائه شده، تقاضای انرژی برای حرارت به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد، زیرا که برق بسیار کمی برای این کار مورد نیاز است. همچنین بعد از حدود ۲۰ دقیقه می‌توان آب و هوای مناسب و راحتی را با این سیستم در داخل کابین ایجاد کرد. سیستم اشعه مادون قرمز در یک پوشش رسانای الکتریکی است. هنگامی که یک جریان الکتریکی از طریق پوشش گرما تولید می‌کند، گرمای ناشی از اشعه مادون قرمز، به جای هوا مستقیماً به مسافر منتقل می‌شود. این سیستم پوششی را می‌توان در نقاط مختلف خودرو جاسازی کرد. به طور مثال می‌توان آن را در کنسول وسط داشبورد، فرمان، پوشش داخلی درب اصلی و همچنین نقاط نشان‌داده‌شده در شکل ۷ به کار برد [۹].



شکل ۷: نمونه‌ای از عناصر گرمایش اشعه مادون قرمز نصب‌شده در وسیله نقلیه آزمایشی تمام الکتریکی [۹]

پس از بررسی روش‌های گرمایش کلی در بخش قبل که از مهمترین و کلی‌ترین روش‌های مورد استفاده در خودروهای هیبرید و تمام الکتریکی هستند، در ادامه به بررسی روش‌های موضعی کابین خواهیم پرداخت. این روش‌ها عموماً بر پایه گرمایش به صورت تابشی و انتقال گرما به طور مستقیم به شخص سرنشین استوار هستند و عموماً به تنهایی قادر به تامین انرژی گرمایی مورد نیاز سرنشین به تنهایی نیستند. امروزه محققان مطالعات زیادی را بر روی این روش‌ها به منظور افزایش کارایی آنها انجام داده‌اند. در ادامه به معرفی این روش‌ها خواهیم پرداخت.

۱.۳ گرمایش با استفاده از مواد ترموالکتریک

مواد ترموالکتریک (TE)^۱ مبدل‌های انرژی حالت جامدی هستند که خواص حرارتی، الکتریکی و نیمه‌هادی آنها اجازه می‌دهد که برای تبدیل گرمای تلف‌شده به برق و یا تبدیل نیروی برق به طور مستقیم به سرمایش و گرمایش مورد استفاده قرار گیرند. این مواد را می‌توان در سیستم‌هایی مبتنی بر مایع مانند پمپ گرمایی بکار برد. همچنین می‌توان در مقیاس کوچکتر برای صندلی خودرو، سیستم دید در شب و محافظه خنک‌کننده الکتریکی بکار برد. تبدیل انرژی سیستم جامد نسبت به سیستم‌هایی که در آنها فشرده‌سازی و گسترش دو فاز (مایع/گاز) سیال وجود دارد، دارای سادگی بسیار زیادی هستند. با این حال بجز موارد محدودی، بازده عملیاتی سیستم‌های TE در مواردی که از آنها برای تامین اهداف به طور گسترده‌تر استفاده شده‌است، پایین است. با این حال برخی استفاده‌های تجاری آن موفق بوده است. تجهیزات TE، موتورهای حرارتی حالت جامد هستند که برخلاف سیستم‌های تهویه مطبوع رایج که از سیالات دو فاز و مبردهایی مثل R-۱۳۴a استفاده می‌کنند، تجهیزات TE از الکترون به عنوان سیال استفاده می‌کنند. شکل ۶ اصول عملکردی این مواد را نشان می‌دهد [۸].

در این مواد، جریان الکتریکی توسط الکترون‌های نوع P منتشر می‌شوند و این جریان از الکترون‌های نوع P به الکترون‌های نوع N منتقل می‌شود که این اتفاق در نیمه‌هادی‌ها، فلزات و یا شبه‌فلزات رخ می‌دهد. این انتقال الکترون از قطب P به قطب N سبب می‌شود که گرما از یک طرف ماده به سمت دیگر

¹Thermoelectric ²Infrared

۴ نتیجه‌گیری

مراجع

- [1] M. Ehsani, Y. Gao, S. E. Gay and Emadi, A. *Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles: fundamentals, theory, and design*. CRC press., USA, 2009.
- [2] MohammadiAghdash, M. Check air conditioning in hybrid and electric cars. Master's thesis, Iran University of Science and Technology, Iran, 8 2016.
- [3] J. Lee, S. Kwon, Y. Lim M. Chon and Kim, D. Effect of air-conditioning on driving range of electric vehicle for various driving modes. in *SAE Technical Paper*. SAE International, 03 2013.
- [4] R. Musat, and E. Helerea. Characteristics of the ptc heater used in automotive hvac systems. in *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol. 314. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010.
- [5] Y. H. Shin, S. K. Ahn and Kim, S. C. Performance characteristics of ptc elements for an electric vehicle heating system. *Energies*, (10: 813):1-9, 2016.
- [6] Qi, Zhaogang. Advances on air conditioning and heat pump system in electric vehicles – a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38:754 – 764, 2014.
- [7] C. Vasile, A. Nume, M. Risser C. Muller C. Applications and Imbs, I. A. Thermo-magnetic innovative technology for green automotive applications 2 multiphysics problem formulation. in *Computer Applications in Environmental Sciences and Renewable Energy*, pp. 11-17, 2014.
- [8] Bell, L. E. Cooling, heating, generating power, and recovering waste heat with thermoelectric systems. *Science*, 321 5895:1457-61, 2008.
- [9] A. Frohner, D. Dvorak, T. Bäuml and Simic, D. Novel heating concept for full electric vehicles. pp. 2-5. Springer Vienna, 2015.

در طی بخش‌های گذشته روش‌های مختلف گرمایش خودروی هیبرید و تمام‌الکتریکی و توضیحات مربوط به آنها به طور دقیق مورد بحث قرار گرفت. در بخش اول که مربوط به گرمایش کابین خودرو با استفاده از روش‌های کلی بود، سه روش کلی مورد بحث قرار گرفت.

اولین روشی که به آن اشاره شد روش گرمایش با مواد دارای ضریب دمایی مثبت بود. از مهمترین مزایای این روش این بود که هزینه بسیار کمی برای راه‌اندازی داشته و یک روش ارزان و ساده محسوب می‌شود. همچنین اندازه جمع‌وجور، خروجی حرارت بسیار بالا، ساختار ساده و پاسخ سریع از دیگر مزایای این روش محسوب می‌شود. اما مهمترین عیب این روش مصرف بسیار بالای انرژی است به طوری که تاثیر بسیار زیادی بر روی کاهش پیمایش خودرو می‌گذارد.

دومین روشی که به آن اشاره شد، روش گرمایش با استفاده از سیستم پمپ حرارتی است. این روش از پرکاربردترین و مهمترین روش‌های گرمایش در خودروهای هیبرید و تمام‌الکتریکی به حساب می‌آید و دارای ویژگی‌هایی است. از مهمترین مزایای این روش اندازه و وزن کم، کنترل دقیق دما، قابلیت اطمینان بالا و قابلیت سرمایش با همان سیستم است. همچنین مهمترین عیب این روش ناتوانی سیستم در مناطق بسیار سرد و هزینه بالای سیستم است. سومین روش مرتبط با این بخش نیز گرمایش با استفاده از مواد مگنتوکالریک است که دارای مزایایی مثل استفاده از منابع تجدیدپذیر، صدای پایین، راندمان بالا و معایبی مثل مسئله مواد مگنتوکالریک، میدان مغناطیسی بزرگ و کاهش مسافت رانندگی است. در بخش دوم که مربوط به گرمایش کابین خودرو با استفاده از روش‌های موضعی بود، دو روش مورد بحث قرار گرفت که این روش‌ها شامل گرمایش با استفاده از مواد ترموالکتریکی و گرمایش با استفاده از مواد مادون قرمز هستند. به طور کلی روش‌های مرتبط با بخش دوم دارای ویژگی‌های مثبتی مثل وزن کم، سرعت پاسخ بالا، جانمایی راحت و مناسب در داخل کابین، کم صدا یا بی‌صدا بودن و دارای معایبی مثل عدم توسعه کامل این نوع از سیستم‌ها و عدم توانایی در گرمایش مناسب کابین خودرو هستند.

به طور کلی کلیه روش‌های ذکر شده در جهت کمک به حفظ محیط زیست و کاهش گازهای گلخانه‌ای عمل می‌کنند که این ویژگی مهمترین مزیت این روش‌ها هست. آنچه که در پایان این مقاله می‌تواند مورد توجه قرار گیرد این موضوع است که هر کدام از روش‌های ذکر شده ممکن است دارای نقص یا عیب‌هایی باشند ولی آنچه که می‌تواند منجر به برطرف کردن این نقص‌ها شود این مسئله است که برخی از این روش‌ها به طور همزمان در یک خودروی نقلیه هیبرید یا الکتریکی مورد استفاده قرار گیرند به گونه‌ای که بتوانند نقص‌های یکدیگر را پوشش داده و شرایط مناسبی را برای سرنشین داخل خودرو فراهم آورند. به عنوان مثال ترکیبی از روش‌های گرمایش پمپ حرارتی و گرمایش PTC و یا ترکیبی از گرمایش پمپ حرارتی و روش‌های گرمایش موضعی کابین می‌تواند گرمای بسیار مناسبی را در داخل کابین خودرو فراهم کند که امروزه این موضوع در دستور کار تولیدکنندگان خودروهای هیبرید و الکتریکی قرار دارد.