

فصل: پیل سوختی

بخش ۲: راهکارهای فناوری نانو برای صنعت پیل سوختی

نویسندگان: محمدرضا بسک آبادی، مهدی قربانی، محسن افسری ولایتی

مقدمه

پیل سوختی وسیله‌ای است که انرژی شیمیایی را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. گاز هیدروژن به دلیل تمایل واکنش‌دهندگی بالا، فراوانی و عدم آلاینده‌گی محیط زیست، به عنوان سوخت ایده‌آل در پیل سوختی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از این پیل‌ها می‌توان در زمینه‌های مختلفی برای تولید انرژی استفاده کرد که معمول‌ترین آنها خودروهای سواری، وسایط نقلیه عمومی، نیروگاه‌ها، وسایل الکتریکی قابل حمل مانند تلفن‌های همراه و رایانه‌های شخصی و صنایع نظامی است.

پیل‌های سوختی دارای مزایای قابل توجهی چون بازدهی بالا، سازگاری با محیط زیست، عدم آلودگی صوتی، هزینه نصب کم و راه‌اندازی آسان هستند اما وجود معایبی مانند هزینه ساخت بالا به سبب استفاده از مواد گران قیمت و عدم وجود خطوط تولید انبوه، استفاده آنها را محدود نموده است.

گسترش روز افزون فناوری نانو و ورود آن به زمینه‌های مختلف از جمله انرژی سبب ایجاد تحول عظیمی در این حوزه شده است. در همین راستا فناوری نانو به کمک صنعت پیل‌های سوختی آمده و راه‌حلهایی برای مشکلات موجود ارائه می‌کند.

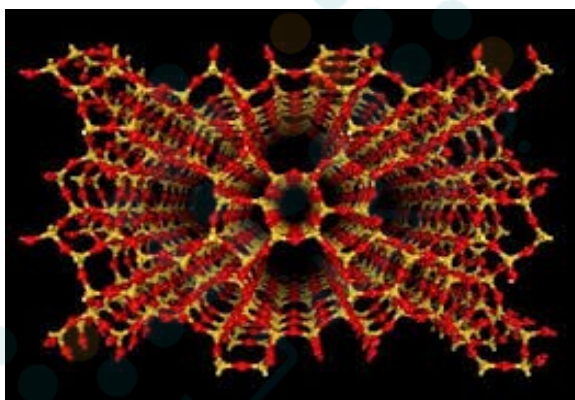
۱- ذخیره‌سازی هیدروژن:

هیدروژن گازی است که قابلیت اشتعال و انفجار زیادی دارد و ذخیره کردن آن داخل یک مخزن می‌تواند خطرات زیادی را به همراه داشته باشد. بنابراین باید به دنبال روش‌هایی برای ذخیره‌سازی بی‌خطر آن بود. یکی از این روش‌ها ذخیره‌سازی سوخت‌های غیر از هیدروژن و تبدیل آنها به هیدروژن در موقع نیاز است. برای این کار می‌توان از یک مبدل برای تبدیل سوخت‌هایی مانند متانول (که مشکل ذخیره‌سازی ندارند) به هیدروژن استفاده کرد. محققان همچنین پیشنهاد کرده‌اند که برای ذخیره‌سازی هیدروژن می‌توان از

نانوساختارهایی نظیر نانولوله‌های کربنی (CNT) و ساختارهای **زئولیتی** به خاطر سبک بودن، بی‌خطر بودن و سطح فعال زیاد استفاده کرد.

زئولیت:

زئولیت‌ها، بلورهای سه‌بعدی هستند که معمولاً از جنس آلومینیوم سیلیکات می‌باشند. زئولیت‌های آلومینیوم سیلیکات همگی دارای ساختار شبکه‌ای چهاروجهی هستند و پیوندهای منظم Si-O تولید می‌کنند. زئولیت‌های آلومینیوم سیلیکات به دلیل قدرت بالای پیوندهای Si-O که یکی از قوی‌ترین پیوندهای شناخته شده نیز هستند، پایداری حرارتی، گرمایی و شیمیایی (به جز در برابر اسیدهای قوی) بسیار زیادی دارند. همچنین تخلخل دائمی آنها یکی از ویژگی‌های مشخص زئولیت‌ها است.



شکل ۱: نمونه‌ای از یک ساختار زئولیتی

۲- گران بودن کاتالیست:

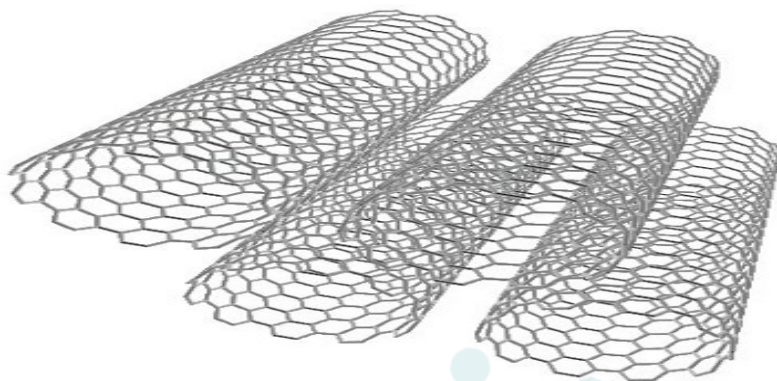
استفاده از پلاتین (Pt) به عنوان کاتالیست در پیل‌های سوختی محدودیت‌هایی را به همراه دارد. این محدودیت‌ها شامل موارد زیر می‌شود:

۱. قیمت گران Pt

۲. تعداد کم مولکول‌های Pt در سطح که باعث کم بودن تعداد سایت‌های فعال کاتالیست می‌شود.

استفاده از نانوذرات Pt روی یک بستر رسانا راه کار بسیار مناسبی است. با پخش کردن نانوذرات Pt روی بستر اندازه ذرات به حدود ۲ نانومتر کاهش می‌یابند. بنابراین، سطح تماس و سطح فعال آنها افزایش یافته و مقدار Pt کم‌تری مصرف می‌شود و در نتیجه قیمت کاهش می‌یابد. بررسی‌های محققان نشان داده است که استفاده

از CNT به عنوان بستر کارایی بالایی دارند که این امر به خاطر نانومتخلخل بودن و سطح زیاد آنها است. تحقیقات نشان داده است استفاده از CNT تک جداره ۳۰ درصد خروجی توان بیشتری را ایجاد می‌کند. همچنین استفاده از نانولوله‌های کربنی به خاطر نسبت طول به عرض بالا، مقاومت زیاد در برابر خوردگی و هدایت الکتریکی بالا است.

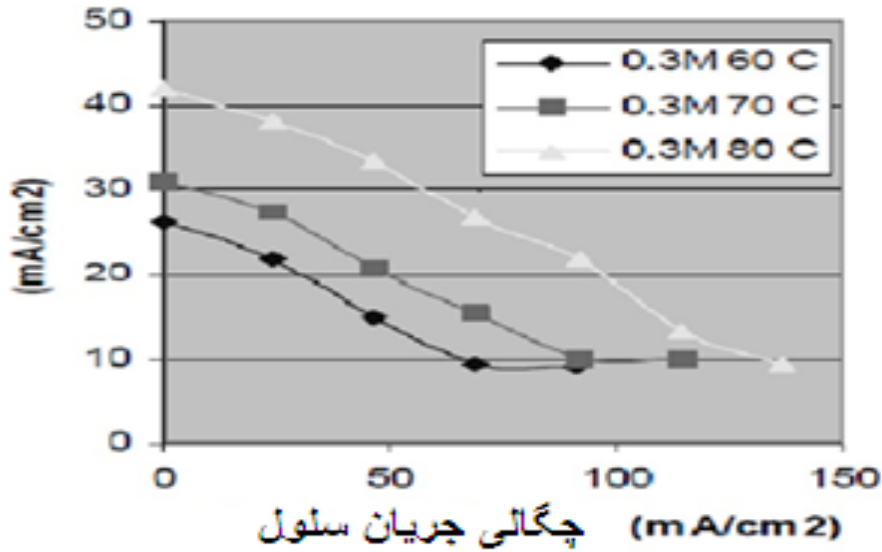


شکل ۲: نمایی از ساختار CNT

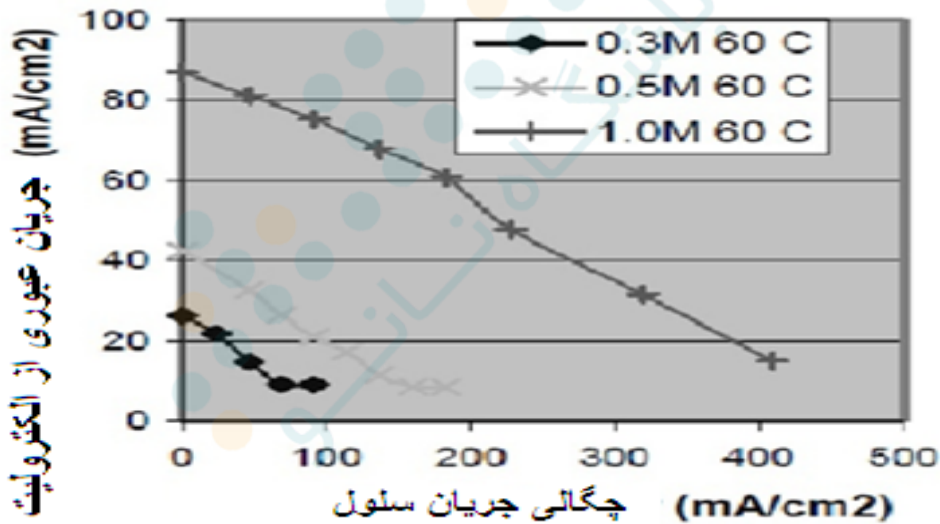
۳- مسمومیت کاتالیست

یکی از ضعف‌های اصلی پیل‌های سوختی متانولی (DMFCها) احتمال حل شدن متانول در الکترولیت است. این اتفاق باعث حرکت متانول به سمت کاتد شده و در آنجا به خاطر وجود اکسیژن اکسایش می‌یابد که این امر سبب کاهش جریان می‌شود، زیرا الکترون‌های متانول به جای عبور از سیم از داخل الکترولیت عبور می‌کنند. همان طور که در شکل ۳ و ۴ مشاهده می‌شود با افزایش دما و غلظت متانول میزان عبور متانول از الکترولیت افزایش می‌یابد. در پی سوختن متانول در کاتد، مونوکسید کربن به عنوان محصول جانبی تولید شده و روی کاتالیست می‌نشیند و با کاهش سطح فعال کاتالیست آن را مسموم می‌کند. برای حذف این مسمومیت‌ها تحقیقات زیادی انجام شده است. محققان از نانوذرات اکسید باریوم استفاده کرده و آنها را به صورت جزیره‌ای روی سطح الکتروود قرار داده‌اند. در این حالت فضای کافی برای واکنش اصلی وجود دارد و واکنش‌های اکسایش-کاهش برای حذف رسوبات کربنی توسط باریوم اکسید انجام می‌شود. بنابراین، این کار اجازه می‌دهد از سوخت‌هایی نظیر گاز زغال سنگ و بیومس نیز استفاده شود.

چگالی جریان عبوری از الکترولیت



شکل ۳: مقایسه عبور متانول از الکترولیت برای دماهای متفاوت

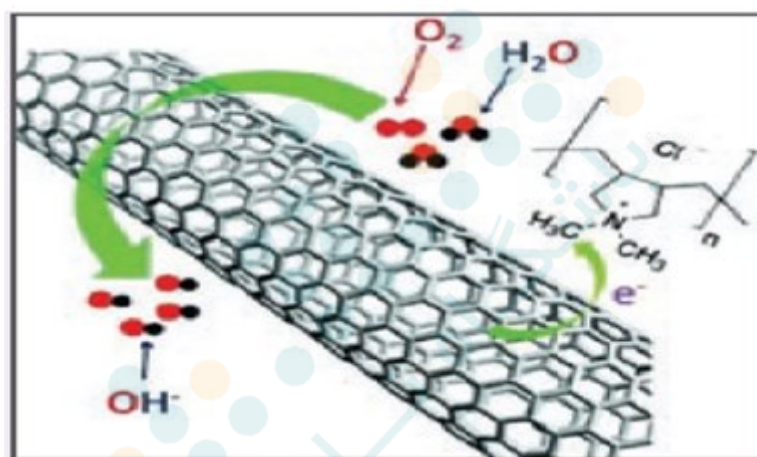


شکل ۴: نمودار عبور متانول از الکترولیت برای غلظت های متانول متفاوت

۴- CNT به عنوان کاتالیست

نانولوله های کربنی اصلاح شده می توانند به طور مستقیم به عنوان کاتالیست در پیل سوختی استفاده شوند. با اضافه کردن ناخالصی های نیتروژن به CNT و یا با غوطه ور سازی آنها در پلیمر می توان خواص الکترونی CNTها را اصلاح کرده و آنها را برای استفاده به عنوان کاتالیست آماده کرد. طبق گفته محققان کاتالیست های ساخته شده از نانولوله های کربنی غوطه ور شده در یک محلول پلیمری، از نظر کارکرد انرژی در پیل های سوختی، با

کاتالیست‌های Pt برابری می‌کند، در حالیکه ارزان‌تر هستند. غوطه‌ورسازی ساده نانولوله‌های کربنی در یک محلول آبی از پلیمر دی‌آمین‌دی‌متیل‌آمونیم کلراید برای حدود ۲ ساعت، باعث ایجاد روکش پلیمری روی سطح نانوذره می‌شود. این روکش از هر اتم کربن یک الکترون را به صورت جزئی به بیرون می‌کشد و یک بار مثبت خالص ایجاد می‌کند (شکل ۵). محققان این نانولوله‌های کربنی را روی کاتد یک پیل سوختی قلیایی قرار دادند. در این حالت این ماده باردار شده به عنوان یک کاتالیست برای واکنش اکسیداسیون احیا عمل می‌کند. آزمایش‌ها نشان دادند توان تولیدی این پیل سوختی آزمایشی معادل توان تولیدی پیلی است که از کاتالیست Pt استفاده می‌کند. برخلاف Pt این کاتالیست فعالیت خود را از دست نمی‌دهد. بنابراین راندمان طی گذر زمان در نتیجه مسمومیت با CO کاهش نمی‌یابد و از اثرات قرارگیری در معرض متانول مصون است.



شکل ۵: شماتیکی از فرایند انتقال بار و واکنش اکسیداسیون-احیا روی این کاتالیست جدید

منابع:

- 1- <http://www.nano.ir/>
 - 2- <http://americanhistory.si.edu/fuelcells/basics.htm>
- ۳- مقدمه ای بر پیل سوختی بر پایه نانوالیاف کربن و کاربرد آن در صنایع نوین احسان زاهدی، آرش تیموری راد، احسان دهنوی. قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص) آجا