KNO-1103-4502

نقش برجسته باتری های لیتیومی در بهبود عملکرد و پایداری خودروهای الکتریکی

علیرضا جوشن

کارشناسی ارشد برق قدرت گرایش الکترونیک قدرت و ماشین های الکتریکی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران

Alireza.joshan.guilan@gmail.com

چکیده

استفاده از باتری های لیتیومی در صنعت خودروسازی به دلیل ویژگی های فوق العاده ای که دارند، به یک انقلاب بزرگ در تولید خودروهای الکتریکی منجر شده است. این مقاله به بررسی عمیق و مفصل ویژگی ها و مزایای این تکنولوژی پرداخته و نقش اساسی باتری های لیتیومی در بهبود عملکرد و کارایی خودروهای مدرن را مورد بررسی قرار می دهد. از مزایای این باتری ها می توان به قدرت و کارایی بالا، عمر زیاد، زمان شارژ کوتاه، و کمبود انتشارات گازهای گلخانه ای اشاره کرد. با توجه به همه این ویژگی ها، به نظر می رسد استفاده از باتری های لیتیومی در خودروسازی یک گام مهم در راستای پایداری، اقتصادی و محیط زیستی بوده و آینده روشنی برای صنعت خودروسازی رقم زده است.

کلیدواژه ها: *باتری های لیتیومی، خودروسازی، تکنولوژی، کارایی، پایداری*

۱. مقدمه

در دهه های اخیر، تغییرات آب و هوایی و چالش های محیط زیستی به یکی از بزرگ ترین چالش های جهان مدرن تبدیل شده اند. جستجو برای راه حل های پایدار و پاکیزه برای انتقال، به ویژه در صنعت خودروسازی، اهمیت بیشتری یافته است. در این زمینه، توسعه و استفاده از تکنولوژی باتری های لیتیومی به عنوان یک گام پیشرو در بهره وری انرژی و کاهش انتشارات گازهای گلخانه ای در صنعت خودروسازی، نه تنها امری ضروری بلکه انقلابی در تغییر مدل های موجود محسوب می شود[۱].

باتری های لیتیومی، به عنوان رده ای برتر از سایر تکنولوژی های باتری، به عنوان دلیلی عظیم برای پیشرفت صنعت خودروسازی و تحولات سریع آن شناخته می شوند[۲]. علاوه بر مزایای منحصر به فرد این باتری ها، شامل کارایی بالا، عمر زیاد، و پراستفاده بودن، نقش اساسی آن ها در کاهش وابستگی به سوخت های فسیلی و پیشرفت به سوی راهکارهای بهره وری انرژی و پایداری، بی شک یکی از افتخارات اصلی این تکنولوژی است. با توجه به این پیشرفت های چشمگیر، ضروری است که به تجسم عمیق تری از نقش اساسی باتری های لیتیومی در ایجاد انقلابی اکونومیک و محیطی گام برداریم[۳و۴]. از این رو، دراین مقاله، جهت پیشرفت در مسیر تحقیقاتی، چشم اندازی برای بررسی و تحلیلی عمیق از ویژگی ها و فواید منحصر به فرد استفاده از باتری های لیتیومی در صنعت خودروسازی ارائه خواهیم کرد.

در دهه های گذشته، تحقیقات و مطالعات بسیاری در زمینه استفاده از باتری های لیتیومی در صنعت خودروسازی انجام شده است که به توسعه و بهبود تکنولوژی های مرتبط با این باتری ها کمک کرده است. این تحقیقات به بررسی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی باتری های لیتیومی، بهبود عمر مفید و کارایی آن ها، کاهش زمان شارژ و افزایش قدرت،و همچنین بهبود فرآیندهای بازیافت و دورریزی این باتری ها پرداخته اند. تحقیقات نشان داده است که خودروهای سوختی منابع زیادی از گازهای گلخانه ای را تولید می کنند که منجر به آلودگی هوا و تغییرات آب وهوایی شده

است. مطالعات حاکی از این است که باتری های لیتیومی نه تنها دارای ظرفیت بالا و عمر طولانی هستند، بلکه نیازبه صرفه جویی در انرژی و کاهش آلودگی دارند[۵-۸]. تحقیقات اخیردر این زمینه نشان داده اند که توسعه تمام صفحه ای باتری های لیتیومی، کارایی و عمر مفید بیشتر و انجام شارژ سریع تر از قبل را ممکن کرده است. همچنین، روش های جدیدی برای بهبود پایداری و کارایی باتری های لیتیومی در شرایط مختلف از جمله دما و فشار، مورد توجه قرار گرفته است. مطالعات اخیر نشان داده است که توسعه خودروهای الکتریکی، با استفاده از باتری های لیتیومی، می تواند به کاهش مصرف سوخت و بروزنیازهای انرژی پاک کمک کند، همچنین به کاهش انتشارات گازهای گلخانه ای منجر خواهد شد. بررسی ها نشان داده است که انتقال به خودروهای الکتریکی با استفاده از باتری های لیتیومی، می تواند به اقتصاد و اشتغال منجر شود و به حفظ محیط زیست کمک کند. این تحقیقات به عنوان پایه و دافعه برای تحولات مهم در صنعت خودروسازی، نقش حیاتی و کلیدی داشته و بهبود های مداوم در این زمینه راتحت تاثیر قرار داده است[۹و۱۰].

زغال سنگ محور اصلی انقلاب صنعتی قرون ۱۸ ام و۱۹ ام بوده است. با پیدایش حمل و نقل جاده ای(اتومبیل) و هوایی، نفت به عنوان سوخت غالب در طول قرن بیستم تبدیل شد. در سال ۲۰۰۹، مصرف نفت جهان روزانه در حدود۸۴/۵ میلیون بشکه(حدود ۸۸ میلیون بشکه در سال۲۰۱۱) بود که ۳۵ درصد آن سهم حمل ونقل زمینی بود[۱۱و۱۲].

برخی محققان بحث می کنند که نفت تولید شده از منابع معمول در حدود۵۰ درصد تا سال۲۰۳۰کاهش خواهد یافت بدون اینکه نرخ مصرف کاهش یابد. علاوه بر منابع سوخت فسیلی محدود، نگرانی رو به رشد اخیر درباره پیامد زیست محیطی استفاده ازمواد نفتی(پترولیم) نیاز برای استفاده از منابع انرژی جایگزین و وسایل نقلیه برقی (الکتریکی) را الزامی نموده است[۱۳و۱۴].

برخلاف این پیشینه، این کاملا واضح است جامعه مدرن ملزم خواهد بود تا با تغییر ناگهانی و شدید در شیوه ای روبرو شود که انرژی در دسترس را در سال های آتی تولید و به مصرف می رساند.

امروزه، فشار فزاینده سیاسی برای تولید و استفاده از انرژی«سبز» احساس می شود.اگرچه یک تعداد راه حل محتمل برای چالش حمل و نقل وجود دارد، همانند استفاده از سوخت های زیستی و هیدروژن، بسیاری بر این باور هستند که هیبرید سازی و برقی سازی وسایل نقلیه بهترین روش ها برای حل و فصل این مسئله هستند که صنعت حمل و نقل با آن روبرو خواهدشد. باتری ها یکی ازچالش های اصلی هستند که صنعت خودرو ملزم تا به منظور ایجاد تغییر مثبت به آن غلبه کند[۱۴و۱۵].

شرکت های خودروسازی به طور گسترده از باتری هایNIMH برای وسایل نقلیه هیبرید در دهه اخیر استفاده کرده اند و این باتری ها هنوز به دلیل هزینه پایین بر هر وات توان مورد استفاده قرار می گیرند. به هرحال، طیف عملیاتیSOC محدود و چگالی انرژی پایین آن ها را برای وسایل نقلیه برقی(EVs) نامناسب ساخته اند[۱۶].

راه حل به نظرمی رسد که از تکنولوژی باتری لیتیوم- یون حاصل شود. باتری های لیتیوم- یون به طور گسترده در تجهیزات قابل حمل همانند تلفن های همراه و کامپیوتر های لپ تاپ مورد استفاده قرار گرفته اند. درسال های اخیرو درحال حاضر این باتری ها به نظرمی رسد که نوید بخش ترین تکنولوژی برای ذخیره سازی انرژی در وسایل نقلیه برقی و هیبرید بوده اند.

باتری های لیتیوم یونی به دلیل چگالی انرژی بالا، کارایی و طول عمر بالا به طورگسترده درخودرو های الکتریکی و هیبریدی استفاده می شوند[۲۰-۱۷]. طبق گزارش BloombergNEF(2020) میانگین بسته باتری لیتیوم یونی در وسایل نقلیه الکتریکی(EVs) دارای چگالی انرژی در حدود ۱۶۰وات ساعت برکیلوگرم و هزینه تقریبا ۱۵۶ دلار درهر کیلووات ساعت است. در مورد سهم بازار خودروهای برقی و هیبریدی، آژانس بین المللی انرژی(IEA)گزارش می دهد که در سال ۲۰۲۰، خودروهای برقی۴,۶ درصد از فروش جهانی خودرو را به خود اختصاص داده اند، در حالی که خودروهای هیبریدی۱۱,۹ درصد را تشکیل می دهند. انتظار می رود بازار خودروهای برقی و هیبریدی در سال های آینده به دلیل پیشرفت های

فناوری باتری، مشوق های دولت و افزایش نگرانی ها در مورد تغییرات آب و هوا و آلودگی هوا، رشد قابل توجهی انتظار می رود. تا ۳۱ می ۲۰۲۴، بازار جهانی خودروهای الکتریکی ۱۳درصد ازفروش جهانی خودرو را به خود اختصاص داده است و خودروهای هیبریدی نیز۱۶,۵ درصد از فروش جهانی خودرو را تشکیل می دهند. با این حال،این اعداد براساس نوسانات بازار و پیشرفت در صنعت در معرض تغییر هستند[۶۷و۶۸].

شکاف های پژوهشی با توجه به مطالعات، به موضوعات یا سوالاتی اشاره دارندکه هنوز مورد بررسی، تحقیق و پژوهش قرار نگرفته اند و نیازمند بررسی و تحلیل بیشترهستند. این شکاف ها ابهامات و نقاط ضعف در دانش موجود را نمایان می کنند و برای پژوهش های آینده یا مطالعات توجیهی برای پر کردن این شکاف ها اهمیت دارند. شکاف های پژوهشی در زمینه باتری های لیتیوم و خودروهای الکتریکی به عنوان یکی از حوزه های کلیدی در تحقیقات برای بهبود عملکرد و ایمنی این خودرو ها شناخته می شود که عبارتنداز:

۱-کاهش هزینه و افزایش کارایی:یکی از شکاف های مهم در پژوهش های باتری لیتیوم و خودروهای الکتریکی، کاهش هزینه و افزایش کارایی باتری ها است. افزایش چگالی انرژی، کاهش وزن و هزینه تولید باتری ها می تواند بهبود قابل ملاحظه ای در عملکرد خودروهای الکتریکی ایجاد کند.

۲- بازیافت و دورریز کمتر: مواد استفاده شده در ساخت باتری های لیتیوم باید بتوانند به راحتی بازیافت شوند و دورریز کمتری ایجاد شود. تحقیقات برای تولید باتری های بازیافت پذیر و سبک تر ازاهمیت بسزایی برخوردارند.

۳- افزایش عمر مفید باتری: افزایش عمر مفید باتری های لیتیوم برای جلوگیری از خرابی زودهنگام و افزایش دوام خودروهای الکتریکی بسیار اهمیت دارد.

۴- سرعت شارژ و توانایی ذخیره انرژی: سرعت شارژ باتری های لیتیوم و توانایی آن ها در ذخیره و تجدید انرژی، دو ویژگی بسیار حیاتی برای پذیرش گسترده خودروهای الکتریکی هستند که نیازمند بهبودات مداوم هستند.

این شکاف ها فرصت های عظیمی را برای پژوهش های آینده در زمینه بهبود فناوری باتری های لیتیوم و خودروهای الکتریکی ارائه می دهند و می تواند به بهبود پایداری، عملکرد و استفاده گسترده از خودروهای الکتریکی کمک کند[۲۱-۲۷].

در نتیجه ،در مقاله حاضر برطرف کردن شکاف های پژوهشی موجود در هنگام استفاده از باتری های لیتیومی، می تواند به تحقق اهداف پایداری، افزایش بهره وری، وکاهش اثرات منفی بر محیط زیست کمک کندو راهی برای پیشرفت صنعت خودروسازی مطرح شود. در این مقاله، به روش های نوین برای بهبود عملکرد و ایمنی خودروهای الکتریکی از طریق بهبود فناوری باتری های لیتیوم پرداخته شده است. این مقاله به معرفی راهکارهایی برای کاهش هزینه، افزایش کارایی، بازیافت مواد، افزایش عمر مفید و بهبود سرعت شارژ باتری ها می پردازد، که منجر به پیشرفت و ارتقاء بهره وری خودروهای الکتریکی خواهد شد.

۲. مطالعه ی ابتدایی در زمینه باتری‌های لیتیوم و خودروهای الکتریکی

۲,۱.ویژگی‌های باتری‌های لیتیوم

تحولات جدید در عرصه خودروسازی و روند پایدارسازی حمل ونقل، نیازمند نگاهی دقیق به تکنولوژی باتری های لیتیوم و نقش آن ها در این صنعت است. در این بخش، به تحلیل این ویژگی های برتر و حیاتی این نوع باتری ها و تاثیرات آن برخودروهای الکتریکی می پردازیم.

- چگالی انرژی: باتری‌های لیتیوم دارای چگالی انرژی بالا هستند که این امر منجر به افزایش مسافت طی شده توسط خودروهای الکتریکی می‌شود.

- زمان شارژ و دوام: میزان زمان لازم برای شارژ و زمان عمر مفید باتری‌های لیتیوم، بخش‌های کلیدی در عملکرد و محبوبیت خودروهای الکتریکی می‌باشند.

- وزن و ابعاد: باتری‌های لیتیوم به دلیل وزن و اندازه کم، مناسب برای استفاده در خودروهای الکتریکی بوده و امکان انعطاف‌پذیری در طراحی فضای داخلی خودروها را فراهم می‌کنند

با تاکید بر اهمیت انتخاب و استفاده از باتری های لیتیوم، می توان به توانایی این تکنولوژی در ایجاد حمل ونقل سبز و پایداراشاره کرد. ادامه پژوهش در این حوزه و بهره برداری بهینه ازاین منابع انرژی، می تواند انگیزه ای برای توسعه ی صنعت خودروسازی پایدار شود [۲۸-۳۰].

۲,۲. نقش باتری‌های لیتیوم در خودروهای الکتریکی

- منبع اصلی انرژی: باتری‌های لیتیوم به عنوان منبع اصلی تامین انرژی برای موتور الکتریکی خودروهای الکتریکی عمل می‌کنند.

- تأثیر بر ایمنی و پایداری: عملکرد ایمنی و پایداری خودروهای الکتریکی به طور مستقیم با کیفیت و کارایی باتری‌های لیتیوم مرتبط است.

- تأثیر بر کارایی و محیط‌زیست: استفاده از باتری‌های لیتیوم، بهبود کارایی خودروهای الکتریکی و کاهش مصرف سوخت و انتشار گازهای گلخانه ای را تسهیل می‌کند[۳۱و۳۲].

۲,۳. طبقه‌بندی انواع باتری‌های لیتیوم

- باتری‌های لیتیوم-یون: این نوع باتری برتری بزرگی در زمینه چگالی انرژی، زمان شارژ و عمر مفید نسبت به سایر انواع باتری‌ها دارد.

- باتری‌های لیتیوم-پلیمر: این باتری‌ها از مزایای وزن سبک، ابعاد فشرده و طول عمر بالا برخوردارند که انتخاب عالی برای استفاده در خودروهای الکتریکی می‌باشند[۳۳].

۳. تکنولوژی‌های نوین برای بهبود باتری‌های لیتیوم

استفاده ازتکنولوژی های نوین جهت بهبود عملکرد و کارایی باتری های لیتیوم، تا به اینجا به عنوان یکی از راهکارهای کلیدی برای توسعه صنعت خودروسازی و حمل و نقل پایدار شناخته شده است. در این راستا، اصلاحات و نوآوری های اخیر در زمینه تحقیق و توسعه، بهبود هزینه ها، سرعت شارژ و دوام باتری های لیتیوم را به چشم اندازهای جدید تبدیل کرده اند که عبارتند از:

۱- تکنولوژی های کاهش هزینه:

- تحقیق و توسعه مواد جدید: استفاده از مواد نوین با هزینه تولید پایین‌تر و خواص بهتر برای ساخت باتری‌های لیتیوم.

- فناوری تولید اتوماتیک: اتوماسیون فرآیند تولید و مونتاژ باتری‌های لیتیوم برای کاهش هزینه تولید.

- مدیریت هوشمند باتری: سیستم‌های مدیریت هوشمند باتری برای بهینه سازی عمر مفید و کارایی باتری‌ها.

۲- تکنولوژی‌های افزایش سرعت شارژ:

- شارژ سریع: استفاده از تکنولوژی‌های شارژ سریع برای کاهش زمان شارژ باتری‌های لیتیوم.

- شارژرهای دینامیک: توسعه شارژرهای دینامیک با توان بالا برای افزایش سرعت شارژ باتری‌ها.

- تکنولوژی های سیستم خنک کننده: استفاده از سیستم‌های خنک کننده موثر برای حفظ دمای بهینه شارژ باتری‌ها در زمان شارژ سریع.

۳- تکنولوژی های بهبود دورریز و دوام باتری‌های لیتیوم:

- کاتد و آند نوین:تحقیقات بر روی مواد کاتد و آند نوین با هدف افزایش دوام و کارایی باتری‌های لیتیوم.

- تحقیقات در زمینه الکترولیت: استفاده از الکترولیت‌های پیشرفته برای کاهش دورریز و افزایش عمر مفید باتری‌های لیتیوم.

- مدل‌سازی و بهینه‌سازی: استفاده از مدل سازی ریاضی و تکنولوژی بهینه سازی برای بهبود کارایی و دوام باتری‌های لیتیوم.

با توجه به این تکنولوژی‌ها، می‌توان به سرعت بهبود و پیشرفت فناوری باتری‌های لیتیوم و افزایش کارایی خودروهای الکتریکی را تسهیل کرد[۳۴و۳۵]. با تحولات جدید و توسعه تکنولوژی های پیشرفته، امکان ایجاد باتری های لیتیوم باعمر مفید بهتر، شارژ سریع ترو دوام بالاتر ممکن است. به این ترتیب، افزایش کارایی و بهره وری خودروهای الکتریکی، از طریق انتقال شتاب های علمی به عملیات صنعتی، تضمین می شود.

۴. تأثیرات بهبود فناوری باتری‌های لیتیوم بر عملکرد خودروهای الکتریکی

با توجه به تاثیرات مثبت بهبود فناوری باتری های لیتیوم بر عملکرد خودروهای الکتریکی، گام های مهمی در جهت توسعه و بهبود این صنعت ارتقا یافته است. دراین راستا، اصلاحات و نوآوری های اخیر در زمینه طراحی، ایمنی و عملکرد باتری ها، به تحول چشمگیری در عملکرد خودروهای الکتریکی منجر خواهد شد که در زیر به آن اشاره شده است:

۱- افزایش عمر مفید باتری:

- تغییرات در طراحی و استفاده از مواد نوین برای کاهش دورریز و افزایش عمر مفید باتری‌ها.

- توسعه سیستم‌های مدیریت حرارت برای حفظ دمای بهینه و ایجاد شرایط مواتمسک برای باتری‌ها.

۲- کاهش وزن و افزایش راندمان:

- تحقیق در زمینه مواد سبکتر و سخت تر برای کاهش وزن باتری‌ها و افزایش نرخ تبادل انرژی.

- استفاده از فناوری های ساخت جدید برای افزایش راندمان و کارایی باتری‌های لیتیوم.

۳- بهبود ذخیره انرژی و افزایش راندمان:

- توسعه مواد جدید برای افزایش ظرفیت ذخیره انرژی باتری‌ها و کاهش افت انرژی در هنگام استفاده.

- استفاده از الگوریتم های هوشمند برای بهینه سازی استفاده از انرژی و افزایش راندمان خودروهای الکتریکی.

۴- تأثیرات بر توانایی شارژ و ایمنی:

- توسعه فناوری های شارژ سریع و ایمن برای افزایش توانایی شارژ باتری‌ها در کمترین زمان ممکن.

- استفاده از سیستم های حفاظتی پیشرفته برای جلوگیری از خطرات مرتبط با شارژ باتری‌های لیتیوم.

با بهبود فناوری باتری‌های لیتیوم به تأثیرات مثبت ذکر شده، کارایی و امنیت خودروهای الکتریکی به طور چشمگیری افزایش خواهد یافت و تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر بازار خودروهای الکتریکی خواهد داشت. بهبود فناوری باتری های لیتیوم به افزایش عمرمفید، کاهش وزن، افزایش راندمان، بهبود ذخیره انرژی وایمنی شارژ، تاثیر بزرگی بر عملکرد و مشهوریت خودروهای الکتریکی دارد. این بهبودات نه تنها به محیط زیست کمک می کنند بلکه تجربه رانندگی و استفاده ازخودروهای الکتریکی را نیز بهبود می بخشند[۳۶و۳۷].

۵. انتقال انرژی در خودروهای الکتریکی :چالش ها و راهکارهای بهبود

امروزه، یکی از مسائل کلیدی در حوزه خودروهای الکتریکی، انتقال بهینه و خودکفای انرژی میان باتری و سایر سیستم های خودرو است. با توجه به چالش های موجود، ارائه راهکارهای مناسب به منظور بهبود انتقال انرژی می تواند گام مهمی در جهت افزایش کارایی و کاربردی تر شدن خودروهای الکتریکی شود که به آن می پردازیم:

۱-کارایی سیستم انتقال انرژی:

- چالش: اتلاف انرژی در فرآیند انتقال از باتری به موتور و سایر سیستم‌های خودرو.

- راهکار: به کارگیری سیستم‌های انتقال مکانیزمی و الکتریکی پیشرفته با کارایی بالا برای کاهش اتلاف انرژی.

۲- مدیریت حرارت باتری:

- چالش: استفاده طولانی مدت و شارژ سریع می‌تواند به افزایش دما و کاهش عمر مفید باتری‌ها منجر شود.

- راهکار: توسعه سیستم‌های خنک کننده پیشرفته و مدیریت دما برای حفظ دمای بهینه باتری‌ها و افزایش عمر مفید آنها.

۳- بهبود شبکه شارژ و تأمین انرژی:

- چالش: عدم توازن بین تقاضا برای شارژ و ظرفیت شارژرهای عمومی.

- راهکار: توسعه شبکه‌های شارژ یکپارچه و هوشمند با توانایی پذیرش بالا و پشتیبانی از شارژ سریع و همگانی.

۴- بهینه سازی مصرف انرژی:

- چالش: مصرف انرژی زیاد برای اجرای سیستم‌های الکترونیکی و فن‌آوری‌های مدرن در خودروهای الکتریکی.

- راهکار: استفاده از الگوریتم‌های هوشمند جهت بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش اتلاف انرژی در سیستم‌های خودرو.

با ارائه راهکارهای مناسب برای بهبود انتقال انرژی در خودروهای الکتریکی و مدیریت بهینه منابع انرژی، می‌توان به کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی خودروهای الکتریکی بپردازیم[۳۸و۳۹].

۶. تأثیرات فناوری خودروهای الکتریکی بر محیط زیست و جوامع

تاثیرات مثبت فناوری خودروهای الکتریکی بر محیط زیست و جوامع، به عنوان یکی از موضوعات حیاتی در دنیای امروز، اهمیت بسیاری پیدا کرده است. از کاهش تولید گازهای گلخانه ای تا افزایش بهره وری منابع انرژی و تاثیرات اقتصادی و اجتماعی، خودروهای الکتریکی به عنوان یک جنبه کلیدی در حفظ محیط زیست و پیشرفت جوامع شناخته می شوند که در ادامه به آن می پردازیم:

۱- کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای:

- آلودگی هوا: خودروهای الکتریکی بدون انتشار مستقیم گازهای مضر به هوا منجر به کاهش آلودگی هوا و مراقبت از سلامت محیط زیست می شوند.

- تغییرات اقلیمی: با کاهش مصرف سوخت های فسیلی، الگوی تغییرات اقلیمی بهبود می‌یابد و تأثیرات منفی آن کاهش می‌یابد.

۲- افزایش بهره‌وری منابع انرژی:

- استفاده از انرژی پاک :انتقال به استفاده از منابع انرژی پاک و تجدیدپذیر مانند باد، خورشید و هسته‌ای منجر به حفظ منابع انرژی جهانی می شود.

- کاهش وابستگی به نفت: با کاهش استفاده از سوخت فسیلی، جوامع عصر اختناق‌ها به تدریج از وابستگی به نفت کاسته و به منابع انرژی پاک تر متمایل می‌شوند.

۳- تأثیرات اقتصادی:

- ایجاد فرصت‌های شغلی: صنعت خودرو و فناوری‌های مرتبط با توسعه خودروهای الکتریکی، ایجاد فرصت‌های شغلی و رشد اقتصادی را تقویت می‌کند.

- کاهش وابستگی به واردات نفت: با توسعه صنعت خودروسازی الکتریکی، کشورها قادر به کاهش وابستگی به واردات نفت و کاهش وابستگی به کشورهای صادرکننده می‌شوند.

۴- تأثیرات اجتماعی:

- کاهش سطح نویز:خودروهای الکتریکی با عملکرد بی صدا، سطح نویز شهری را کاهش داده و کیفیت زندگی شهروندان را بهبود می‌بخشد.

- توسعه شبکه حمل و نقل عمومی: با توسعه صنعت خودروسازی الکتریکی، امکان استفاده بهینه از خودروهای الکتریکی در شبکه حمل و نقل عمومی افزایش می‌یابد و به کاهش ترافیک و آلودگی شهری کمک می‌کند

با ایجاد فرصت های شغلی، کاهش سطح نویز شهری، کاهش وابستگی به نفت و بهبود کیفیت هوای شهرها، خودروهای الکتریکی به عنوان یک راهکار نوین و پایدار برای حمل و نقل شهری و حفظ محیط زیست معرفی شده اند. با ادامه پیشرفت و توسعه این فناوری، امیدواریم که آینده بهتر و پایدارتری برای جوامع جهانی فراهم شود[۴۰-۴۲].

۷. آینده خودروهای الکتریکی :چالش‌ها و فرصت‌ها

۱- چالش‌های فنی:

- باتری‌های پیشرفته: توسعه باتری‌های موثر و با عمر مفید طولانی برای افزایش راندمان و کاهش هزینه.

- زمان شارژ و زیرساخت شارژ: بهبود تکنولوژی شارژ سریع و ایجاد زیرساخت‌های مناسب برای شارژ الکتریکی به طور وسیع.

۲-چالش‌های زیرساختی:

- شبکه‌های شارژ: نیاز به توسعه و به روزرسانی شبکه‌های شارژ عمومی برای پاسخگویی به نیاز روزافزون به شارژ الکتریکی.

- زیرساخت انرژی: توسعه زیرساخت های لازم برای انتقال و ذخیره‌سازی انرژی پاک و پایدار.

۳- چالش‌های قانونی و تنظیمی:

- تنظیمات محیط زیستی: ضوابط و مقررات محیط زیستی برای کاهش آلودگی هوا و تأثیرات جانبی خودروهای الکتریکی.

- مالیات و تسهیلات: تعیین سیاست‌های مالیاتی و تسهیلات مالی برای تشویق به استفاده از خودروهای پاک و سبز.

۴- فرصت‌های صنعت خودروسازی:

- ابرسرعت و خودروهای هوشمند: توسعه خودروهای الکتریکی با تکنولوژی‌های ابرسرعت و خودروهای هوشمند بر پایه هوش مصنوعی.

- سیستم‌های اتصالات ذهنی: توسعه سیستم‌های ارتباطی و اتصالات هوشمند در خودروهای الکتریکی برای افزایش امنیت و راحتی.

۵- تأثیرات اقتصادی و اجتماعی:

- ایجاد شغل و رشد اقتصادی: صنعت خودروسازی الکتریکی به عنوان بخش رو به رشد اقتصادی، ایجاد فرصت‌های شغلی و رشد اقتصادی مطلوب قابل دستیابی است.

- دسترسی به حمل و نقل تمیز و امن: ارائه حمل و نقل عمومی تمیزتر و ایمن‌تر برای جوامع شهری به وسیله خودروهای الکتریکی[۴۳و۴۴].

۸. راهکارهای تقویت و گسترش بازار خودروهای الکتریکی

۱- تسهیلات مالی:

- تسهیلات وام: ارائه تسهیلات وام با شرایط مقرون به‌صرفه برای خریداران خودروهای الکتریکی.

- تخفیف مالیاتی: اعمال تخفیف مالیاتی برای خریداران خودروهای الکتریکی به عنوان انگیزه برای انتخاب این نوع خودرو.

۲- توسعه زیرساخت‌های شارژ:

- تحت پوشش قرار دادن شارژرها: ایجاد شبکه‌ی گسترده ایستگاه‌های شارژ در نقاط عمومی و تجاری و پارکینگ‌ها.

- شارژرهای سریع: ارتقاء تکنولوژی شارژ سریع به منظور کاهش زمان شارژ خودروهای الکتریکی.

۳- ترویج و آگاهی‌بخشی:

- کمپین‌های تبلیغاتی: برگزاری کمپین‌های تبلیغاتی برای اطلاع‌رسانی به عموم درباره مزایای خودروهای الکتریکی.

- برگزاری رویدادها: برگزاری نمایشگاه‌ها و رویدادهای مختلف به همراه آموزش‌های عمومی در مورد خودروهای الکتریکی.

۴-تحقیق و توسعه:

- تحقیقات باتری: افزایش تحقیقات بر روی باتری‌های پیشرفته با عمر طولانی و راندمان بالا.

- توسعه فناوری: توسعه فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و خودران برای بهبود عملکرد خودروهای الکتریکی.

۵-همکاری صنعت و دولت:

- تعامل با دولت: برقراری همکاری فعال بین دولت و صنعت برای اجرای برنامه‌های حمایتی و توسعه بازار خودروهای الکتریکی.

- استفاده از تجربه‌های بین‌المللی: مطالعه و استفاده از تجربیات موفق دیگر کشورها برای توسعه بازار خودروهای الکتریکی[۴۵].

۹. ارزیابی تأثیرات اجتماعی و اقتصادی خودروهای الکتریکی

۱- تأثیرات اقتصادی:

- ایجاد شغل: صنعت خودروسازی الکتریکی می‌تواند مناطق مختلف اقتصادی را تحریک کرده و ایجاد شغل و رشد اقتصادی فراهم کند.

- کاهش وابستگی به منابع غیرتجدیدپذیر: استفاده از خودروهای الکتریکی می‌تواند وابستگی به منابع نفتی غیرتجدیدپذیر را کاهش داده و اقتصاد ملی را تقویت کند.

۲- تأثیرات اجتماعی:

- حفظ محیط زیست: استفاده از خودروهای الکتریکی منجر به کاهش آلودگی هوا و حفظ محیط زیست می‌شود، همچنین کاهش نگرانی های مردم درمورد آلودگی هوا.

- تحول در حمل و نقل: استفاده از خودروهای الکتریکی می‌تواند بهبود محیط زندگی شهروندان را فراهم کرده و حمل و نقل عمومی پاکتر و کارا تر کند، این تحول می تواند باعث افزایش سطح رضایت و رفاه اجتماعی شود.

۳- تأثیرات مالیاتی:

- تغییر در درآمد دولت: انتقال از خودروهای سوختی به الکتریکی موجب تغییر در الگوی مالیاتی و درآمد دولت می‌شود.

- تسهیلات مالیاتی: اعمال تسهیلات مالیاتی برای خریداران خودروهای الکتریکی به منظور تشویق به استفاده از خودروهای سبز.

۴- تأثیرات اشتغال:

- ایجاد فرصت‌های شغل: صنعت خودروسازی الکتریکی ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و توسعه تکنولوژی‌های پیشرفته را ایجاد می‌کند.

- پیشرفت فنی: توسعه فناوری الکتریکی و هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی موجب پیشرفت فنی و استقلال داخلی می‌شود[۴۶و۴۷].

۱۰. راهکارهای مدیریت پایدار برای توسعه خودروهای الکتریکی

۱- استفاده از انرژی تجدیدپذیر:

- توسعه زیرساخت‌های شارژ از منابع تجدیدپذیر: ایجاد ایستگاه‌های شارژ با استفاده از منابع تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی و بادی.

- ترویج استفاده از منابع تجدیدپذیر: ترویج و پشتیبانی از استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای شارژ خودروهای الکتریکی.

۲- مدیریت مصرف انرژی:

- توسعه فناوری‌های مدیریت انرژی: ارائه فناوری‌های مدیریت انرژی به خودروهای الکتریکی برای بهبود کارایی و افزایش مسافت پیموده شده.

- آموزش مصرف انرژی: آموزش به کاربران برای استفاده بهینه از انرژی باتری به منظور کاهش مصرف و افزایش عمر طولانی آن.

۳- کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای:

- استفاده از فناوری‌های پاک: ترویج استفاده از فناوری‌های پاک و کم انرژی در تولید خودروهای الکتریکی.

- پیگیری ضوابط محیطی: پیگیری و اعمال ضوابط محیطی سخت‌تر برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در صنعت خودروسازی.

۴- ترویج حمل و نقل عمومی:

- توسعه حمل و نقل عمومی پایدار: ترویج و توسعه حمل و نقل عمومی پایدار بر اساس خودروهای سبز و پاک.

- استفاده از خدمات حمل و نقل هوشمند: استفاده از فناوری هوشمند در حمل و نقل عمومی برای بهبود کارایی و کاهش آلودگی هوا.

۵-تحقیق و توسعه پایدار:

- توسعه فناوری‌های پایدار: تحقیق و توسعه بر روی فناوری‌های پایدار به منظور بهبود بهره‌وری و کارایی خودروهای الکتریکی.

- مدیریت پسماند :برنامه‌ریزی برای مدیریت پسماند صنعت خودروسازی و افزایش بازیافت و استفاده مجدد از منابع[۴۸و۴۹].

۱۱. ارزیابی ریسک‌ها و موانع موجود در توسعه خودروهای الکتریکی

۱-مشکلات زیرساختی:

- ایجاد زیرساخت‌های مناسب برای شارژ خودروهای الکتریکی در مناطق مختلف.

- نیاز به توسعه شبکه‌های قدرت برق برای پشتیبانی از افزایش استفاده از خودروهای الکتریکی.

۲- هزینه‌های بالا:

- قیمت بالای خودروهای الکتریکی نسبت به خودروهای سوختی موانعی برای جذب مشتریان ایجاد می‌کند.

- هزینه بالای تعمیر و نگهداری باتری‌های خودروهای الکتریکی می‌تواند افراد را از خرید این نوع خودرو منزجر کند.

۳- محدودیت‌های تکنولوژی:

- کمبود زمان شارژ باتری‌های خودروهای الکتریکی ممکن است مشکلات کاربری را افزایش دهد.

- عدم پخش گسترده شبکه شارژرها و ایستگاه‌های شارژ نیز ممکن است مشکلاتی برای کاربران ایجاد کند.

۴- عدم توانایی در تولید جمعی:

- برخی شرکت‌ها دچار مشکلات تولید جمعی خودروهای الکتریکی شده و برای رقابت با خودروهای سوختی به تنگنا می‌افتند.

- نیاز به سرمایه گذاری بالا در لاین‌های تولید و توسعه فناوری برای تولید جمعی خودروهای الکتریکی .

۵- تأثیرات محیطی:

- تولید باتری‌های خودروهای الکتریکی می‌تواند به مشکلات زیست‌محیطی منجر شود.

- کاهش زندگی مفید باتری‌ها و نیاز به بازیافت صحیح آنها می‌تواند مسائل محیطی را تشدید کند.

۶- نگرانی‌ها درباره عمر باتری:

- نگرانی‌های مربوط به عمر طولانی و ایمنی باتری‌های خودروهای الکتریکی می‌تواند اعتماد مشتریان را متضرر کند.

- ارتباط باتری‌های خودروهای الکتریکی با خطری برای ایمنی عمومی و بهداشت مردم در نظر گرفته می‌شود[۵۰].

۱۲. راهکارهای مدیریت ریسک‌ها و موانع در توسعه خودروهای الکتریکی

۱- سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های شارژ:

- توسعه زیرساخت‌های شارژ مناسب و گسترده برای افزایش راحتی استفاده از خودروهای الکتریکی.

- اعطای تسهیلات و پاداش به شرکت‌ها و صاحبان کسب و کار برای سرمایه‌گذاری در ایجاد شبکه‌های شارژ مناسب.

۲- توسعه فناوری باتری‌ها:

- سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه برای بهبود عمر و کارایی باتری‌های خودروهای الکتریکی.

- ارائه حمایت مالی و مالکیت مشترک بین شرکت‌ها برای توسعه فناوری باتری‌های پیشرفته.

۳-حمایت از تحقیقات و فناوری:

- تسهیلات مالی برای شرکت‌ها برای انجام تحقیقات مرتبط با توسعه خودروهای الکتریکی.

- ارائه پاداش‌های مالی و مالیاتی به شرکت‌ها برای انجام تحقیقات جدید در زمینه صنعت خودروسازی الکتریکی.

۴- ارتقاء تعامل با دولت:

- تشکیل هیات‌ها و کمیته‌های تخصصی برای بررسی و حل مسائل مرتبط با توسعه خودروهای الکتریکی.

- توسعه همکاری و تعامل بین بخش دولتی، خصوصی و دانشگاهی برای رفع موانع و مشکلات رو به رو.

۵- ترویج و آگاهی‌بخشی:

- ایجاد فرهنگ و آگاهی در میان مردم درباره مزایای استفاده از خودروهای الکتریکی.

- ارائه برنامه‌ها و طرح‌های آموزشی به منظور ارتقاء دانش و فهم در مورد فناوری خودروهای الکتریکی.

۶-مدیریت پسماند و بازیافت:

- توسعه فناوری‌های بازیافت باتری‌های خودروهای الکتریکی برای حفظ محیط زیست.

- ایجاد استانداردهای جدید و نظارت بر بازیافت و دفع صحیح باتری‌های خودروهای الکتریکی[۵۱و۵۲].

۱۳. استراتژی‌های مدیریتی برای پیشبرد صنعت خودروسازی الکتریکی

۱-تعیین اهداف استراتژیک:

- تعیین اهداف مشخص و قابل اندازه‌گیری برای ارتقاء و توسعه صنعت خودروسازی الکتریکی.

- تعیین راهبردهای محوری برای دستیابی به اهداف مشخص و ایجاد برنامه‌های عملی برای تحقق آن‌ها.

۲-همکاری با صنایع مرتبط:

- برقراری همکاری‌های استراتژیک با شرکت‌های فناور، تولید کنندگان باتری و دیگر صنایع مرتبط.

- ایجاد شبکه ارتباطی قوی برای بهره‌مندی از تجربیات و منابع صنایع مرتبط برای ارتقای فناوری خودروسازی.

۳- سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه:

- ایجاد بودجه مناسب برای تحقیق و توسعه جهت بهبود فناوری‌های خودروسازی الکتریکی.

- تحقیق و آزمایش بر روی بهینه‌سازی باتری، افزایش محدوده دیسک و بهبود کارایی موتورهای الکتریکی.

۴- ترویج محصول و بازاریابی:

- ارائه برنامه‌های تبلیغاتی و بازاریابی جذاب برای آشنایی مشتریان با فواید و ویژگی‌های خودروهای الکتریکی.

- برگزاری رویدادها و نمایشگاه‌های خصوصی برای نمایش و ارتقاء تاثیرگذاری خودروهای الکتریکی.

۵- توسعه زیرساخت‌ها و شبکه‌های شارژ:

- افزایش توان شارژگاه‌ها و ایجاد شبکه‌ای گسترده برای سهولت شارژ خودروهای الکتریکی.

- سرمایه‌گذاری در توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز برای ایجاد یک شبکه پایدار و کارآمد از شارژگاه‌ها.

۶- توسعه نیروی انسانی:

- برگزاری دوره‌های آموزشی و توسعه مهارت برای کارکنان در حوزه خودروسازی الکتریکی.

- ایجاد برنامه‌های توسعه کارکنان برای بهبود عملکرد و کارایی کارکنان و ارتقای کیفیت تولید[۵۳].

۱۴. استراتژی‌های مدیریتی برای بهبود کیفیت و عملکرد در صنعت خودروسازی الکتریکی

۱- تعیین استانداردهای کیفیت:

- تعیین استانداردهای مشخص و بین‌المللی برای کیفیت محصولات خودروسازی الکتریکی.

- بررسی و نظارت بر پیاده‌سازی استانداردهای کیفیت در تمامی مراحل تولید و خدمات پس از فروش.

۲- پیشرفت فرایندهای تولید:

- بهبود فرایندهای تولید با استفاده از مدل‌های مدیریت کیفیت مانند Sigma6 و Lean Manufacturing.

- ارزیابی دقیق عملکرد فرایندهای تولید و اعمال تغییرات منطقی برای افزایش بهره‌وری و کاهش زمان تولید.

۳- استفاده از فناوری‌های پیشرفته:

-سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و تجهیزات متصل برای بهبود کیفیت و عملکرد خودروهای الکتریکی.

- اجرای پروژه‌های پژوهشی و توسعه جهت ادغام فناوری‌های پیشرفته در فرایندهای تولید و خدمات پس از فروش.

۴- ارتقاء توانمندی‌های انسانی:

- ارتقاء دانش و مهارت کارکنان از طریق برنامه‌های آموزشی و توسعه حرفه‌ای.

- ایجاد فضای کاری مشوق و انگیزش برای کارکنان به منظور افزایش عملکرد و تعهد به کیفیت.

۵- بهبود فرآیند ارتباط با مشتری:

- ایجاد سیستم‌های مدیریت ارتباط با مشتری (CRM)برای بهبود ارتباط، شناخت و رضایت مشتریان.

- برگزاری جلسات بازخورد مشتریان و اعمال تغییرات بر اساس بازخوردهای دریافتی جهت بهبود خدمات و محصولات.

۶- راه‌اندازی برنامه‌های بهبود پایدار:

- ایجاد برنامه‌های بهبود پایدار بر اساس مدل‌های همکاری و آموزش مداوم.

- پیاده‌سازی فرآیندهای مانیتورینگ و ارزیابی عملکرد جهت ادامه بهبود استراتژی‌ها و فرایندهای کیفیت[۵۴و۵۵].

۱۵. استراتژی های مدیریتی برای مواجهه باچالش های صنعت خودروسازی

۱- شناسایی چالش‌ها:

- در این مرحله، به شناسایی و تحلیل دقیق چالش‌های مهمی که صنعت خودروسازی الکتریکی روبروست، پرداخته می‌شود .این شناسایی باید به طور جامع و جزئیات پردازی شده تا بهترین استراتژی‌ها برای مقابله با این چالش‌ها ارائه شود.

۲- تدوین استراتژی‌های پاسخگو:

- بر اساس چالش‌های شناسایی شده، در این مرحله استراتژی‌های موثری برای پاسخ به این چالش‌ها تدوین می‌شود .این استراتژی‌ها باید شامل راهکارهای مختلفی برای بهبود فناوری، کاهش هزینه‌ها و جلب مشتریان جدید باشند.

۳- انعطاف‌پذیری در تصمیم‌گیری:

- توانایی سازمان در پذیرش تغییرات و انعطاف در تصمیم‌گیری به عنوان یکی از مهمترین عوامل موفقیت در مواجهه با چالش‌های صنعت خودروسازی الکتریکی مطرح می‌شود.

۴- ارتقای نظارت و کنترل:

- ارتقاء سیستم‌های نظارت و کنترل بر عملکرد و اجرای استراتژی‌ها ضروری است .این شامل مانیتورینگ مستمر عملکرد، ارائه بازخورد پیشرفته و اعمال اصلاحات جهت بهبود است.

۵- سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه:

- سرمایه‌گذاری در حوزه تحقیق و توسعه برای نوآوری، بهبود فناوری و ساخت محصول می‌تواند به توانایی شرکت‌ها کمک کند تا در محیط پویا و تغییرپذیر صنعت خودروسازی الکتریکی پایداری و رشد ایجاد کنند.

۶- اجرای مکانیزم‌های مدیریت ریسک:

- اجرای مکانیزم‌های مدیریت ریسک اهمیت زیادی دارد .این شامل تشخیص، ارزیابی، کنترل و پایش ریسک‌های مختلف است که ممکن است بر عملکرد سازمان و تحقق اهداف تأثیرگذار باشند.

با اجرای این استراتژی‌ها و اقدامات، شرکت‌های خودروسازی الکتریکی قادر به ایجاد رشد و پیشرفت پایدار در صنعت خواهند بود و می‌توانند به بهترین نحو ممکن به چالش‌ها و فرصت‌های جدید این صنعت واکنش نشان دهند[۵۶و۵۷].

۱۶. عملکرد باتری لیتیومی در خودروهای الکتریکی

عملکرد باتری لیتیومی در خودروهای الکتریکی به دو مرحله اصلی تقسیم می شود: شارژ و تخلیه. در هرمرحله، باتری لیتیومی انرژی را ذخیره می کند و آن را به صورت جریان الکتریکی تبدیل می کند که برای تغذیه موتور الکتریکی و سیستم های دیگر خودرو استفاده می شود.

شارژ باتری: درمرحله شارژ، جریان الکتریکی از منبع برق مانند شبکه برق یا شارژ خودرو به باتری هدایت می شود. در باتری های لیتیومی، یون های لیتیوم به طور الکتروشیمیایی از کاتد به آندحرکت می کنند، در حالی که الکترون ها به صورت جریان الکتریکی از آند به کاتد جابه جا می شوند. در این فرآیند، انرژی الکتریکی از منبع برق به باتری منتقل می شود و باتری شارژ می گیرد. شارژرهای خودرو معمولا با استفاده از شبکه برق خانگی یا شبکه شارژ عمومی باتری را شارژ می کنند.

تخلیه باتری: درمرحله تخلیه، انرژی ذخیره شده در باتری به صورت جریان االکتریکی از باتری به موتور الکتریکی و سیستم های دیگر خودرو منتقل می شود. در این فرآیند، یون های لیتیوم به طور الکتروشیمیایی از آند به کاتدحرکت می کنند و الکترون ها از کاتد به آند جا به جا می شوند. این جابه جایی الکترون ها سبب ایجاد جریان الکتریکی و سیستم های دیگر خودرو استفاده می شود. در این مرحله، باتری انرژی را تخلیه می کند و میزان شارژ آن کاهش می یابد[۵۸].

۱۶,۱: دمای محیط چگونه بر عملکرد باتری لیتیومی خودروهای الکتریکی تاثیر می گذارد؟

دمای محیط بر عملکرد باتری لیتیومی خودروهای الکتریکی تاثیر قابل توجهی دارد. باتری های لیتیومی حساس به دما هستند و عملکرد آن ها تحت تاثیر دما قرارمی گیرد. در واقع، دمای محیط به طور مستقیم بر ظرفیت، عمرکاربری و عملکرد کلی باتری تاثیر می گذارد. در ادامه تاثیر دما را بر روی باتری لیتیومی درخودروهای الکتریکی بررسی می کنیم:

کاهش ظرفیت: در دماهای بسیار پایین یا بسیار بالا، ظرفیت باتری لیتیومی کاهش می یابد. در دماهای پایین، سرعت واکنش شیمیایی درون باتری کاهش می یابد و انرژی الکتریکی به طور کامل از باتری استخراج نمی شود. به همین دلیل، ظرفیت باتری در دماهای منفی به طور قابل توجهی کاهش می یابد. همچنین، در دماهای بالا، باعث افزایش سرعت واکنش های شیمیایی درون باتری می شود که منجر به کاهش ظرفیت و عمر آن می شود.

عمر کوتاه تر: دما های بسیار پایین یا بسیار بالا می توانند به طور مستقیم باعث کاهش عمر کاربری باتری لیتیومی شوند. در دماهای پایین، رشد کریستال های لیتیوم درون باتری را تسریع می کند که می تواند به ترک خوردن ساختار داخلی باتری و کاهش عمر آن منجر شود. همچنین، در دماهای بالا، رشد آلومینا بر روی الکترود ها را تسریع می کند که می تواند به کاهش ظرفیت و عمر باتری منجر شود.

کارایی کمتردر دماهای بسیار سرد: در دماهای بسیار سرد، عملکرد باتری لیتیومی کاهش می یابد. این ممکن است منجر به کاهش توان شارژ و تخلیه، کاهش شتاب و عملکرد خودرو در دماهای سرد شود. همچنین، میزان دمای محیط می تواند بر زمان شارژ باتری تاثیر بگذارد، زیرا باتری های لیتیومی در دماهای پایین تر زمان بیشتری برای شارژ شدن نیاز دارند[۵۹-۶۱].

۱۶,۲: چه خودروهایی از باتری لیتیومی برای عملکردشان استفاده می کنند؟

باتری های لیتیومی به عنوان یک فناوری انرژی قدرتمند و کارآمد، در مورد خودروهای الکتریکی به طورچشمگیری مورد استفاده قرار می گیرند. خودرو های الکتریکی از باتری های لیتیومی برای ذخیره و انتقال انرژی برای موتورهای الکتریکی خود استفاده می کنند.

در حال حاضر، بسیاری از تولید کنندگان خودرو از باتری لیتیومی به عنوان منبع انرژی برای خودروهای الکتریکی استفاده می کنند. برخی از خودروهای الکتریکی معروف که ازباتری لیتیومی استفاده می کنند، شامل تسلا (Tesla)، نیسان لیف(Nissan Leaf)، بی ام و آی 3 (BMW i3)، آئودی ای- ترون(Audi e- tron)و پورشه تایکان(Porsche Taycan) است. این تنها چند نمونه ازخودروهای الکتریکی هستند که از باتری لیتیومی استفاده می کنند. همچنین، تعداد تولیدکنندگان و مدل های خودروهای الکتریکی با باتری لیتیومی در حال افزایش است، و بسیاری از این تکنولوژی استفاده می کنند و محصولات جدیدی را معرفی کرده اند. از آنجا که باتری های لیتیومی به عنوان یکی از بهترین و پرکارایی ترین گزینه ها برای خودروهای الکتریکی محسوب می شوند، انتظار می رود که در آینده تعداد بیشتری از خودروهای الکتریکی از این نوع باتری برای عملکرد بهتر و بیشتری استفاده کنند[۶۲و۶۳].

۱۷. آینده پیشرفت باتری های لیتیومی درعرصه خودروسازی

آینده بهره گیری از باتری های لیتیومی در صنعت خودروسازی، یک چشم انداز جذاب و حائز اهمیت است و انتظار می رود که این تکنولوژی به دلیل ویژگی های برتر خود، نقش مهمی در توسعه خودروهای الکتریکی و پایداری زیست محیطی ایفا کند. برخی از جنبه هایی که در آینده باتری های لیتیومی در صنعت خودروسازی مورد توجه قرار خواهند گرفت عبارتند از:

۱- بهبود ظرفیت و عمر مفید: آینده باتری های لیتیومی در جهت بهبود ظرفیت ذخیره سازی انرژی و افزایش عمرمفید ان ها تمرکز خواهد داشت. این اقدامات منجر به افزایش مسافتی که یک خودرو الکتریکی می تواند پیموده، و کاهش نیاز به شارژ مکرر باتری می شود.

۲- پیشرفت در تکنولوژی شارژ سریع: تحقیقات و پژوهش ها بر روی تکنولوژی هایی که امکان شارژ سریعتر باتری ها را فراهم می کنند، ادامه خواهد داشت. این امر به معنای کاهش زمان شارژ و ایجاد راحتی بیشتر برای کاربران خودروهای الکتریکی است.

۳-کاهش وزن و افزایش کارایی:آینده باتری های لیتیومی با تمرکز بر بهبود وزن باتری و افزایش کارایی سیستم های الکتریکی، بهبود فعلیت و کارایی خودروهای الکتریکی را بهبود می بخشد.

۴- پیشرفت در امنیت: امنیت باتری های لیتیومی نیز از جمله مسائل مهم در آینده خواهد بود. پژوهش ها برمبنای افزایش ایمنی و کاهش خطراتی که ممکن است از باتری های لیتیومی به وجود آیند، انجام می شود.

با توجه به پیشرفت هایی که در زمینه باتری های لیتیومی انجام می شود، انتظار می رود که آینده این تکنولوژی در صنعت خودروسازی باعث افزایش بهره وری، کارایی و پایداری خودروهای الکتریکی شود. توسعه های جدید در این زمینه می تواند باعث انگیزه آوری صنعت خودروسازی و همچنین جذب مشتریان بیشتر در بازار خودروسازی الکتریکی شود. علاوه براین، تحقیقات متنوعی در حال انجام است تا باتری های لیتیومی با تکنولوژی های نوینی مانند باتری های جامد، باتری های یون های لیتیوم و باتری های لیتیوم- سولفور ترکیب شوند. این تحولات سبب بهبود قابل توجهی درکارایی و عملکرد باتری های لیتیومی خودرو ها می شوند[۶۴-۶۶].

۱۸. نتیجه گیری

باتری های لیتیومی به عنوان فناوری پیشرفته ای که به تازگی وارد صنعت خودروسازی شده است، توانسته است انقلابی در این صنعت ایجاد کند. با قدرت بالا، عمر طولانی و استفاده ایمن، باتری های لیتیومی به عنوان ستون اصلی خودروهای الکتریکی به شمار می روند. این فناوری ثابت کرده است که خودروهای الکتریکی می توانند جایگزین مناسبی برای خودروهای سوخت گرانه شوند و می توانند به حفظ محیط زیست و سلامتی عمومی کمک کنند.

با پیشرفت مداوم در فناوری باتری های لیتیومی، انتظار می رود که عملکرد و کارایی خودروهای الکتریکی بهبود یابد و این خودروها به گزینه های حمل و نقل پایدارتری تبدیل شوند. این پیشرفت ها می تواند باعث افزایش استفاده از خودروهای الکتریکی، کاهش آلودگی هوا و کمک به حفظ منابع طبیعی شود.

باتری های لیتیومی، به عنوان یکی از فناوری های نوین و پرکاربرد در خودروسازی، درپیشبرد صنعت حمل و نقل به سمت سازگارتر با محیط زیست و پایدارتر کمک کرده و امیدواریم که با توسعه و بهبود آینده این تکنولوژی، بتوانیم به جامعه ای سالم تر و محیط زیستی بهتر دست یابیم.

۱۹.پیشنهادها جهت تحقیقات آتی

با افزایش پیشرفت های فناوری باتری های لیتیومی و تاثیرات مثبت آن بر صنعت خودروسازی و زیست محیطی، بسیاری از تحقیقات و ابتکارات جدید در این زمینه مطرح شده اند.

۱- باتری های جامد لیتیومی: تحقیقات بیشتر بر روی باتری های جامد لیتیومی که ویژگی های ایمنی، طول عمر بالا وکارایی بهتری نسبت به باتری های مایع دارند، مورد توجه قرارخواهد گرفت. این تحقیقات می تواند منجر به ارتقاء عملکرد خودروهای الکتریکی و افزایش اعتماد مشتریان شود.

۲- شبکه های شارژ سریع:ارتقاء شبکه های شارژ سریع و ایجاد استاندارد های جدید برای شارژ سریع و کارایی بیشتر باتری ها، یک موضوع مهم برای پژوهشگران و صنعتگران خودروسازی است. این تحقیقات می تواند به افزایش جذابیت و راحتی استفاده از خودروهای الکتریکی منجر شود.

۳- باتری های چندگانه: تحقیقات بر روی توسعه و استفاده از باتری های چندگانه که ترکیبی از باتری های لیتیومی با فناوری های دیگر مثل سوپرکپیسیتورها هستند، می تواند به افزایش انعطاف پذیری و کارایی باتری ها در شرایط مختلف کمک کند.

۴- بازیابی و بازیافت باتری های استفاده شده: تحقیقات بر روی روش های بازیابی و بازیافت باتری های استفاده شده، اهمیت بالایی در جهت کاهش پسماند باتری ها و بازگرداندن مواد ارزشمند به چرخه تولید دارد.

این پیشنهاد ها می توانند به ایجاد فرصت ها و چشم انداز های جدید برای تحقیقات آینده و پیشرفت های بیشتر در حوزه فناوری باتری ها و ذخیره انرژی منجر شوند.

منابع

[1] HWANG, Foo Shen, et al. Review of battery thermal management systems in electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2024, 192: 114171.

[2] GANDOMAN, Foad H., et al. Concept of reliability and safety assessment of lithium-ion batteries in electric vehicles: Basics, progress, and challenges. *Applied Energy*, 2019, 251: 113343.

[3] CHEN, Xiaopeng, et al. An overview of lithium-ion batteries for electric vehicles. In: *2012 10th International Power & Energy Conference (IPEC)*. IEEE, 2012. p. 230-235.

[4] SANGUESA, Julio A., et al. A review on electric vehicles: Technologies and challenges. *Smart Cities*, 2021, 4.1: 372-404.

[5] LIU, Wei; PLACKE, Tobias; CHAU, K. T. Overview of batteries and battery management for electric vehicles. *Energy Reports*, 2022, 8: 4058-4084.

[6] WANG, Qian, et al. A critical review of thermal management models and solutions of lithium-ion batteries for the development of pure electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, 64: 106-128.

[7] KHAN, Aamir, et al. A state-of-the-art review on heating and cooling of lithium-ion batteries for electric vehicles. *Journal of Energy Storage*, 2024, 76: 109852.

[8] TAN, Xi, et al. Decoding Electrochemical Processes of Lithium-Ion Batteries by Classical Molecular Dynamics Simulations. *Advanced Energy Materials*, 2024, 2400564.

[9] SALGADO, Rui Martim, et al. The latest trends in electric vehicles batteries. *Molecules*, 2021, 26.11: 3188.

[10] SHARMA, Snigdha; PANWAR, Amrish K.; TRIPATHI, M. M. Storage technologies for electric vehicles. *Journal of traffic and transportation engineering (english edition)*, 2020, 7.3: 340-361.

[11] BP, British Petroleum. statistical review of world energy June 2012. *London: BP*, 2014, 18.

[12] AGENCY, International Energy. Key world energy statistics. *International Energy Agecy*, 2016.

[13] ZITTEL, Wemer; SCHINDLER, Jorg. *Crude oil: The supply outlook*. Energy Watch Group, 2007.

[14] IEA. Technology roadmap: Fuel economy of road vehicles. *Technical Report*, 2012.

[15] CHOI, Daiwon; WANG, Wei; YANG, Zhenguo. Material challenges and perspectives. *HOMO*, 2010, 2: H2O.

[16] BROUSSELY, Michel. Battery requirements for HEVs, PHEVs, and EVs: an overview. *Electric and hybrid vehicles: power sources, models, sustainability, infrastructure and the market*, 2010, 305-347.

[17] BURKE, Andrew; MILLER, Marshall; ZHAO, Hemgbing. Fast charging tests (up to 6c) of lithium titanate cells and modules: Electrical and thermal response. 2012.

[18] BLANCO, Sebastian. Details on Nissan Leaf battery pack, including how recharging speed affects battery life. *Retrieved November 5, 2012 from Autobloggreen: http://green. autoblog. com*, 2010.

[19] PASSERINI, Stefano. From electrode manufacturing to Li-ion battery testing, modeling & simulation, toward new generation electric vehicle. 2020.

[20] CHEN, Cuili; WEI, Zhongbao; KNOLL, Alois Christian. Charging optimization for Li-ion battery in electric vehicles: A review. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 2021, 8.3: 3068-3089.

[21] ZHANG, Xinghui, et al. A review on thermal management of lithium-ion batteries for electric vehicles. *Energy*, 2022, 238: 121652.

[22] GUO, Ningyuan, et al. A supervisory control strategy of distributed drive electric vehicles for coordinating handling, lateral stability, and energy efficiency. *IEEE transactions on transportation electrification*, 2021, 7.4: 2488-2504.

[23] ALYAKHNI, Ahmad, et al. A comprehensive review on energy management strategies for electric vehicles considering degradation using aging models. *IEEE Access*, 2021, 9: 143922-143940.

[24] GAN, Naifeng, et al. Data-driven fault diagnosis of lithium-ion battery overdischarge in electric vehicles. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2021, 37.4: 4575-4588.

[25] TIMILSINA, Laxman, et al. Battery degradation in electric and hybrid electric vehicles: A survey study. *IEEE Access*, 2023, 11: 42431-42462.

[26] SUN, Qiang, et al. Optimized state of charge estimation of lithium-ion battery in smes/battery hybrid energy storage system for electric vehicles. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 2021, 31.8: 1-6.

[27] CAO, Yongsheng, et al. Joint optimization of delay-tolerant autonomous electric vehicles charge scheduling and station battery degradation. *IEEE Internet of Things Journal*, 2020, 7.9: 8590-8599.

[28] MOHAMMADI, Fazel; SAIF, Mehrdad. A comprehensive overview of electric vehicle batteries market. *e-Prime-Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 2023, 3: 100127.

[29] **TIMILSINA, Laxman, et al. Battery degradation in electric and hybrid electric vehicles: A survey study. *IEEE Access*, 2023, 11: 42431-42462.**

[30] **WARNER, John T. *The handbook of lithium-ion battery pack design: Chemistry, components, types, and terminology*. Elsevier, 2024.**

[31] **RALLS, Alessandro M., et al. The role of Lithium-ion batteries in the growing trend of electric vehicles. *Materials*, 2023, 16.17: 6063.**

[32] **CHRISTENSEN, Paul A., et al. Risk management over the life cycle of lithium-ion batteries in electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, 148: 111240.**

[33] **GAO, Yizhao, et al. Classification and review of the charging strategies for commercial lithium-ion batteries. *Ieee Access*, 2019, 7: 43511-43524.**

[34] **OLABI, Abdul Ghani, et al. Rechargeable batteries: Technological advancement, challenges, current and emerging applications. *Energy*, 2023, 266: 126408.**

[35] **GNANAVENDAN, Sudarshan, et al. Challenges, solutions and future trends in EV-Technology: A Review. *IEEE Access*, 2024.**

[36] **HANNAN, Mahammad A., et al. State-of-the-art and energy management system of lithium-ion batteries in electric vehicle applications: Issues and recommendations. *Ieee Access*, 2018, 6: 19362-19378.**

[37] **ZHAO, Zhaoyang, et al. Power electronics-based safety enhancement technologies for lithium-ion batteries: An overview from battery management perspective. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2023, 38.7: 8922-8955.**

[38] **SCARPELLI, Claudio, et al. Charging electric vehicles on highways: Challenges and opportunities. *IEEE Access*, 2024.**

[39] **AL-ALWASH, Husam M., et al. Optimization Schedule Schemes for Charging Electric Vehicles: Overview, Challenges, and Solutions. *IEEE Access*, 2024.**

[40] **ABDEL-BASSET, Mohamed, et al. Sustainability assessment of optimal location of electric vehicle charge stations: a conceptual framework for green energy into smart cities. *Environment, Development and Sustainability*, 2024, 26.5: 11475-11513.**

[41] **PIRMANA, Viktor, et al. Economic and environmental impact of electric vehicles production in Indonesia. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2023, 25.6: 1871-1885.**

[42] **BARMAN, Pranjal, et al. Renewable energy integration with electric vehicle technology: A review of the existing smart charging approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2023, 183: 113518.**

[43] **HUSAIN, Iqbal, et al. Electric drive technology trends, challenges, and opportunities for future electric vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 2021, 109.6: 1039-1059.**

[44] **PANOSSIAN, Nadia, et al. Challenges and opportunities of integrating electric vehicles in electricity distribution systems. *Current sustainable/renewable energy reports*, 2022, 9.2: 27-40.**

[45] **GAN, Wei, et al. Enhancing resilience with electric vehicles charging redispatching and vehicle-to-grid in traffic-electric networks. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 2023, 60.1: 953-965.**

[46] **PAUTASSO, Elisa; OSELLA, Michele; CAROLEO, Brunella. Addressing the sustainability issue in smart cities: a comprehensive model for evaluating the impacts of electric vehicle diffusion. *Systems*, 2019, 7.2: 29.**

[47] **BELL, Lena; SPINLER, Stefan; WINKENBACH, Matthias. Economic, social and ecological impact assessment of mixed light rail, battery-electric vehicles, fuel cell-electric vehicles and electrified cargo bikes in urban environment of advanced integrated simulation approach. *Fuel Cell-Electric Vehicles and Electrified Cargo Bikes in Urban Environment of Advanced Integrated Simulation Approach (January 17, 2022)*, 2022.**

[48] **ONAT, Nuri Cihat, et al. From sustainability assessment to sustainability management for policy development: The case for electric vehicles. *Energy Conversion and Management*, 2020, 216: 112937.**

[49] **LIPU, Molla Shahadat Hossain, et al. Battery management, key technologies, methods, issues, and future trends of electric vehicles: A pathway toward achieving sustainable development goals. *Batteries*, 2022, 8.9: 119.**

[50] **CAPUDER, Tomislav, et al. Review of challenges and assessment of electric vehicles integration policy goals: Integrated risk analysis approach. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 2020, 119: 105894.**

[51] **POTDAR, Vidyasagar; BATOOL, Saima; KRISHNA, Aneesh. Risks and challenges of adopting electric vehicles in smart cities. *Smart Cities: Development and Governance Frameworks*, 2018, 207-240.**

[52] **MUHAMMAD, Zia, et al. Emerging cybersecurity and privacy threats to electric vehicles and their impact on human and environmental sustainability. *Energies*, 2023, 16.3: 1113.**

[53] **AKAKPO, Alfred, et al. Foresight, organization policies and management strategies in electric vehicle technology advances at tesla. *Futures Thinking and Organizational Policy: Case Studies for Managing Rapid Change in Technology, Globalization and Workforce Diversity*, 2019, 57-69.**

[54] **NARESH, Vankamamidi S.; RATNAKARA RAO, Guduru VNSR; PRABHAKAR, D. V. N. Predictive machine learning in optimizing the performance of electric vehicle batteries: Techniques, challenges, and solutions. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2024, e1539**

[55] **CHEN, Zhongwei; FAN, Zhi-Ping. Improvement strategies of battery driving range in an electric vehicle supply chain considering subsidy threshold and cost misreporting. *Annals of Operations Research*, 2023, 326.1: 89-113.**

[56] **SHAHZAD, Khurram; CHEEMA, Izzat Iqbal. Low-carbon technologies in automotive industry and decarbonizing transport. *Journal of Power Sources*, 2024, 591: 233888.**

[57] **DODD, Tracey, et al. Toward sustainable automobility: Insights from a stewardship literature review of the industry. *Business Strategy and the Environment*, 2024.**

[58] **OYUCU, Saadin, et al. Comparative Analysis of Commonly Used Machine Learning Approaches for Li-Ion Battery Performance Prediction and Management in Electric Vehicles. *Applied Sciences*, 2024, 14.6: 2306.**

[59] **KIM, Bong Gon; TREDEAU, Frank P.; SALAMEH, Ziyad M. Performance evaluation of lithium polymer batteries for use in electric vehicles. In: *2008 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*. IEEE, 2008. p. 1-5.**

[60] **ZHANG, Xinghui, et al. A review on thermal management of lithium-ion batteries for electric vehicles. *Energy*, 2022, 238: 121652.**

[61] **SENOL, Murat, et al. Electric vehicles under low temperatures: A review on battery performance, charging needs, and power grid impacts. *Ieee Access*, 2023, 11: 39879-39912.**

[62] **SPEIRS, Jamie, et al. The future of lithium availability for electric vehicle batteries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014, 35: 183-193.**

[63] **GU, Xiaoyu, et al. Developing pricing strategy to optimise total profits in an electric vehicle battery closed loop supply chain. *Journal of cleaner production*, 2018, 203: 376-385.**

[64] DING, Yuanli, et al. Automotive Li-ion batteries: current status and future perspectives. *Electrochemical Energy Reviews*, 2019, 2: 1-28.

[65] DIOUF, Boucar; PODE, Ramchandra. Potential of lithium-ion batteries in renewable energy. *Renewable Energy*, 2015, 76: 375-380.

[66] LU, Yufang, et al. Optimal Charging Strategy for Lithium-Ion Batteries Based on Model Predictive Control with Coupled Thermal-Electric Decomposed Electrode Model. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 2024.

[67] BloombergNEF: www.about.bnef.com

[68] IEA: www.iea.org