فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۱۱-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

عنوان مقاله: کاربرد تکنولوژی پیل‌های سوختی در خودرو
دوره ۵ / شماره ۳ / پاییز ۱۴۰۰/ ص ۱۱ - ۱

کاربرد تکنولوژی پیل‌های سوختی در خودرو

محمد نامداریان۱ و شهاب‌الدین امیدیان۲

۱. گروه فنی و مهندسی، دانشکده فنی و حرفه‌ای دارالفنون بجنورد، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان خراسان شمالی، ایران.

۲. مدرس دانشگاه، مربی سازمان فنی و حرفه‌ای، ایران.

چکیده

تجزیه و تحلیل عمیقی از پیل‌های سوختی در این پژوهش انجام شده است. پس از توصیف کلی ساختار پایه پیل سوختی، شش مورد از مهم‌ترین فناوری پیل سوختی سوخت‌های قلیایی، کربنات مذاب، اکسید جامد، سوخت‌های متانولی، سوخت‌های اسید فسفریک و سوخت‌های پلیمری توضیح داده شده است، مزایا و معایب و کاربرد اصلی آنها ذکر شده است. توسعه آینده نیز نشان داده شده است، امروزه پیل سوختی به یک رقیب مناسب برای توربین‌های گاز در نیروگاه‌ها، موتورهای احتراق داخلی در خودروها و باطری‌ها در کامپیوترهای کیفی تبدیل شده است جریان مستقیم تولید شده توسط پیل سوختی را می‌توان برای کاربردهای الکتریکی به ویژه به کار انداختن موتورهای الکتریکی و روشنایی استفاده نمود، یکی از شیوه‌های اساسی که تکنولوژی آن در دهه اخیر به سرعت توسعه‌یافته است استفاده از پیل‌های سوختی جهت تأمین هم زمان الکتریسیته و حرارت به روش الکتروشیمیایی می‌باشد، به عبارتی می‌توان آن را عمل الکترولیز معکوس قلمداد کرد انرژی شیمیایی ذخیره شده در سوخت‌های فسیلی بدون احتراق استخراج می‌گردد این سیستم‌ها در مقایسه با سایر روش‌ها از کارایی زیادی برخوردار بوده و آلودگی بسیار کمی تولید می‌کند. با توجه به اینکه پیل‌های سوختی به صورت شیمیایی برق تولید می‌کنند خیلی بهتر از احتراق خواهند بود آن‌ها محدودیت قوانین ترمودینامیک را که واحدهای تولید قدرت مرسوم دارند ندارند بنابراین پیل‌های سوختی بازده بسیار بیشتری در تولید انرژی از یک سوخت خواهند داشت همچنین با افزایش هر چه بیشتر بازدهی سیستم می‌توان اتلاف گرما از بعضی سلول‌ها را مهار کرد.

واژگان کلیدی: پیل‌های سوختی، موتور خودرو، آلودگی هوا، احتراق داخلی

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۱۱-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

۱. مقدمه

پیل‌های سوختی به طور گسترده به عنوان منابع انرژی سازگار با محیط زیست در قرن۲۱ هستند. تحقیقات در زمینه پیل‌های سوختی، به دلیل الزامات اقتصادی با رشد قابل توجهی همراه بوده است[۱]. بسیاری از افراد پیل‌های سوختی را به عنوان راه‌حل‌های کلیدی در نظر می‌گیرند قرن۲۱، تولید برق کارآمد و پاک را امکان‌پذیر می‌سازد و حرارت از طیف وسیعی از منابع اولیه انرژی. پیل‌های سوختی دستگاه‌های الکتروشیمیایی هستند که از هیدروژن استفاده می‌کنند (H_2)، یا سوخت‌های غنی از H_2، همراه با اکسیژن هوا، برای تولید برق و گرما. با این‌حال انواع زیادی وجود دارد بسته به نوع سلول سوختی و سوخت مصرف شده این فناوری برای موارد مختلف بسیار جالب است. برنامه‌های کاربردی از جمله ژنراتورهای قدرت خرد، کمکی ژنراتورهای برق، ژنراتورهای برق ثابت، توزیع شده ژنراتورهای برق و ژنراتورهای قابل‌حمل برای حمل‌ونقل، پروژه‌های نظامی و بازار خودرو. این‌ها همه برنامه‌هایی هستند که به صورت وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند و تعدادی از صنایع و محیط‌های سراسر جهان این مهم را مقیاس اصلی قرار داده‌اند [۲]. اصل پیل سوختی توسط یک آلمانی در سال۱۸۳۸ به نام شونبی کشف و بر این اساس مورد بررسی قرار گرفت، اولین پیل سوختی توسط دانشمند ولزیسر گروو[1] در سال۱۸۳۹[۳,۴]. در سال۱۹۳۹، مهندس انگلیسی به نام بیکن، پیل سوختی ثابت ۵ کیلو واتی را با موفقیت توسعه داد. در سال۱۹۵۵ گراب، شیمیدانی که در جنرال الکتریک کار می‌کند، پیل سوختی اصلی را بیشتر اصلاح کرد طراحی با استفاده از تبادل یونی پلی استایرن سولفون شده غشاء به عنوان الکترولیت سه سال بعد گراب شیمیدان دیگری به نام نیدارخ[2]، راهی برای رسوب پلاتین ابداع کرد که بر روی غشا، به عنوان کاتالیزور اکسیداسیون هیدروژن لازم و واکنش‌های کاهش اکسیژن عمل می‌کرد. گراب، در ادامه این فناوری را با ناسا توسعه داد و منجر شد استفاده از آن در طول پروژه Gemini این اولین تبلیغ بود استفاده از پیل سوختی در سال۱۹۵۹، تیمی به رهبری ایهریگ[3] یک تیم ۱۵ نفره ساخت تراکتور پیل سوختی kW برای آلیس چلمرز[4]، که در سراسر ایالات متحده در نمایشگاه‌های دولتی نشان داده شد. این سیستم از هیدروکسید پتاسیم به عنوان الکترولیت و هیدروژن فشرده استفاده کرد و اکسیژن به عنوان واکنش‌دهنده در دهه۱۹۶۰، پرات و ویتنی دارای پروانه ثبت اختراع بیکن در ایالات متحده برای استفاده در برنامه فضایی ایالات متحده جهت تأمین برق و آب آشامیدنی (هیدروژن و اکسیژن به راحتی از مخازن فضاپیما در دسترس قرار بگیرد). [۲] سلول‌های سوخت بین‌المللی IFC ، بعدا یک پیل سوختی قلیایی۱,۵ کیلوواتی AFC برای استفاده در آپولو ایجاد کردند مأموریت‌های فضایی پیل سوختی نیروی الکتریکی را به عنوان و همچنین نوشیدن آب برای فضانوردان به مدت مأموریت آنها IFC متعاقبا یک AFC،۱۲کیلوواتی ایجاد کرد، برای تأمین برق در تمام پروازهای شاتل فضایی استفاده می‌شود. پیش از این جنرال موتورز[5] با الکترووان پیل سوختی هیدروژنی مجهز به پیل سوختی یونیون کابرید[6] آزمایش کرده بود. اگر چه این پروژه محدود به تظاهرات بود، اما یکی از اولین سلول‌های سوختی وسایل نقلیه برقی جاده‌ای بود. [۲] از اواسط دهه۱۹۶۰، شل در حال توسعه پیل سوختی متانول مستقیم بود، جایی که از مایع استفاده می‌شود سوخت به عنوان یک مزیت بزرگ برای کاربردهای خودرو در نظر گرفته شد. چندین خودروساز آلمانی، ژاپنی و آمریکایی و شرکای آنها شروع به آزمایش خودروی پیل سوختی[7] کردند در دهه۱۹۷۰، چگالی

[1] Welsh Sir Grove
[2] General Motors
[3] Allis-Chalmers
[4] L. Niedrach،
[5] H. Ihrig
[6] Union Carbide
[7] FCEV

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۱۱-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

توان پشته‌های سوخت پلیمری افزایش یافت و توسعه سیستم‌های ذخیره سوخت هیدروژن تا پایان سال قرن، همه خودروسازان بزرگ جهان فعال بودند ناوگان تظاهرات خودروی پیل سوختی در نتیجه این تلاش‌های اولیه. تا آن زمان تمرکز به سوخت هیدروژن خالص برگشته بود، که تولیدکننده گازهای خروجی مضر صفر است. ناشی از نگرانی در مورد کمبود انرژی و بالاتر قیمت نفت، بسیاری از دولت‌های ملی و شرکت‌های بزرگ پروژه‌های تحقیقاتی را برای توسعه اشکال کارآمدتر آغاز کرد تولید انرژی در دهه ۱۹۷۰ یکی از نتایج این پیشرفت‌های مهم در تکنولوژی پیل سوختی اسید فسفریک به ویژه در ثبات و عملکرد بود. [۲]

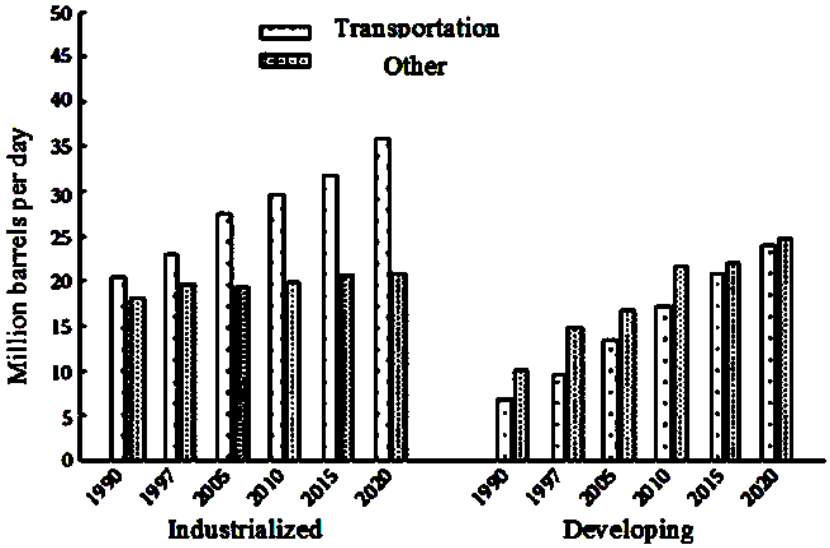
در دهه‌های اخیر، تحقیقات گسترده‌ای در مورد وسائل نقلیه با سوخت پاک و بازده بالا و ایمن صورت گرفته است که از جمله آنها می‌توان به وسایل نقلیه الکتریکی، هیبریدی الکتریکی و پیل سوختی اشاره کرد. این وسایل در آینده می‌توانند جایگزین مناسبی برای ادوات نقلیه امروزی باشند. پیل سوختی یک مبدل مستقیم انرژی است که انرژی سوخت و اکسیدکننده را مستقیما به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. بالا بودن بازده، دمای کارکردی کم مورد استفاده به عنوان محرک خودرو و تشکیل نشدن آلاینده‌هایی چون اکسیدهای گوگرد و نیتروژن، ارتعاشات و سر و صدای کم، وابستگی کم بازده به اندازه سیستم و تنوع منابع سوختی (تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر) از جمله دلایلی است که پیل سوختی را به عنوان یکی از گزینه‌های مناسب برای جایگزینی موتورهای احتراق داخلی مطرح کرده است که می‌تواند راه حل مناسبی برای کاهش مشکلات انرژی و مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف مستقیم سوخت‌های فسیلی در آینده باشد. در حال حاضر، این مبدل انرژی به طور گسترده‌ای در سراسر جهان در حال مطالعه و بررسی است تا بتواند از جنبه‌های مختلف اعم از قیمت، تأمین سوخت، پایداری و ایمنی با موتورهای احتراقی قابل رقابت باشد. در جدول ۱ میزان تولید آلاینده‌ها توسط موتورهای احتراقی و پیل‌های سوختی و همچنین بازده آنها مقایسه شده است [۵].

جدول ۱. میزان تولید آلایندها برحسب پوند در یک سال [۵]

آلاینده	موتور احتراقی	پیل سوختی
SO_X	۲۸۰۰۰	۰
NO_X	۴۱۴۲۷	۰
CO	۲۸۱۲۵	۷۲
CO_2	۴۰۴۴۰۰۰	۱۸۶۰۰۰۰
ذرات معلق	۵۰۰	۰
ترکیبات ارگانیک	۴۶۸	۰
بازده (درصد)	حدود ۳۰	۴۰-۶۵

با توجه به اطلاعات جدول ۱ مشخص می‌شود که در پیل سوختی، آلاینده‌هایی از قبیل NO_x، SO_x ذرات معلق و ترکیبات ارگانیک تولید نمی‌شود و آلاینده‌های CO و CO_2 به مراتب کمتر از موتورهای احتراقی تشکیل می‌شوند (میزان تولید CO در پیل سوختی۰٫۲۵درصد موتور احتراقی و میزان تولید CO_2 در پیل سوختی۴۶ درصد موتور احتراقی است). صنعت حمل و نقل به دنبال آن خودروها سهم عمده‌ای در مصرف سوخت‌های فسیلی دارند؛ به گونه‌ای که مطابق شکل ۱ در سال۱۹۹۷میلادی به طور میانگین۴۹ درصد سوخت موجود در جهان در کشورهای صنعتی و در حال توسعه صرف بخش حمل و نقل شده است[۵].

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۱۱-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

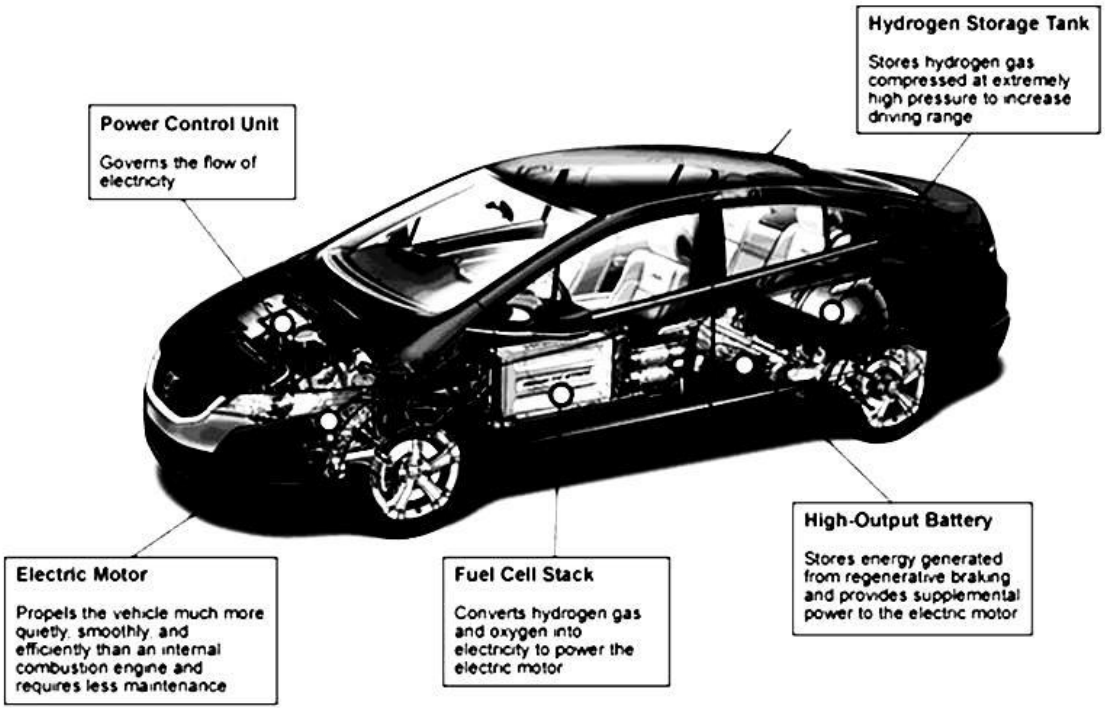


شکل۱: نمودار مصرف سوخت در بخش حمل و نقل و سایر بخش‌ها [۵]

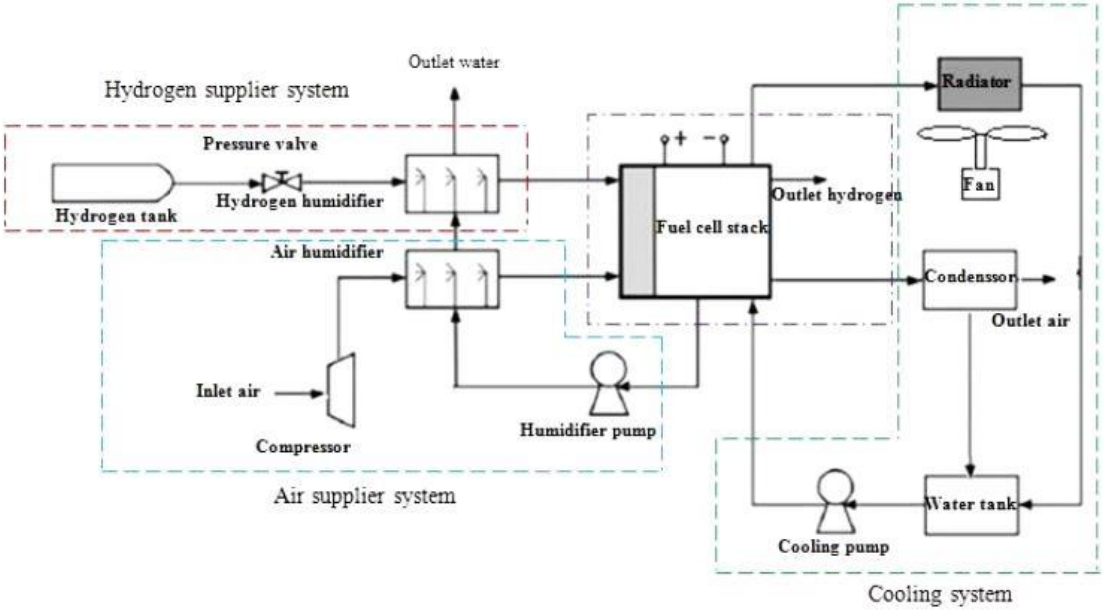
۲. سیستم خودروی پیل‌سوختی

در حال حاضر، بازده پیل سوختی از موتور احتراق داخلی بالاتر است، اما برای تجاری‌شدن آن باید به پارامترهای دیگری چون قابلیت اطمینان، پایداری، قیمت، دردسترس بودن سوخت و رضایت عموم توجه کرد. یک خودروی پیل سوختی که شامل مخزن ذخیره هیدروژن (که هیدروژن را در فشار بالا نگاه می‌دارد)، تودهٔ پیل سوختی (که گاز هیدروژن و اکسیژن را به الکتریسیته مورد نیاز برای موتور الکتریکی تأمین می‌کند)، موتور الکتریکی (که خودرو را بدون سر و صدا و به آهستگی جلو می‌راند)، واحد کنترل قدرت (که جریان الکتریسیته را مدیریت می‌کند) و باتری با خروجی بالا که انرژی تولید شده را در حالت ترمز در خود ذخیره و برای استفاده موتور الکتریکی بر می‌گرداند می‌باشد. در شکل۲ نمونه‌ای از خودروی پیل سوختی نمایش داده شده است. امروزه شرکت‌هایی چون هیوندای، تویوتا و هوندا مدل‌های از خودوری پیل سوختیHyundai ix35 FCV, Honda Clarity, TOYOTA Mirai، را تولید کرده‌اند. به منظور استفاده از توده پیل سوختی به عنوان منبع تأمین قدرت یک خودرو به یک سری تجهیزات جانبی نیاز است. در شکل۳ نمای شماتیک ساده از یک سیستم پیل سوختی مورد استفاده در یک خودرو ترسیم و اجزای اصلی آن نمایش داده شده است. مطابق شکل، این سیستم از چهار بخش اصلی شامل توده پیل سوختی، سیستم تغذیه هوا (کمپرسور، رطوبت‌زن و پمپ رطوبت زن، سیستم تغذیه سوخت مخزن ذخیره، شیر تنظیم فشار و رطوبت‌زن و سیستم خنک‌کننده رادیاتور، کندانسور، فن دمنده، مخزن آب و پمپ تشکیل شده است. در ادامه، درباره مورد هر یک از این قسمت‌ها توضیحاتی مطرح می‌شود[۵].

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۱۱-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com



شکل۲. نمایی شماتیک از یک خودروی پیل سوختی[۵]



شکل۳. نمایی شماتیک از سیستم خودروی پیل سوختی[۵]

۳. کاربردهای حرارتی و قدرت

در سال۱۹۸۳ شرکت کانادایی بلارد[8] تحقیقات خود را آغاز کرد و به سلول‌های سوختی تبدیل شد و قرار بود به یک بـازیگر اصـلی در تولید پشته و سیستم برای کاربردهای ثابت و حمل و نقل در سال‌های بعد. توجه به سوخت غشای الکترولیت پلیمـری معطـوف

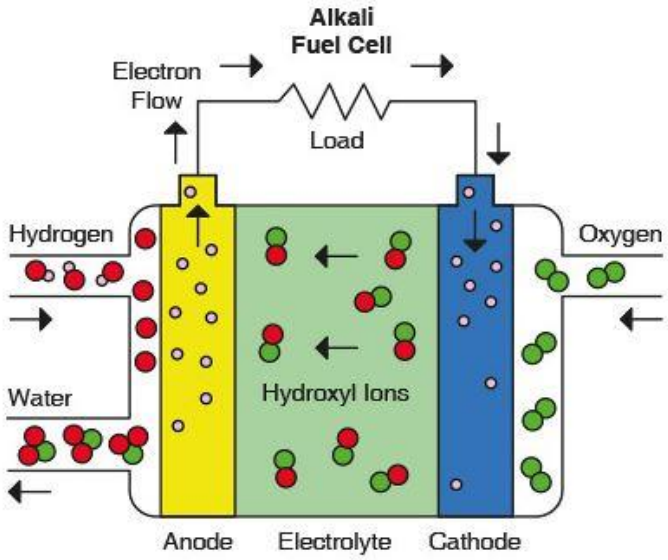
[8] Ballard

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۱۱-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

شد و فناوری پیل سوختی اکسید جامد در دهه ۱۹۹۰، به ویژه برای برنامه‌های کوچک ثابت. این‌ها بـه عنـوان یـک تبلیـغ تجـاری قریب‌الوقوع ارائه شد، به دلیل هزینه کمتر در واحد و تعداد بیشتر بازارهای بـالقوه بـرای مثـال قـدرت پشـتیبان بـرای سـایت‌های مخابراتی و شبکه‌های کوچکCHP در آلمان، ژاپن و انگلستان، بودجه قابل توجهی از دولت بـه توسـعه فنـاوری سـلول پلیمـری و اکسید جامد اختصاص داده شد. [۲,۶]

۴. پیل سوختی قلیایی

پیل سوختی قلیایی یکی از فناوری‌های توسعه یافته می‌باشد که از اواسط دهه۶۰ در برنامه آپولو و شاتل‌های فضایی ناسا به کار گرفته شد. پیل سوختی در این فضاپیماها هم برق جانبی مورد نیاز و هم آب آشامیدنی را تأمین می‌نماید. در این نوع پیل از اکسیژن و هیدروژن استفاده شده و الکترولیت آن نیز عموما محلول هیدروکسید پتاسیم است.[۳]



شکل۴: پیل سوختی قلیایی[۳]

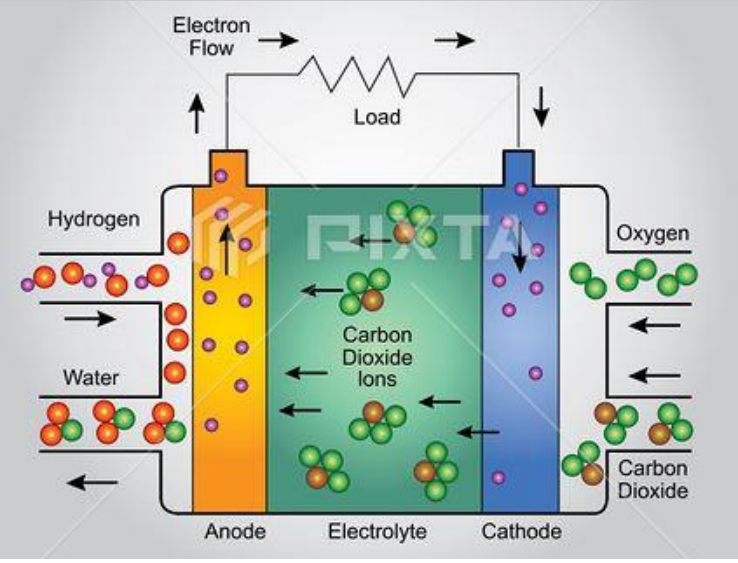
۵. الکترود آند

زمانی که متانول بر روی سطح کاتالیست واکنش می‌دهد گازCO تولید می‌شود و گازCO بر روی سطح کاتالیست جذب می‌شود COبر روی سطح کاتالیست پلاتین در پتانسیل الکترود بیشتر از ۵-۶ ولت اکسید شده و تبدیل بهCO_2 می‌شود. در پتانسیل پایین الکترود آند پلاتین، امکان اکسید شدنCO وجود ندارد. در این حالت مکان‌های فعال سطح الکترود آند بلوکه شده و واکنش اکسیداسیون متانول متوقف می‌شود[۷,۸]. با توجه به موارد ذکر شده مشخص می‌شود که کاتالیست پلاتین به تنهایی در الکترود آند پیل‌سوختی متانولی قابل استفاده نیست و لازم است که از یک سیستم دیگر استفاده شود. در حال حاضر تحقیقات زیادی در زمینه کاتالیست‌های فعال جهت اکسیداسیون متانول در حال انجام است[۹].

۶. پیل سوختی کربنات مذاب

پیل سوختی کربنات مذاب (MCFC) کاملا متفاوت از سایر انواع پیل سوختی عمل می‌نمایـد. الکترولیـت ایـن پیل‌هـا ترکیبـی از مذاب کربنات نمک‌ها می‌باشد. دو نوع ترکیبی که اکنون بیشترین کـاربرد را دارنـد ترکیـب کربنـات سـدیم و کربنـات لیتـیم و یـا کربنات پتاسیم و کربنات لیتیم می‌باشند که در ماتریسی از جنس$LiAlO_2$ نگهداری می‌شود. به واسطه دمای کارکرد بالا این نـوع پیل سوختی، نیکل به عنوان آند و اکسید نیکل به عنوان کاتد استفاده می‌شود و نیازی به استفاده از فلزات کمیاب در الکترودهـای این پیل سوختی نیست. [۲,۳,۴]

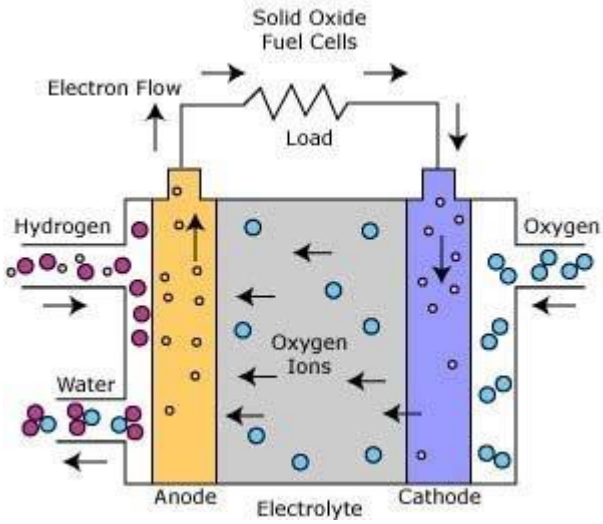
فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۱۱-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com



شکل۵: پیل سوختی کربنات مذاب[۳]

۷. پیل سوختی اکسید جامد

توسعه پیل سوختی اکسید جامد (SOFC) از اواخر دهه۱۹۵۰ آغاز شد و در حال حاضر بالاترین دما را در میان انواع پیل سوختی دارد. محدوده دمای عملکرد این پیل۶۰۰ - ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد است و به همین دلیل از انواع سوخت‌ها در آن می‌توان استفاده نمود. این پیل سوختی دو ساختار صفحه‌ای و لوله‌ای دارد و از الکترولیت جامد سرامیکی نازکی به جای الکترولیت مایع استفاده می‌شود. [۳,۶]



شکل۶: پیل سوختی اکسید جامد[۳]

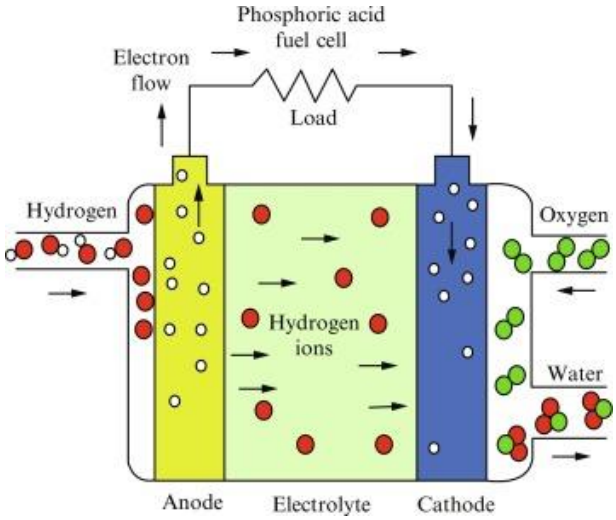
۸. پیل سوختی متانولی

پیل سوختی متانولی یک فناوری نو ظهور است که در آینده بسیار نزدیک در تلفن‌های همراه و لب تاپ‌ها به تولید انبوه خواهد رسید. در اویل دهه۹۰ پیل سوختی متانولی به دلیل کارایی و چگالی قدرت پایین و سایر مشکلاتش هنوز مناسب نبود. بهبود در کاتالیست و دیگر پیشرفت‌های ایجاد شده در طی سال‌های اخیر، چگالی قدرت را۲۰ برابر افزایش داده و کارایی آن را به ۴۰ ٪ رسانیده است. میزان توان گرفته شده از این پیل سوختی در حدود$Mw/Cm^2$۴۰۰-۲۰۰ است. [۲,۳,۴]

۹. پیل سوختی اسید فسفریک

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۱۱-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

پیل سوختی اسید فسفریک اولین پیل سوختی تجاری می‌باشد که توسعه آن از اواسط دهه ۱۹۶۰ آغاز گشت و از سال ۱۹۷۰ در مرحله آزمایش قرار گرفت و همچنان در حال توسعه در زمینه افزایش پایداری و عملکرد و کاهش هزینه می‌باشد. الکترولیت مورد استفاده در این پیل سوختی اسید فسفریک با غلظتی در حدود ٪۱۰۰ می‌باشد. محدوده دمای کارکرد این پیل سوختی بین ۱۵۰تا۲۲۰ درجه سانتی‌گراد است. هدایت یونی در اسید فسفریک نسبتا ضعیف است ولی به علت پایداری بیشتر نسبت به سایر اسیدها جهت استفاده در این نوع پیل سوختی ارجحیت دارد. پیل سوختی اسید فسفریک به CO_2 حساسیتی نداشته و حضور CO تا حد۲-۱ درصد مشکلی ایجاد نمی‌کند. کاتالیست مورد استفاده در پیل سوختی اسید فسفریک پلاتین و ماتریسی که برای نگه‌داری اسید به کار می‌رود از جنس کاربید سیلیکون (SiC) است. بازده الکتریکی این نوع پیل سوختی در حد۴۵٪-۴۰٪ است که با استفاده از حرارت حاصل از واکنش‌های الکتروشیمیایی در کاربردهای توأمان برق و حرارت میزان بازده کلی (الکتریکی و حرارتی) به۸۵٪ افزایش می‌یابد. اکنون پیل‌های سوختی اسید فسفریک با توان ۲۰۰ کیلووات مشغول به کار می‌باشد و واحدهایی با توان ۱۱ مگاوات در حال تست هستند. [۳,۱۰,۱۱]



شکل۷: پیل سوختی اسید فسفریک[۳]

۱۰. پیل سوختی پلیمری

پیل‌های سوختی غشاء پروتون (پلیمری) اولین بار در دهه ۱۹۶۰ برای برنامه Gemini ناسا استفاده شد. این نوع پیل سوختی از نقطه نظر طراحی و کارکرد یکی از جذاب‌ترین انواع پیل سوختی است. پیل سوختی پلیمری دارای الکترولیت پلیمری به شکل یک ورقه نازک منعطف است که هادی یون هیدروژن(پروتون) می‌باشد و بین دو الکترود متخلخل قرار می‌گیرد. جهت کارایی مطلوب لازم است الکترولیت، از آب اشباع باشد. نفیون یکی از بهترین الکترولیت‌های مورد استفاده در این نوع پیل سوختی است. این غشاء کوچک و سبک است و در دمای پایین ۸۰ درجه سانتی‌گراد (تقریبا ۱۷۵ درجه فارنهایت) کار می‌کند. سایر الکترولیت‌های جامد در دمای بالا نزدیک به ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد کار می‌کنند. در پیل سوختی پلیمری واکنش احیاء اکسیژن واکنش کندتر است (این واکنش سه مرتبه کندتر از واکنش اکسید شدن هیدروژن است). کاتالیست مورد استفاده در این پیل سوختی اغلب از جنس پلاتین بوده و میزان کاتالیست مصرفی در الکترودهای این نوع پیل سوختی بیشتر از سایر انواع پیل سوختی است. بازده الکتریکی این نوع پیل سوختی در حدود۵۰-۴۰ درصد است. سوخت مصرفی در پیل سوختی پلیمری نیازمند هیدروژن خالص است لذا مبدل در خارج پیل سوختی جهت تبدیل سوخت‌های متانول و یا بنزین به هیدروژن نیاز است. [۱۱] میزان دانسیته توانی این نوع پیل سوختی بیشتر از انواع دیگر پیل سوختی است. محدوده دانسیته توانی در این نوع پیل سوختی بین (۶۰۰-۳۵۰) است. طول عمر پیش‌بینی شده برای پیل سوختی پلیمری بیش از ۴۰۰۰۰ ساعت است. در این پیل سوختی CO سبب سمی شدن کاتالیست

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۱۱-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

می‌شود. [۱۲] واحدهای ۵۰ کیلوواتی اکنون در حال فعالیت و تولید نیرو هستند و واحدهایی تا توان ۲۵۰ کیلووات نیز در دست توسعه هستند. در پیل سوختی پلیمری سوخت مورد استفاده هیدروژن می‌باشد.

جدول۲: مقایسه کلی بین پیل‌های سوختی آلی از نظر دمای کارکرد و بازده و توان تولیدی[۲,۳,۴]

	پیل سوختی قلیایی	پیل سوختی متانول	پیل سوختی کربنات مذاب	پیل سوختی اسید فسفریک	پیل سوختی پلیمری	پیل سوختی اکسید جامد
الکترولیت	هیدروکسید پتاسیم	غشاء، پلیمری	مایع کربنات مذاب ثابت	مایع اسید فسفریک ثابت	غشاء تعویض یولا	سرامیک
دمای عملیاتی	۶۰-۹۰	۶۰-۱۳۰	۶۵۰	۲۰۰	۸۰	۱۰۰۰
بازده	۶۰ تا ۴۰٪	٪۴۰	۶۰ تا ٪۴۵	٪۳۵-۴۰	٪۴۰-۶۰	۶۵ تا ٪۵۰
توان تولیدی	تا ۲۰ کیلووات	کمتر از ۱۰ کیلووات	بیش از یک مگاوات	بیش از ۵۰ کیلووات	تا ۲۵۰ کیلووات	بیش از ۲۰۰ کیلووات
کاربرد	زیر دریایی و فضایی	کاربردهای قابل‌حمل	نیروگاهی	نیروگاهی	وسایل نقلیه نیروگاهی کوچک	نیروگاهی

۱۱. سیستم پیل سوختی

پیل سوختی (Stack) جهت تولید انرژی با راندمان بهینه نیازمند تجهیزات جانبی به نام سیستم پیل سوختی است که شرایط بهینه عملکرد برای پیل سوختی، شامل خلوص سوخت، مقدار هوا و سوخت ورودی به سری پیل سوختی، رطوبت گازها و مدیریت آب، کنترل دما و نهایتا فشار گازها در سیستم و سری پیل‌های سوختی را کنترل نمایند[۱۳].

یک سیستم پیل سوختی را می‌توان به سه قسمت عمده شامل:

(۱) بخش سوخت‌رسانی (مبدل سوخت و سیستم ذخیره هیدروژن)

(۲) بخش تولید انرژی شامل سری پیل سوختی و سیستم کنترل رطوبت، فشار، دما و دبی گازها

(۳) بخش تبدیل انرژی که مربوط به فصل مشترک پیل سوختی و مصرف‌کننده برق جهت تبدیل جریان و ولتاژ برق به ولتاژ و جریان مناسب می‌باشد.

سیستم ذخیره سوخت هیدروژن از قبیل ذخیره هیدروژن در مخازن تحت فشار، به‌کارگیری نانو تیوب‌ها، به کارگیری جاذب‌های هیدریدفلزی، به‌کارگیری هیدریدهای شیمیایی و ... شامل شود [۳,۱۴].

مبدل سوخت فراهم آوردن هیدروژن مورد نیاز پیل سوختی با استفاده از سوخت‌هایی است که در دسترس بوده و حمل و نقل آن آسان می‌باشد مبدل‌های سوخت باید توانائی انجام این کار را با حداقل آلودگی و بالاترین راندمان داشته باشند عملکرد مبدل‌های سوخت به زبان ساده عبارت است از : اینکه یک سوخت سرشار از هیدروژن را به هیدروژن و محصولات فرعی دیگر (CO_2) تبدیل نماید.

انواع مبدل‌های سوخت عبارت‌اند از:

۱) مبدل‌های با سیستم بخار (Steam Reformer)

۲) مبدل‌های اکسیداسیون جزئی (Partial Oxidation Refomer)

۳)مبدل‌های اتوترمال (Auto Thermal Reformer)

۱۱-۱ مزایا

قابلیت استفاده از متانول مایع به عنوان سوخت چگالی قدرت بالا، دما و فشار عملکرد پائین سادگی ساختار و مدیریت حرارت پیل ضریب اطمینان بالای سیستم حذف سیستم مبدل سوخت، حذف سیستم پیچیده مدیریت آب و حرارت (به علت همراه بودن سوخت با آب) و کاهش قابل ملاحظه‌ای وزن و حجم [۳].

۱۱-۲ معایب

عبور متانول از غشاء و در نتیجه افت ولتاژ کلی پیل و به هدر رفتن سوخت پایین بودن عملکرد در مقایسه با دیگر پیل‌ها استفاده از پلاتین در ساختار پیل پائین بودن فعالیت کاتالیست pt – ru در آند[۳].

۱۱-۳ کاربرد عملی

چگالی قدرت بالا، دما و فشار عملکرد پائین سادگی ساختار و مدیریت حرارت پیل و ضریب اطمینان بالا پیل سوختی متانولی را به جایگزین مناسبی برای باطری‌ها در کاربرد نظامی و قابل حمل تبدیل نموده است [۱۵].

۱۲. نتیجه‌گیری

در این پژوهش انواع پیل‌های سوختی مورد بررسی قرار گرفت، در عین حال بازده پیل‌های سوختی از موتور احتراق داخلی بسیار بالاتر است، ولی برای تجاری شدن آن باید به پارامترهایی چون قابلیت اطمینان، پایداری، قیمت، در دسترس بودن سوخت و رضایت عموم توجه باید شود. اتومبیل پیل سوختی شامل مخزن ذخیره هیدروژن، توده پیل سوختی، موتور الکتریکی، واحد کنترل قدرت و باتری با خروجی بالا می‌باشد. پیل‌های سوختی متانولی به دلیل راندمان بالا و آلودگی کم زمینه‌های کاربرد زیادی را پیدا نموده‌اند. پیل‌های سوختی متانولی در موارد گوناگون قابل استفاده بوده و در مقایسه با سایر روش‌های تولید انرژی الکتریکی از مزایا: راندمان بالا در بار مبنا و بار جزئی، پاسخ سریع به بار، بی سر و صدا، پاکیزه، بدون لرزش، انتشار حرارت کم، سهولت توسعه، امکان بهره‌برداری در غیاب اپراتور، انتشار اندک در اکسیدکربن، هزینه قابل تحمل، بهره‌مند می‌باشند، استفاده از فناوری پیل سوختی برای سیستم‌های پیشرفته تولید نیرو نشانگر پیشرفت‌های قابل توجهی در حفاظت از انرژی و حفاظت از محیط زیست برای دهه آینده است.

فهرست منابع و مآخذ

۱- قربانی جعفربیگلو، هانیه، مهدویان، مجید،۱۳۹۴، بررسی فناوری‌های مختلف پیل‌سوختی.پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست.

2-Giorgi، Leonardo، Leccese، Fabio،Technologies and Applications، The Open Fuel Cells Journal, 2013, 6, 1-201.

۳- علیپور، علی،پایان‌نامه کاربر پیل سوختی در بهینه‌سازی انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی،۱۳۹۵.

4-Remick, R.J.; Wheeler, D.; Singh, P. MCFC and PAFC R&D Workshop Summary Report; US Department of Energy: USA 2011.

۵- قریب، شریف، حسن‌زاده، حسن، مازوجی، رامیار،۱۳۹۶، مطالعه و مقایسه رویکردهای مدلسازی سیستم‌های پیل سوختی پلیمری در خودرو، مجله علمی ترویجی مهندسان مکانیک ایران.

۶-کیانی، نسیم، سیادتی، محمدحسین، کاتالیست‌های نوین در پیل‌های سوختی اکسید جامد، نشریه علمی ترویجی مهندسی مکانیک، دوره ۲۰، ۱۳۹۰.

7-Z.Y. Yang, Y.X. Zhang, L. Jing, Y.F. Zhao, Y.M. Yan, K.N. Sun, Beanpod-shaped Fe-C-N composite as promising ORR catalyst for fuel cells operated in neutral media, J Mater Chem A 2 (2014) 2623–2627.

۸- هوشیار، شاهرخ،۱۳۹۴، تاثیر الکترود کاتد و آند بر عملکرد پیل سوختی متانولی، چهارمین کنفرانس ملی مهندسی فرآیند پالایش و پتروشیمی.

9-S. Jiang, C.Z. Zhu, S.J. Dong, Cobalt and nitrogen-cofunctionalized graphene as a durable non-precious metal catalyst with enhanced ORR activity, J Mater Chem A 1 (2013) 3593–3599.

۱۰- حیدری، هادی و بزرگمهری، شهریار و محمدی، مجید،۱۳۹۹، ارزیابی چرخه عمر خودروهای پیل سوختی در ایران،پنجمین همایش هیدروژن و پیل سوختی،تهران،https://civilica.com/doc/1243672

۱۱-محمدیان، جمال، شیرکوند هداوند، مروری بر پیل‌های سوختی پلیمری، فصلنامه علمی سال دهم شماره۴،۱۳۹۹.

۱۲-رباط جزی، دانیال و رحیمی اسبویی، مظاهر و رنجبر، علی اکبر و رهگشای، سیدمجید،۱۳۹۹، بررسی استفاده از میدان شارش گاز سینوسی در پیل سوختی با صفحات دو قطبی فلزی، پنجمین همایش هیدروژن و پیل سوختی،تهران،https://civilica.com/doc/1243639

۱۳-داداشی فیروزجائی، کامران و رحیمی اسبویی، مظاهر و رهگشای، سید مجید،۱۳۹۹، بهبود توزیع جریان گاز سمت کاتد پیل سوختی پلیمری با محاسبه نسبت مقاومت هیدرولیکی مناسب در منیفولد، پنجمین همایش هیدروژن و پیل سوختی،تهران،https://civilica.com/doc/1243644

14-Mattey, J. The Fuel Cell Industry Review 2012; Fuel Cell Today Limited: Roystone, UK, 2012.

۱۵-کارشناس، عباسعلی، مجیدفر، فرزان، باقری‌مقدم، ناصر، محمدی، کمال،۱۳۹۰، پیش‌بینی نقش فناوری‌های پیشرفته پیل سوختی در توسعه پایدار ایران، چهارمین کنفرانس فناوری‌های پیشرفته پیل سوختی در توسعه پایدار ایران.