

# هیدروژن و پیل سوختی

کمیته راهبری پیل سوختی / نشریه هیدروژن و پیل سوختی / سال پنجم / شماره ۴۴ / اردیبهشت ۱۳۸۹

استراتژی بدون اقدام، خیال باطلی است؛  
اقدام بدون استراتژی، کابوسی بیش نیست



### لزوم بازنگری در حوزه فناوری پیل سوختی کشور

حوزه نگاهی نو بیندازیم و صادقانه و به دور از تعصب ببینیم فاصله کمتر شده یا بیشتر؟

چنانچه همگان بر آن اذعان داریم متأسفانه فاصله ما بیشتر شده است. پس چه باید کرد؟ مقصر این امر کیست؟ عدم توانایی و یا عدم زیرساخت موجود در کشور؟ عدم برنامه‌ریزی؟ برنامه‌ریزی نامناسب؟ عدم تخصیص بودجه؟ عدم مدیریت صحیح؟ وجود تزلزل در مدیریت‌های کشور؟ و ...

آیا همگان به این بلوغ رسیده‌ایم که فارغ از مسائل سیاسی به نقد عملکرد مدیران و یا محققان بپردازیم و با یافتن کاستی‌ها و مشکلات واقع شده و بیان و اعلام آن‌ها صادقانه به یک راه‌حل و برنامه مناسب در آینده برسیم؟

آنچه که در سال‌های گذشته در حوزه این فناوری به‌وقوع پیوست بیشتر شبیه به یک نمایش از فعالیت و پژوهش در عرصه فناوری پیشرفته پیل سوختی بود و مسلم است که دستیابی به نتایج جالب توجه ارائه شده در سند توسعه پیل سوختی نیاز به تلاش مستمر و پیگیر دارد و نتیجه مطلوب با تعارف و سستی در ارائه حرکت حاصل نمی‌شود.

پس می‌بایست هرچه سریع‌تر گردهم آئیم و تصمیمی جدی و کارا برای این فناوری اتخاذ نماییم که اگر بخواهیم همانند گذشته عمل کنیم، باید هر روز نظاره‌گر افزایش فاصله‌مان با دیگر کشورها در این حوزه فناوری باشیم.

مسلم است که دستیابی به یک راه‌حل مطلوب و نتیجه محور در این حوزه با تضارب آرا و افکار در فضای نقد علمی مقدور می‌باشد و نقدپذیری و اهتمام به حل مشکل قدم بعدی جهت حصول نتیجه مطلوب خواهد بود. بر این بنیان، نشریه هیدروژن و پیل سوختی مصمم است که با ارائه و انعکاس نقدهای علمی و فنی فعالان این عرصه بستر لازم را برای ارزیابی عملکرد کشور در این حوزه فراهم نماید تا با بهره‌برداری از نظرات ارزشمند متخصصان این عرصه بتوانیم در تصحیح عملکردمان کوشا باشیم و سربلندی و پیشرفت کشورمان را شاهد باشیم. لذا علاقه‌مندان می‌توانند با ارائه نظرات خود به‌صورت مقالات کوتاه و جملات راهگشا و ارائه راهکارهای مناسب در این حوزه، تصمیم‌سازان این عرصه را یاری کنند چرا که پیشرفت و حل مشکلات اجرایی در این زمینه، مطلوب همگان و مقرون به نتیجه برای تمام ذی‌نفعان خواهد بود.

در حدود یک دهه از حلول فناوری نوظهور پیل سوختی در عرصه پژوهش و هم‌چنین در حوزه تصمیم‌گیری ارگان‌ها و مدیریت‌های مرتبط با این فناوری در کشور می‌گذرد. در سال‌هایی که گذشت توفیقات شایان توجهی در عرصه این فناوری در کشورمان حاصل شد که همگی در جایگاه خود ارزشمند و قابل ستایش و تقدیر می‌باشد. ولیکن یک سامانه هوشمند در هنگام ارزیابی عملکرد خود به آنچه که واقع شده است با توجه به شرایط و معادلات حاکم بر آن حوزه می‌نگرد و بر پایه داده‌های ورودی به آن سامانه خروجی آن را می‌پاید. بنابراین پر واضح است که حصول برخی از نتایج رضایتبخش در حوزه فناوری پیل سوختی نباید گمان اینکه آیا می‌توان بهتر بود را از ذهن دور نماید. بر این مبنا شایسته است که در شرایط کنونی که چندین سال از فعالیت بخش‌های مختلف تأثیرگذار کشور در این فناوری می‌گذرد، آنان که سیطره خوبی بر اتفاقات گذشته دارند گرد هم آیند و با بهره‌مندی از اصول علمی مبتنی بر مدیریت فناوری به نقد گذشته بپردازند و توشه‌ای نو برای آینده فراهم نمایند.

در سال‌هایی که گذشت دنیای خارج از ایران، هیچ‌گاه به علت اینکه زمان‌هایی را بدون برنامه و عدم تخصیص بودجه تلف کردیم برای ایرانیان توقف نکرد و تلاش و پویایی خویش را در این حوزه با برنامه و پر انرژی حفظ نمود و تداوم بخشید. چنین است که امروز شاهد حضور این فناوری به‌صورت تجاری در بازارهای قابل رقابت خود در دنیا هستیم و هرروز خبری نواز رفع موانع تجاری‌سازی این فناوری در عرصه‌های مختلف به ما می‌رسد.

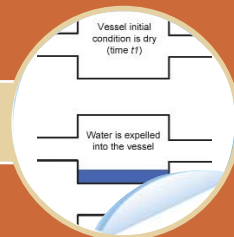
با ارزیابی خوش‌بینانه عملکردها می‌توان گفت که ما در ساخت نمونه‌های اولیه برخی از اجزای پیل‌های سوختی موردنظر در برنامه هیدروژن و پیل سوختی کشور توفیقاتی داشته‌ایم که این قدم گرچه نیکو و مطلوب است ولیکن آگاهان و متخصصان امر می‌دانند که از ساخت نمونه اولیه تا تولید مداوم و تکرارپذیر و تجاری یک محصول فاصله بسیار زیاد است.

هنگامی که دلسوزان و تصمیم‌سازان امر توسعه فناوری پیل سوختی گردهم آمدند بر مبنای این حقیقت که فناوری هزاره آینده، هیدروژن و پیل سوختی می‌باشد، تصمیم بر آن شد که توسعه این فناوری را در برنامه کاری کشور بگنجانند که بتوانیم فاصله فناوری بین ایران و دیگر کشورها را درنورددیم یا لاف‌ل عقب‌ماندگی‌مان در این حوزه بیشتر نشود.

حال به جاست که به عملکرد و سیاهه فعالیت‌های انجام شده در این

صفحه ۲

سامانه اندازه‌گیری جریان دو فازی در پیل‌های سوختی الکترولیت پلیمری (قسمت اول)



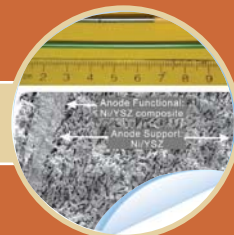
صفحه ۶

بررسی عملکرد کشور ایتالیا در حوزه هیدروژن و پیل سوختی (قسمت اول)



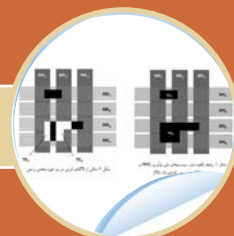
صفحه ۸

دکتر محمد سعید امیری از دانشگاه آلبرتا کانادا



صفحه ۱۰

رشد نامطلوب توسعه فناوری پیل سوختی در کشور، چالش‌ها و راهکارها (قسمت اول)



صفحه ۱۳

اخبار جهان



صاحب امتیاز: سازمان انرژی‌های نو ایران

مدیر مسئول: مهندس مهنام رحیم زاده

شورای سردبیری: دکتر مرتضی صادقی، مهندس مولود شیوا، مهندس مینو غلامی

مهندس مسعود رضایی، مهندس میترا غلامی / ویراستار فنی: دکتر سید عباس موسوی

طراحی هنری، صفحه آرایی و طراحی جلد: مرکز مدیریت ارتباطات عارف - ۲۶۶۱۰۹۹ - ۰۳۱۱

مدیر داخلی: مهندس سمیه خطی / روابط عمومی: مهدیه رحیم پور

همکاران این شماره: مهندس شراره صادقی، مهندس میتا اعتمادی

نشانی: تهران، شهرک قدس، بلوار شهید دامن، ساختمان معاونت امور انرژی، سازمان انرژی‌های نو ایران، صندوق پستی ۱۳۶۶۵ - ۱۱۶۹، تلفن: ۸۸۰۹۸۹۹۹ - ۰۲۱

استفاده از مطالب مندرج در نشریه هیدروژن و پیل سوختی با ذکر منبع مجاز است.

کمیته راهبری پیل سوختی آماده دریافت مطالب علمی، خبری و همچنین پیشنهادات و انتقادات خوانندگان محترم می‌باشد.

آدرس سایت کمیته راهبری پیل سوختی:

www.fcc.gov.ir

info@fcc.gov.ir

## سامانه اندازه‌گیری جریان دو فازی در پیل‌های سوختی الکترولیت پلیمری (قسمت اول)

نویسندگان: امیر مسعود نیرومند و مهرداد سیف؛ از دانشگاه سایمون فریزر، بریتیش کلمبیا، کانادا

چاپ شده در مجله Power Sources، سال ۲۰۱۰، صفحات ۳۲۵۵-۳۲۵۰، مترجم: شراره صادقی

در این مقاله یک سامانه حسی با قابلیت اندازه‌گیری جریان دو فازی آب در خروجی پیل‌های سوختی الکترولیت پلیمری (PEFC) معرفی شده است. این سامانه بر مبنای جمع‌آوری آب مایع خروجی از PEFC و تبخیر آن در ظرفی که تا دمایی بالاتر از دمای پیل سوختی گرم شده، کار می‌کند. با اندازه‌گیری دمای نقطه شبنم و سرعت جریان در ظرف، جرم آب فازهای مایع و بخار محاسبه می‌شود. برای اثبات قابلیت‌های این سامانه اندازه‌گیری، از آن در خروجی کاتد یک PEFC و در طول مدت آماده‌سازی غشای آن استفاده شده تا تأثیر جریان دو فازی روی ولتاژ سل و دو حالت مجزا از انتقال آب مایع در کاتد PEFC در این مدت مشخص گردد.

### ۱) مقدمه

PEFCها سل‌های الکتروشیمیایی‌ای هستند که هیدروژن و اکسیژن را برای تولید برق، گرما و آب ترکیب می‌نمایند. مدیریت آب یک عامل مهم است که روی کارایی و دوام PEFCها تأثیرگذار است. رسانایی پروتون غشای نفیون به میزان آب‌پوشی آن بستگی دارد و با افزایش مقدار آب بهتر می‌شود. به علاوه لازم است آب تولیدی در سایت‌های کاتالیزوری کاتد خارج شود، زیرا در غیر این صورت سایت‌های کاتالیزوری یعنی همان حفره‌های لایه نفوذ گاز (GDL) و یا کانال میدان جریان مسدود می‌گردد. این انسداد که به عنوان طغیان شناخته می‌شود موجب نوسان در ولتاژ سل می‌گردد. برقراری تعادل بین رطوبت غشا و دفع آب اضافی برای رسیدن به عملکرد بهینه PEFC، امری ضروری است.

آب تولیدی در کاتد می‌تواند درون جریان کاتدی تبخیر شده و PEFC را ترک ننماید. مکانیسم انتقال آب تبخیری اصولاً به دما، رطوبت و سرعت جریان کاتدی بستگی دارد.

اگرچه، در بیشتر استک‌های پیل سوختی تجاری، برای بهبود شرایط مرطوب شدن غشا، هر دو جریان آند و کاتد قبل از ورود به PEFC مرطوب می‌شوند. این مسئله موجب می‌گردد که انتقال آب تبخیری به خارج از سل کمتر از آب تولید شده باشد که خود منجر به جمع شدن مقداری آب مایع در کاتد می‌شود.

این آب مایع با استفاده از نیروهای حاصل از جریان سیال به صورت جریان‌لخته‌ای (slug flow) به خارج از سل منتقل می‌شود. بنابراین آب، یک جریان دو فازی بخار-مایع را در کاتد PEFC به نمایش می‌گذارد. شناخت دینامیک این جریان دو فازی موجب بهینه‌سازی طراحی PEFC شده که موضوع فعالیت‌های بسیاری در این زمینه بوده است. در ادامه خلاصه‌ای از روش‌های گزارش شده در مقالات برای شناخت بیشتر جریان دو فازی ارائه می‌شود. بسیاری از مؤلفین برای درک بهتر انتقال آب دو فازی

در PEFCها از مدل‌سازی استفاده نموده‌اند که نتایج حاصل از این مدل‌ها جهت ارزیابی نیاز به اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی دارند.

اما دستیابی به انتقال دو فازی در PEFCها نیاز به درجات آزادی و عوامل زیادی دارد که این خود موجب پیچیده‌تر شدن مسئله گردیده است.

علاوه بر ارزیابی اعتبار مدل، اندازه‌گیری مستقیم جریان دو فازی نیز برای فهم دینامیک آن لازم است. در نتیجه، روش‌های بسیاری برای این منظور توسعه یافته‌اند. در ادامه، آنالیزی از روش‌های گزارش شده در مقالات برای اندازه‌گیری مستقیم انتقال آب دو فازی در PEFCها آمده است.

تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) روشی استفاده شده برای مطالعه توزیع فضایی آب در PEFCهاست.

در این روش آرایه‌ای از فرستنده‌ها و گیرنده‌های فرکانس رادیویی (RF) برای ایجاد برش‌هایی از تصاویر دو و نیم بعدی از حجم مورد نظر استفاده شده است. MRI به دلیل قدرت تشخیص فضایی بالا، روشی عالی برای مطالعه پروفیل آب در غشای پیل سوختی می‌باشد.

عیب اصلی این روش به هنگام استفاده در PEFCها این واقعیت است که خواص القای مغناطیسی کربن رسیدن به داده‌های مفید حاصل از GDL و میدان‌های جریانی را محدود می‌کند، مگر این‌که مواد دیگری جایگزین کربن شوند.

علاوه بر این همانند تصویربرداری نوترونی، MRI نیز به تجهیزات گران قیمتی احتیاج دارد که کالیبره نمودن آن‌را برای تعیین مقدار آب در PEFC مشکل می‌سازد.

روش دیگر، استفاده از کاتد شفاف برای مشاهده انتقال آب مایع در GDL و میدان‌های جریان است. اگرچه این روش تجسمی، شناختی از رفتار مکانیکی انتقال آب در کاتد به ما می‌دهد ولی توانایی محدودی در تعیین مقدار آب مایع درون پیل سوختی دارد. علاوه بر آن، ساخت کاتد شفاف نیازمند استفاده از مواد مخصوصی است که خواص انتقال حرارت و کشش سطحی آن‌ها متفاوت از میدان جریان پیل سوختی می‌باشد. این مسئله به نوبه خود به انحراف در رفتار مشاهده شده انتقال آب منجر می‌شود.

روش دیگری که برای مجسم کردن تجمع فضایی آب و توزیع آن در سل‌های PEFC استفاده شده است، تصویربرداری نوترونی می‌باشد. در این روش یک منبع نوترونی و یک آشکارساز روی هر دو سمت میدان‌های جریان کاتد و آند PEFC قرار می‌گیرد. شدت نوترون که توسط آشکارساز اندازه‌گیری می‌شود، متناسب با مقدار آب موجود در پیل سوختی تغییر می‌کند و بدین ترتیب تجمع فضایی و انتقال آب در پیل سوختی را آشکار می‌سازد. به علاوه، داده‌های اندازه‌گیری شده را می‌توان برای

تعیین مقدار کلی آب کالیبره نمود.

از این رو، عیب روش نوترونی این است که به جای این‌که به طور جداگانه مقادیر آب در دو الکترود را اندازه‌گیری کند، میزان کل آب موجود در کاتد و آند را اندازه‌گیری می‌کند. علاوه بر این، مقدار کلی به دست آمده برای آب مربوط به هر دو فاز بخار و مایع بوده و مربوط به هریک از دو فاز به صورت تفکیک شده نمی‌باشد.

نهایتاً اینکه، تصویربرداری نوترونی علاوه بر نیاز به تجهیزات گران قیمت، برای ارائه داده‌های قابل اطمینان مشکل کالیبره شدن نیز دارد.

روش‌های MRI، میدان جریان شفاف و تصویربرداری نوترونی که در بالا توصیف شد، برای مطالعات پدیده‌شناسی انتقال آب در PEFCها مفیدتر از سایر روش‌ها می‌باشند چراکه سایر روش‌ها برای کمی‌سازی پدیده‌های انتقال آب دو فازی توسعه یافته‌اند.

تکنیک اصلی در این روش‌ها برقراری موازنه آب در PEFC می‌باشد. بدین صورت که میزان رطوبت در واکنش دهنده‌هایی که به آند و کاتد تغذیه می‌شوند معلوم است؛ میزان آب موجود در جریان خروجی نیز اندازه‌گیری می‌شود. تفاوت بین مقادیر ورودی و خروجی آب، تعیین‌کننده میزان انتقال آب در PEFCهاست.

مشکل اصلی در موازنه آب اندازه‌گیری جداگانه دو فاز بخار و مایع آب می‌باشد. در ادامه مروری اجمالی بر روش‌های مختلف گزارش داده شده در مقالات مختلف برای انجام چنین اندازه‌گیری‌هایی همراه با مزایا و معایب آن‌ها آمده است.

اسپکتروسکوپی جذب لیزری از روش‌هایی است که برای اندازه‌گیری فشار جزئی بخار آب در پیل‌های سوختی استفاده شده است.

در این روش با تغییر سرعت، جذب لیزر عبوری از درون جریان تغییر می‌کند. این خاصیت برای تعیین فشار جزئی بخار آب استفاده می‌شود و منجر به تفاسیر سریع و قابل اطمینان می‌گردد.

هم چنین با جای دادن این دستگاه داخل پیل سوختی می‌توان توزیع فضایی فشار بخار آب در داخل سل را به دست آورد. اما در عین حال این دستگاه با محدودیت اندازه‌گیری مقدار آب مایع موجود در جریان روبروست. کروماتوگرافی گاز، روش دیگری است که برای اندازه‌گیری غلظت بخار آب در PEFCها استفاده می‌شود.

در این روش، نمونه نسبتاً کمی از گاز خروجی پیل سوختی برای اندازه‌گیری غلظت به دستگاه کروماتوگرافی فرستاده می‌شود.

این روش نیز همانند روش قبلی می‌تواند برای اندازه‌گیری فضایی غلظت اجزا، درون خود پیل سوختی به اجرا درآید. ولی در هر صورت این روش هم کامل نیست و محدودیتی دارد که آن عدم اندازه‌گیری غلظت آب مایع است.

روش دیگری که برای تعیین مقدار آب جریان خروجی پیل سوختی استفاده می‌شود، میعان آب مایع و اندازه‌گیری وزن و حجم آن است.

این روش منجر به تعیین کل آب خروجی سل می‌شود.

از این رو، با ترکیب این روش و سایر روش‌هایی که فشار بخار آب را اندازه‌گیری می‌نمایند، نظیر اسپکتروسکوپی جذب لیزر، امکان تعیین مقدار آب

خروجی از پیل سوختی در فازهای بخار و مایع فراهم می‌گردد. محدودیت این روش پایین بودن نسبی جرم به حجم آب مایع شده است. بنابراین اندازه‌گیری‌ها در دوره‌های زمانی طولانی مدت انجام می‌گیرد تا این مقادیر به محدوده دقت دستگاه‌های اندازه‌گیری برسند. این مسئله وضوح زمانی داده‌های اندازه‌گیری را

فلومترها ممکن است ولی اندازه‌گیری جریان لخته‌ای بسیار مشکل است. سامانه اندازه‌گیری گزارش شده در زیر برای اندازه‌گیری‌های خاصی مانند دینامیک چنین جریان‌هایی توسعه داده شده است. همان‌طور که به صورت شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده، برای اندازه‌گیری میزان آب مایع خروجی

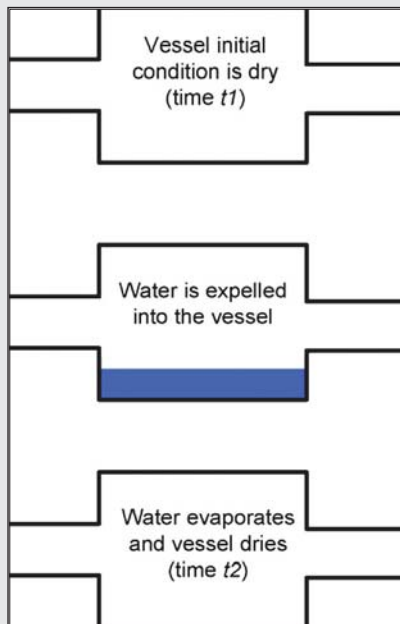
می‌یابند. با گرم شدن ظرف تا دمایی بالاتر از دمای جریان خروجی پیل سوختی، آب مایع تجمع یافته به داخل جریان عبوری از ظرف تبخیر می‌شود. در طول تبخیر، حسگر رطوبت، فشار جزئی بالاتری از آب را نشان می‌دهد. زمانی که تمام آب مایع در ظرف تبخیر شد و ظرف خشک گشت، حسگر رطوبت دوباره فشار جزئی بخار آب خروجی پیل سوختی در حالت یکنواخت را نشان می‌دهد.

در نهایت، مقدار کل آب مایع از اندازه‌گیری‌های حسگر رطوبت بین دو حالت خشک ظرف محاسبه می‌شود. این مراحل به صورت شماتیک در شکل ۲ نشان داده شده است.

در شکل ۲، زمان‌های  $t_1$  و  $t_2$  مربوط به ۲ حالت کاملاً خشک ظرف می‌باشند که در این فاصله زمانی آب مایع به داخل این ظرف وارد و سپس تبخیر گشته است. تعداد مول‌های آب مایع خارج شده از ظرف،  $n_{Liq,in}$ ، بین زمان‌های  $t_1$  و  $t_2$  را می‌توان با استفاده از رابطه زیر محاسبه نمود.

$$n_{Liq,in} = \int_{t_1}^{t_2} (\dot{n}_{vap,out} - \dot{n}_{vap,in}) dt \quad (1)$$

که در آن  $\dot{n}_{vap,out}$  دبی مولی کلی بخار آب خروجی از ظرف و  $\dot{n}_{vap,in}$  دبی مولی بخار آب ورودی به ظرف می‌باشد. در رابطه بالا، فرض شده است که آب به شکل بخار ظرف را ترک می‌نماید نه مایع. اما اگر مقدار آب ورودی به ظرف بیشتر از ظرفیت آن باشد، ظرف سربور و آب بدون این که تبخیر شود، مستقیماً از ظرف خارج می‌شود. حجم ظرف مورد استفاده در این آزمایش  $15 \text{ cm}^3$  است. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، برای ایجاد اطمینان از اینکه ظرف سرریز نشود، حسگر رطوبت کمی پایین‌تر از دهانه خروجی ظرف قرار داده شده است. حسگر رطوبت به آب مایع حساس است و اگر در تماس با آب مایع قرار بگیرد پیغام خطا می‌دهد. بنابراین اگر ظرف سرریز شود، در اثر تماس آب مایع با حسگر رطوبت، پیغام خطا مشاهده می‌گردد. بنابراین با این تمهید مشکل سرریز حل می‌شود.

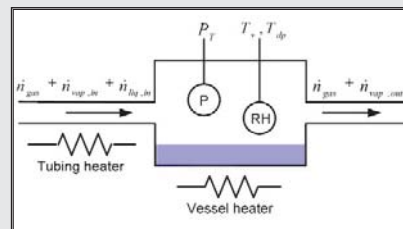


شکل ۲: شرایط خشک اولیه و نهایی ظرف در زمان‌های  $t_1$  و  $t_2$

روش	نقطه قوت	نقطه ضعف
MRI	توزیع آب غشا	عدم سازگاری با کربن، گران قیمت
کاتد شفاف	مطالعه پدیدار شناختی	محدودیت در کمی سازی
تصویر برداری نوترونی	توزیع فضایی آب	تعیین مقدار کل آب موجود در آند و کاتد، دقت محدود، گران قیمت
اسپکتروسکوپی لیزر	توزیع اندازه فضایی	عدم اندازه گیری آب مایع
کروماتوگرافی گاز	توزیع فضایی اجزاء	تنها برای گاز عمل می‌کند
میعان	موازنه کل آب	وضوح زمانی پایین
سنسور رطوبت	دقیق، ارزان	تنها بخار آب را اندازه می‌گیرد

جدول ۱: روش‌های مورد استفاده برای اندازه‌گیری آب در پیل‌های سوختی PEM

پیل سوختی، یک حسگر رطوبت حالت جامد با نام Sensirion SHT75 با دقت  $\pm 2\%$  درصد رطوبت نسبی (RH) و دقت  $\pm 1/5$  درصدی دما در یک ظرف گرم شده از جنس فولاد ضدزنگ، مورد استفاده قرار گرفته است. یک گرم‌کن رشته‌ای امگا FGR-60 با توان ۲۵۰ وات با کنترل‌کننده روشن - خاموش برای کنترل گرمای ظرف با دقت  $\pm 1$  درصد استفاده شده است. گرم‌کن رشته‌ای امگا FGR-30 با توان ۱۲۵ وات نیز با یک کنترل‌کننده روشن - خاموش برای گرمایش لوله‌های اتصال به‌کار گرفته شده است. یک مبدل فشار US10000 ساخت شرکت Measurement Specialties در گستره  $0 - 50 \text{ psi}$  و دقت  $\pm 0.05\%$  درصد، برای اندازه‌گیری فشار ظرف استفاده شده است.



شکل ۱: شماتیک ظرف حسی برای اندازه‌گیری مقدار آب در خروجی پیل سوختی PEM

ظرف گرم شده برای اندازه‌گیری جریان دو فازی در محل خروجی PEFC قرار می‌گیرد. زمانی که ظرف خشک است و هیچ آب مایعی در جریان خروجی PEFC وجود ندارد، حسگر رطوبت، فشار جزئی بخار آب خروجی پیل سوختی در حالت یکنواخت را نشان می‌دهد. به هنگام خروج آب مایع از پیل سوختی به دلیل بزرگ‌تر بودن قطر ظرف از لوله خروجی پیل موج‌هایی از آب به وجود می‌آید که در ظرف تجمع

محدود می‌نماید و نتایج تنها می‌توانند متوسط خواص انتقال را معلوم کنند. با این اوصاف، میزان انتقال آب بین الکترودهای PEFC، یعنی جریان لخته‌ای، با استفاده از این روش به درستی تعیین نمی‌شود. حسگرهای رطوبت حالت جامد دستگاه دیگری است که برای اندازه‌گیری رطوبت نسبی جریان‌های خروجی آند و کاتد PEFC استفاده می‌شود. در این حسگرها تغییرات ثابت دی الکتریک و دمای خازن برای تعیین رطوبت نسبی (RH) اندازه‌گیری می‌شود. مشابه کروماتوگرافی جذب لیزر و کروماتوگرافی گاز، حسگرهای RH نیز تنها می‌توانند مقدار آب فازگازی را اندازه‌گیری نمایند. هم‌چنین در صورت وجود بخار آب اشباع و میعان شدن آب روی این سنسورها، نتایج این دستگاه غیرقابل اطمینان می‌گردد. جدول ۱ مزایا و محدودیت‌های روش‌های اندازه‌گیری آب را که در مقالات مختلف بدان اشاره شده، خلاصه نموده است.

همان‌گونه که مشاهده می‌گردد در هیچ یک از این روش‌ها قابلیت تغییر مقدار موجود در جریان دو فازی در PEFC‌ها با دقت بالا از نظر زمانی و جرمی وجود ندارد. از این رو در بخش بعدی یک سامانه اندازه‌گیری برپایه حسگر رطوبت حالت جامد معرفی می‌شود که چنین توانایی‌ای را دارد و در ادامه تجهیزات پیل سوختی استفاده شده برای نمایش قابلیت‌های این سامانه ارائه شده است. در نهایت نتایج تجربی حاصل از اندازه‌گیری جریان دو فازی طی مرطوب کردن غشا و به دنبال آن تحلیل این نتایج آورده شده است.

## ۲) بخش آزمایشگاهی

۱-۲) سامانه اندازه‌گیری جریان دو فازی آب مایع با یک جریان پیوسته یا یک موج غیردائمی، یعنی جریان لخته‌ای پیل سوختی را ترک می‌نماید. اندازه‌گیری جریان پیوسته مایع با انواع گوناگونی از

# بررسی عملکرد کشور ایتالیا در حوزه هیدروژن و پیل سوختی (قسمت اول)

...نویسندگان: مینا اعتمادی، سمیه خطی....

مناطق است. در غالب این برنامه بوده پیشنهادی برای سال‌های ۲۰۰۸ الی ۲۰۱۶ در حدود ۶۴۵ میلیون یورو است. در برنامه ملی «هیدروژن و پیل سوختی» ایتالیا که با هدف تعریف استراتژی تحقیق، توسعه و نمایش و در جهت حمایت از توسعه بازار و حرکت به سوی اقتصاد هیدروژنی پایدار و کاهش انتشار CO<sub>2</sub> تدوین شد، اهداف میان‌مدت مبنی بر راه‌اندازی نیروگاه‌های پیل سوختی و هیدروژنی (به‌طور مثال، نیروگاه‌های بزرگ پیل سوختی در مناطق صنعتی، مولدهای کوچک و متوسط هم‌زمان برق و حرارت برای مصارف خانگی) و گسترش تدریجی زیرساخت هیدروژنی (تولید، جایگاه‌های سوخت‌گیری و توزیع) و اهداف بلندمدت بر بخش حمل‌ونقل برای رسیدن به نظام اقتصادی رشدیافته بر پایه فناوری پیل سوختی متمرکز گردید. نقشه راه هیدروژنی در طی این برنامه با چشم‌انداز تولید هیدروژن به منظور کاهش دی‌اکسیدکربن و کاهش هزینه تولید و

صرف هیدروژن در پائین‌ترین حد ممکن، تصویب شد. در فاز صفر (۲۰۰۷-۲۰۰۲) ۸ پروژه تحقیقاتی بر روی هیدروژن و ۶ پروژه تحقیقاتی بر روی پیل‌های سوختی با هزینه کلی ۱۲۸ میلیون یورو انجام شد که دولت در حدود ۹۰ میلیون یورو سرمایه‌گذاری نمود و بیش از ۱۰۰ گروه تحقیقاتی از دانشگاه‌ها و صنعت در آن مشارکت داشتند.

در حال حاضر فعالیت‌های پیل سوختی در ایتالیا بر روی توسعه و نمایش فناوری‌های گوناگونی چون PEFC برای مصارف نیروگاهی و خودرویی؛ MCFC برای تولید برق غیرمتمرکز و در محل؛ و تا حدودی تحقیق در مورد مواد و اجزای SOFC متمرکز است. طرح‌های نمایشی معدودی نیز در مورد پیل‌های سوختی اسید فسفریک انجام شده تا عملکرد و پایداری سیستم‌های کوچک تولید هم‌زمان در محل ارزیابی و مورد تأیید قرار گیرد (یک واحد ۵۰ کیلوواتی در میلان و یک واحد ۲۰۰ کیلوواتی در در بولوگنا).

ایتالیا سهم رو به رشدی در فناوری‌های هیدروژن و پیل سوختی دارد و در بیشتر ابتکارات اتحادیه اروپا در این حوزه که توسط سازمان‌های ملی تحقیق و توسعه، مراکز دانشگاهی و صنعتی و عمدتاً با حمایت دولت این کشور انجام می‌شود، پیش‌قراول است.

## اهداف، اولویت‌ها و فعالیت‌ها

از سال ۲۰۰۲ «برنامه هیدروژن و پیل سوختی» زیر مجموعه طرح تحقیقات ملی (PNR) تصویب شد و ردیف بودجه به آن اختصاص یافت. ساختار «برنامه H2CC» شامل کمیته راهبری با ۳۰ عضو از کمیته انرژی و محیط زیست، وزارت آموزش، تحقیقات و علوم دانشگاهی (MIUR) و وزارت محیط‌زیست، سازمان تحقیقات ملی، صنایع و نمایندگان

ایتالیا یکی از کشورهای فعال اروپایی در حوزه هیدروژن و پیل سوختی است و از اوایل دهه ۱۹۸۰ شروع به سرمایه‌گذاری در زمینه فناوری هیدروژن و پیل سوختی نمود. در آن زمان، فعالیت‌های تحقیق و توسعه بیشتر بر روی توسعه فناوری‌های پیل سوختی متمرکز بود، در عین اینکه به تولید هیدروژن به‌عنوان یک حامل پایدار انرژی نیز پرداخته می‌شد. در آغاز دهه ۱۹۹۰، طرح‌هایی در زمینه تولید هیدروژن از منابع تجدیدپذیر انرژی و کاربرد آن‌ها در موتورهای احتراق داخلی (ICE) انجام گرفت.

آزمایشگاه‌های ENEA (آژانس ملی انرژی، فناوری‌های نو، توسعه پایدار اقتصادی) ایتالیا واحدی یکپارچه برای تولید هیدروژن از منابع فتوولتائیک، ذخیره و کاربرد آن در پیل‌های سوختی راه‌اندازی و توسعه دادند. این کارخانه تحت حمایت برنامه‌های چارچوبی اتحادیه اروپا ساخته شد و مورد آزمایش قرار گرفت. در سال‌های اخیر، مشارکت‌های صنعتی ایتالیا در پیشرفت و توسعه خودروهایی هیدروژنی تحت لوای برنامه‌های ملی و بین‌المللی رشد چشم‌گیری داشته است. در فوریه ۲۰۱۱، فیات اولین نمونه خودروی پیل سوختی خود را با نام «سیستو» به بازار عرضه کرد. این شرکت در سال ۲۰۰۵ خودروی پاندا را ارائه نمود و در سال ۲۰۰۶ نسل سوم استک پیل سوختی خود را در این خودرو آزمایش نمود.



در فاز دوم (۲۰۱۳-۲۰۱۵) اولویت‌های تحقیق و توسعه، برنامه‌های نمایشی، پروژه‌های پایلوت، آموزش، ترویج، وضع قوانین و بازار انجام می‌شود و فاز سوم (۲۰۱۴-۲۰۱۷) به صنعتی‌سازی اختصاص یافته است.

در سال ۲۰۱۴ برنامه ملی «تحقیق و توسعه هیدروژن و پیل سوختی» ایتالیا، به همت وزارت MIUR و وزارت محیط زیست و حمایت صندوق مالی ویژه تحقیقات (FISR) در چارچوب برنامه ملی «هیدروژن و پیل سوختی» طرح‌ریزی و برنامه رتوس آن مشخص گردید و با مشارکت صنایع تولیدی، مناطق مختلف ایتالیا و جوامع علمی و انجمن‌های صنعتی به اجرا در آمد و در سال ۲۰۱۹ به اتمام رسید.

حوزه‌های ذیل به عنوان اولویت‌های تحقیقات هیدروژن، شناخته شدند:

■ دستیابی به فناوری‌های مقرون به صرفه تولید هیدروژن از منابع تجدیدپذیر (تا سال ۲۰۳۰، ۲۰ درصد کل تولید)

■ یافتن فناوری‌های پربازده تولید هیدروژن از سوخت‌های فسیلی با قابلیت جذب و ذخیره CO<sub>2</sub>

■ ساخت سیستم‌های PEFC تأمین‌کننده نیروی رانش خودروها به منظور تولید انبوه (تا سال ۲۰۱۵ با هزینه کمتر از ۲۰۰ یورو به ازای هر کیلووات)

■ تهیه سیستم‌های ایمن و مؤثر برای ذخیره هیدروژن در کاربردهای حمل و نقل

■ تهیه سیستم‌های پیل سوختی (PEFC, MCFC, SOFC) برای تولید غیرمتمرکز برق و کاربردهای دریایی (با عمر مفید بالای ۴۰ هزار ساعت و هزینه ۱۵۰ تا ۲۰۰ یورو در هر کیلووات تا سال ۲۰۱۵)

■ همچنین اولویت‌های تعیین شده تحقیق و توسعه فناوری‌های پیل سوختی در ایتالیا عبارتند از:

■ بهبود عملکرد و کاهش قیمت از طریق توسعه مواد، اجزا و طراحی‌های نوآورانه

■ توسعه و نمایش سیستم‌های پیل سوختی برای کاربردهای نیروگاهی، حمل و نقل و قابل حمل

■ نمایش، پایش و تأیید رفتار عملیاتی پیل‌ها با استفاده از انواع سوخت‌ها

■ میزان بودجه

از سال ۲۰۱۱ به بعد سالانه به طور متوسط ۳۰ میلیون یورو در خصوص هیدروژن و پیل سوختی سرمایه‌گذاری صورت گرفته که حدوداً ۶۰ درصد آن به تولید هیدروژن و بقیه به فناوری‌های پیل سوختی اختصاص داشته است.

به طور مثال در طول سه سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۰۸، در کل، ۹۰ میلیون یورو سرمایه‌گذاری در حوزه هیدروژن و پیل سوختی صورت گرفت. البته با توجه به این‌که بیشتر طرح‌ها با مشارکت بخش خصوصی انجام شده تقریباً سالانه ۴۳ میلیون یورو (جمعاً ۱۲۸ میلیون یورو در سه سال) در این حوزه هزینه شده است. سرمایه‌هایی که تاکنون در ایتالیا در حوزه هیدروژن و پیل سوختی صرف شده غالباً از جانب وزارت آموزش، تحقیقات و علوم دانشگاهی، وزارت محیط زیست، شهرداری‌های مناطق مختلف و برنامه‌های چارچوبی اروپا اختصاص یافته است.

■ فعالان کلیدی

بخش‌های دولتی و خصوصی متعددی در ایتالیا در بخش هیدروژن و پیل سوختی، مشارکت دارند که عبارتند از:

■ سازمان‌های دولتی: وزارت محیط‌زیست؛ وزارت آموزش، تحقیقات و علوم دانشگاهی، دولت‌های منطقه‌ای (از جمله لومباردی، پیدمونت، توسکانا و ونتو) و سازمان‌های محلی (از جمله شهرداری فلورنس، شهرداری مانتوا و شهرداری میلان)

■ پژوهشگاه‌های دولتی: ENEA، مؤسسات وابسته به

مرکز ملی تحقیقات (CNR): CNR-ITAE (مؤسسه فناوری‌های پیشرفته انرژی)، CNR-IMM (مؤسسه میکروالکترونیک و میکروسیستم‌ها)، CIRPS (مرکز تحقیقات بین دانشگاهی توسعه پایدار)

■ مراکز صنعتی: CESI (مرکز آزمایشات الکترونیکی ایتالیا)، موسسه صنعتی ونیز، CRF (مرکز تحقیقات فیات، توسعه‌دهنده خودروهای هیبریدی و خودروهای پیل سوختی)

■ دانشگاه‌ها: ژنو، آکوئینا، مسینا، میلان، پوایا، پروجا، رم، سینا، تورین و ترنتو

■ مراکز خدمات اتوبوس‌های شهری: پایانه حمل و نقل اتی.ام. تورین و آتاف شهر فلورنس

در ادامه به معرفی بیشتر ENEA که حضور پررنگ‌تری در این حوزه داشته و دارد، می‌پردازیم.

■ آژانس ملی انرژی، فناوری‌های نو و توسعه پایدار اقتصادی ایتالیا، ENEA

ENEA، از اوایل دهه هشتاد تحقیقات در زمینه پیل‌های سوختی را با همکاری صنعت، دانشگاه و سایر مراکز تحقیقاتی آغاز کرد و با هدف رفع موانع اقتصادی-اجتماعی ورود هیدروژن به سیستم‌های انرژی، در فعالیت‌های ملی و بین‌المللی مشارکت نمود. هم‌چنین به منظور تسهیل و تسریع انتقال به اقتصاد هیدروژنی به مسأله ایمنی و استقبال عمومی از فناوری‌های هیدروژنی توجه ویژه‌ای مبذول داشته است. در این مرکز فعالیت‌های بسیاری برای توسعه فرآیندهای تولید هیدروژن با آلاینده‌ی صفر به‌ویژه فرآیندهای ترموشیمیایی خورشیدی، گازی‌سازی زیست‌توده‌ها و پسماندها و فرآیندهای تخمیر بیولوژیکی صورت گرفته است.

در آزمایشگاه‌های ENEA بر روی جنبه‌های مختلف انواع پیل سوختی (PEM، SOFC و MCFC) کار شده است. در نهایت نظرات و تجربیات کارشناسی شده ناشی از فعالیت‌های تحقیقاتی در ENEA به صنعت منتقل می‌شود که این نتیجه همکاری‌های دو جانبه است. شرکت‌هایی مانند ICI Caldaie، پیل سوختی اکسرژی، آریستون و S.O.F.C. Power ENEA همکاری خوبی دارند.

■ تحقیق و توسعه در ایتالیا

با توجه به اولویت‌های تعیین شده، تحقیقات در زمینه فناوری هیدروژن در ایتالیا بر روی روش‌های ذخیره هیدروژن و تولید آن متمرکز شده است و در حوزه پیل سوختی بیشتر توجهات روی PEM و MCFC معطوف گردیده است. در ذیل فعالیت‌های RD&D این کشور در تمامی بخش‌های مربوط به صنعت پیل سوختی و هیدروژن که توسط گروه‌های مختلف انجام گرفته، به تفکیک ارائه می‌گردد:

۱) تولید هیدروژن از سوخت‌های فسیلی

■ ENEA (آژانس ملی انرژی، فناوری‌های نو و توسعه پایدار اقتصادی) بر روی تولید هیدروژن از طریق گازی‌سازی آبی ذغال‌سنگ (فرآیند ZECOMIX) فعالیت دارد.

■ مؤسسات وابسته CNR (مرکز ملی تحقیقات) و دانشگاه‌ها مواد، اجزا و فرآیندهایی برای انواع فناوری‌های فرآورش سوخت را توسعه می‌دهند.

■ ENEL Research (مرکز تحقیقات شرکت برق ENEL) بر روی تولید هیدروژن از ذغال و توسعه واحدهای یکپارچه متمرکز است.

۲) تولید هیدروژن از منابع تجدیدپذیر

اکثر سازمان‌ها و مراکز فعال ایتالیایی در حوزه هیدروژن و پیل سوختی در تولید هیدروژن از منابع تجدیدپذیر مانند گازی‌سازی زیست‌توده، فرآیندهای ترموشیمیایی، الکترولیز

پیشرفته و فرآیند فتوبیولوژیکی مشارکت دارند. از جمله این مراکز ENEA، CNR و دانشگاه‌ها هستند.

۳) ذخیره هیدروژن

طرح‌هایی در زمینه توسعه مواد (هیدریدهای فلزی، نانوساختارهای کربنی)، اجزا و سیستم‌های مناسب برای ذخیره هیدروژن در مصارف حمل و نقل و نیز سیستم‌های ذخیره فشار بالا بر اساس فناوری‌های معمول و پیشرفته به مدیریت ENEA، CNR و پارک محیط زیست و دانشگاه‌های ایتالیا صورت گرفته است.

۴) کاربرد هیدروژن - پیل‌های سوختی

از جمله کاربردهای هیدروژن، استفاده از آن در پیل‌های سوختی با مصارف گوناگون می‌باشد از جمله:

■ مصارف نیروگاهی

■ در ENEA، تحقیق و توسعه مواد و اجزا و سیستم‌های یکپارچه PEFC و MCFC با انواع سوخت‌ها، توسعه سیستم PEFC یک تا ده کیلووات، توسعه یک سیستم پیل سوختی ۱۲۵ کیلووات / توربین گازی انجام می‌شود.

■ در CNR، توسعه مواد و اجزا (PEFC, DMFC, SOFC, MCFC)، توسعه استک (SOFC و PEFC) و تست واحد نمایشی پیل سوختی با انواع سوخت‌ها انجام می‌شود.

■ در پارک محیط زیست، واحدهای CHP و قابل حمل پیل سوختی به نمایش گذاشته است.

■ دانشگاه ژنو (با همکاری شرکت پیل سوختی آنسالدو) یک واحد MCFC تحت فشار را توسعه داد و این واحد نمایشی ۵۰۰ کیلوواتی را آزمایش کرد.

■ شرکت پیل سوختی ارکو ترنیکس استک PEFC و سیستم‌های یکپارچه (۵۰۰-۵۰۰kW) و سیستم‌های CHP برای کاربردهای خانگی (۳ تا ۷) کیلووات را توسعه داده است.

■ شرکت پیل سوختی نوررا - ساخت ماژول PEFC ۲/۵ تا ۵ کیلووات با نام PowerFlow برای مصارف صنعتی و تجاری، ساخت سیستم CHP ۴ کیلوواتی با نام AVANTI با سوخت گاز طبیعی و سیستم مدولار ۷۵ تا ۱۲۰ کیلووات با نام FORZA برای نیروگاه‌های چند مگاواتی را انجام داده است.

■ شرکت پیل سوختی آنسالدو واحد MCFC ۰/۱ تا ۱۰ مگاوات و ماژول‌های الکتروشیمی، هر کدام با دو استک جداگانه با نام Series 2TW که به هم وصل شده‌اند را تولید نموده است.

■ مصارف حمل و نقل

■ در مرکز تحقیقات فیات خودروهای پیل سوختی هیدروژنی و پیش‌ران‌های پیل سوختی برای خودروهای شهری هیدروژنی توسعه می‌یابند.

■ ENEA توسعه و آزمایش استک‌ها و سیستم‌های پیل سوختی و پیش‌ران‌های هیبریدی برای حمل و نقل را بر عهده دارد.

■ CNR در توسعه اجزای پیل سوختی برای مصارف خودروبی نقش دارد.

■ در پارک محیط زیست سیستم‌های پیل سوختی برای اتوبوس‌های شهری و منابع تغذیه کمکی برای کاربرد در قایق‌ها توسعه یافته است.

■ شرکت نوررا ساخت استک PEFC ۷۵ کیلووات با نام ANOROMEDA برای خودروها، فرآورنده سوخت بنزین با نام STAR و ساخت ماژول‌های مولد برق هیدروژنی برای خودروهای صنعتی و تجهیزات را بر عهده داشته است.

■ منابع

h2move.eu, iphe.net, enea.it, h2it.org

ادامه دارد...

۷

# Patents



# سمینارها



## **PEMFC system with means for air-purging water in anode loop**

Assignee: **Honda Motor Co, Japan**  
Inventors: K. Ueda et al.  
Patent number: US 7597974  
Published: 6 Oct. 2009

## **Automotive PEMFC operating algorithm to minimize RH cycles, improve durability**

Assignee: **General Motors, USA**  
Inventors: W.H. Pettit et al.  
Patent number: US 7597975  
Published: 6 Oct. 2009

## **Diagnostic method for automotive PEMFC, by measuring membrane crossover**

Assignee: **Toyota Motor Corp., Japan**  
Inventors: S. Hamada et al.  
Patent number: US 7597977  
Published: 6 Oct. 2009

## **SOFC anode with ceramic-NiO composite powder network structure, and preparation**

Assignees: **Hyundai Motor Co, Korea and Korea Inst. of Science & Tech., Korea**  
Inventors: H.W. Lee et al.  
Patent number: US 7597978  
Published: 6 Oct. 2009

## **Structure of integrated packed DMFC without control box, for portable devices**

Assignee: **Nan Ya Printed Circuit Board Corporation, Taiwan**  
Inventors: Y.-Y. Liu et al.  
Patent number: US 7597979  
Published: 6 Oct. 2009

## **Sulfonic acid group-containing polymer, for DMFC membrane with low crossover**

Assignee: **Fujitsu Ltd, Japan**  
Inventors: N.F. Cooray et al.  
Patent number: US 7597980  
Published: 6 Oct. 2009

## **Composite membrane with nanoscopic dendrimers, for HTPMEMFC (>100°C)**

Assignee: **Hyundai Motor Co, Korea**  
Inventors: J.H. Lee et al.  
Patent number: US 7597981  
Published: 6 Oct. 2009

## ☛ دهمین اجلاس f-cell 2010

موضوع: ارائه آخرین اطلاعات و بررسی پیشرفت‌های اخیر و بازارهای جدید در حوزه کاربردهای قابل حمل، سیار و نیروگاهی پیل های سوختی  
زمان: ۵-۶ مهر ماه ۱۳۸۹  
مکان: اشتوتگارت - آلمان  
[www.f-cell.de](http://www.f-cell.de)  
[f-cell@messe-sauber.de](mailto:f-cell@messe-sauber.de)

## ☛ کنفرانس علم و فناوری پیل های سوختی ۲۰۱۰ (پیشرفت های علمی در سامانه های پیل سوختی)

موضوع: معرفی چالش های زیربنایی علمی، مهندسی و تکنیکی مربوط به پیل سوختی و معرفی مواد جدید در ساخت پیل سوختی  
زمان: ۱۴-۱۵ مهر ماه ۱۳۸۹  
مکان: زاراگوزا - اسپانیا  
[www.fuelcellAdvances.com](http://www.fuelcellAdvances.com)  
[fuelcellAdvances@elsevier.com](mailto:fuelcellAdvances@elsevier.com)

## ☛ دو یست و هجدهمین نشست بین المللی انجمن الکتروشیمی (ECS) برای علم و فناوری حالت جامد و الکتروشیمی

موضوع: شامل سمپوزیوم پیل های سوختی قلبایی و ذخیره انرژی در مقیاس وسیع و ...  
زمان: ۱۸-۲۳ مهر ماه ۱۳۸۹  
مکان: لاس وگاس - ایالات متحده  
[www.electrochem.org/meetings](http://www.electrochem.org/meetings)  
[meetings@electrochem.org](mailto:meetings@electrochem.org)

## ☛ سمینار و نمایشگاه پیل سوختی ۲۰۱۰

موضوع: ایجاد فرصتی برای آموزش و تبادل تجربه‌ها در خصوص آخرین پیشرفت‌ها در حوزه تحقیق، توسعه و نمایش پیل سوختی و کاربردهای آن  
زمان: ۲۶-۳۰ مهر ماه ۱۳۸۹  
مکان: نگراس - ایالات متحده  
[www.FuelcellSeminar.com](http://www.FuelcellSeminar.com)  
[fuelcell@courtesyassoc.com](mailto:fuelcell@courtesyassoc.com)

## ☛ کنفرانس و نمایشگاه بین المللی هیدروژن، پیل سوختی و رانش برقی (H2Expo)

موضوع: ارائه آخرین پیشرفت‌های صنعتی، تجربه های عملی و بازاربایی فناوری هیدروژن و پیل سوختی  
زمان: ۲۶-۲۷ آبان ۱۳۸۹  
مکان: هامبورگ - آلمان  
[www.h2expo.com](http://www.h2expo.com)

# دکتر محمد سعید امیری از دانشگاه آلبرتا کانادا

محدوده توانی پیل های این شرکت و مصارف آن چیست؟

توان مدنظر این شرکت در حدود ۱ کیلووات برای مصارف قابل حمل بود که البته درنظر داشتند با اتصال ۱۰۰ الی ۲۰۰ استک کوچک به توان های بالاتر نیز برسند.

شما بازار پیل سوختی اکسید جامد را در دنیا چگونه می بینید؟

ماندگاری عملکرد یکی از مهم ترین معیارهای لازم برای تجاری شدن این پیل هاست یعنی باید ۴۰ هزار ساعت عمر کند. ولی این که شرکتی بتواند استکی با این طول عمر را با تکرار پذیری قابل قبول بسازد چالش بزرگی است. برای مثال Bloom Energy در سان فرانسیسکو یکی از معدود شرکت هایی است که به تازگی توانسته این واحدها را به صورت تجاری عرضه کند که از نظر کارایی شاید خیلی بهینه نباشد ولی از ماندگاری لازم برخوردار است. واحدهای ساخته شده به گاز شهری وصل می شوند و برق تولید می کنند. محصولات Bloom Energy شرکت های Fedex, Google, Walmart خریداری کرده اند که البته باید منتظر نتیجه عملکرد آن در عمل ماند.

چرا کشورهایی مانند کره و ژاپن تا این حد به دنبال فناوری SOFC هستند؟

آن کشورها آینده خودشان را می بینند و بر اساس آن تکنولوژی مورد نیاز خودشان را در درازمدت توسعه می دهند. آن ها با کار مستمر به دنبال ایجاد یک نقطه عطف در فناوری SOFC هستند تا پس از آن بازار جهانی را تسخیر کنند. لذا کشور ما نیز باید بستر مناسب را فراهم کند و از دنیا عقب نماند.

با اینکه در سطح کنونی فناوری، پیل سوختی پلیمری قابل اطمینان تر و تکرار پذیرتر است و در دنیا به صورت تجاری عرضه می شود ولی SOFC مزایای ویژه ای از جمله هزینه ساخت کمتر، سازگاری با سوخت هایی غیر از هیدروژن و بازدهی و محدوده توانی بالاتر به ویژه در تولید هم زمان برق و حرارت دارد. مهم ترین چالش این نوع پیل ها، ماندگاری و تکرار پذیری است که در صورت حل شدن آن، مسأله قیمت کاملاً حل می شود.

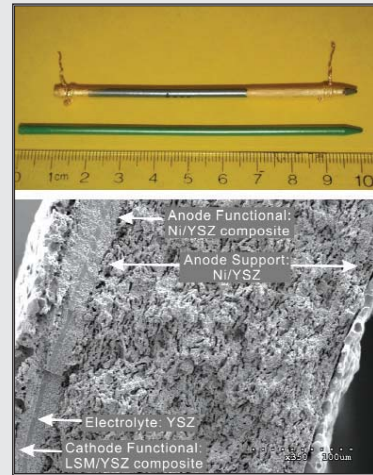
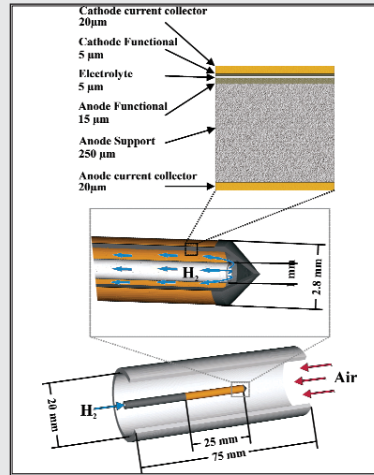
در کانادا مدیریت و نحوه انجام کارهای تحقیقاتی به چه صورت است؟

من در موقعیتی نیستم که در مورد این مسائل توضیح دهم ولی دانشگاهی که من در آن بودم کاملاً نتیجه محور و عمل گرا بود و به مقاله اکتفا نمی کرد. برای گرفتن بودجه های تحقیقاتی نیز پروژه های عملی تر و نتیجه گرا موفق تر هستند. در آنجا تحقیق، دامنه گسترده کاربردی دارد. مثلاً در آلبرتا که گازهایی با ۶۰ الی ۷۰ درصد  $H_2S$  به وفور یافت می شود، بر روی ساخت پیل سوختی بر مبنای  $H_2S$  کار می شود که هم مشکل  $H_2S$  را حل می کند و هم از آن انرژی تولید می شود.

پیشنهاد شما برای انجام تحقیقات پیل سوختی در ایران چیست؟

به نظر من مراکز مختلف بایستی از جهات گوناگون به توسعه پیل سوختی بپردازند و یک استراتژی کلی وجود داشته باشد که همه را به هم پیوند دهد. داشتن برنامه بسیار مهم است تا از پراکنده کاری جلوگیری شود و مرکزی باشد که این دانش را جمع آوری کند و دوباره کاری نشود. نکته این است که شاید شما موفق به ساخت یک MEA مناسب شوید ولی تجاری سازی آن به خودی خود چالش بسیار بزرگی است.

پست الکترونیکی: msamiri@ualberta.ca



داشتید؟

بله، تولید لوله ای به این ضخامت تکنولوژی خاصی را می طلبد؛ مراحل ساخت از رسوب پودر سرامیک بر روی میله گرافیتی با روش EPD (Electro Phoretic Deposition) شروع و یک رسوب شامل پودر به هم چسبیده سرامیکی تهیه می شد. این لایه ها را روی هم نشانده و سپس در کوره ای در دمای ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد قرار می دادیم و بدین ترتیب سرامیک ها زینتر شده و میله گرافیتی تصعید می گشت و در نتیجه یک لوله توخالی به دست می آمد. کاتد نیز جداگانه بر روی لوله زینتر می شد. سامانه تست را نیز خودمان ساخته بودیم و پیل ها را در کوره ای در دمای ۸۰۰°C تست می کردیم.

مزیت پیل سوختی لوله ای نسبت به نوع مسطح آن چیست که شرکت های معدودی به دنبال توسعه آن هستند؟

در دنیا فقط چند گروه بر روی پیل سوختی اکسید جامد میکرو لوله ای کار می کنند که از جمله گروه هایی در ژاپن، کره جنوبی و اتریش و البته در ARC هستند که ARC در نوع میکرو لوله ای از پیشگامان بوده است. مزیت اصلی این نوع پیل سوختی، مدیریت حرارتی آسان تر آن است. در پیل های سوختی مسطح در ماهای بالا به علت ضریب انبساط حرارتی متفاوت لایه ها و استرس حرارتی، لایه ها و به خصوص الکترولیت ترک خورده و یا سوراخ می شود. ولی وقتی لایه ها خیلی نازک باشند مسأله استرس حرارتی حل می شود. گونه های معمولی زمان طولانی تری را برای رسیدن به دمای مورد نظر لازم دارند ولی نوع میکرو لوله ای را می توان بسیار سریع به دمای ۸۰۰°C رسانده و در عرض چند دقیقه توان تولید کرد. از طرف دیگر معمولاً هر چه لایه ها، به خصوص الکترولیت، نازک تر باشند کارایی پیل بالاتر است. نوع لوله ای به علت مقاومت ساختار استوانه ای از استحکام مکانیکی لازم برای لایه های خیلی نازک برخوردار است. از دیگر مزایای نوع لوله ای راحت تر بودن آب بندی آن است. یکی از عمده مشکلات SOFC آب بندی است چون در دمای ۸۰۰°C گاز هیدروژن به راحتی نفوذ می کند ولی با یک پیکربندی مناسب در نوع لوله ای نیازی به آب بندی نیست؛ وگرنه به لحاظ عملکرد، نوع مسطح از وضعیت بهتری برخوردار است.

در این شماره به سراغ دکتر محمد سعید امیری یکی از هموطنان مقیم کانادا رفته ایم که با وجود اینکه ۲۷ سال دارد، فعالیت قابل قبولی در زمینه تحقیق و ساخت پیل سوختی اکسید جامد میکرو لوله ای داشته است.

محمد سعید امیری هفت سال پیش، مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی شیمی از دانشگاه صنعتی شریف گرفته، از سال ۸۳ دوره کارشناسی ارشد خود را در دانشگاه آلبرتا کانادا آغاز کرده و سرانجام پارسال در دوره دکترا از این دانشگاه فارغ التحصیل شده است. دکتر امیری پایان نامه اش، با موضوع «شبیه سازی کامپیوتری و تعیین مشخصات تجربی پیل سوختی اکسید جامد میکرو لوله ای» را در مؤسسه Alberta Research Council (ARC) به پایان رسانده است. این مؤسسه، از پیشگامان توسعه فناوری پیل سوختی اکسید جامد میکرو لوله ای است.

در سفری که دکتر امیری برای تعطیلات به ایران داشت، مصاحبه ای با وی ترتیب دادیم که در ادامه از نظراتان می گذرد:

مورد موضوع پایان نامه و نتایج آن توضیح دهید؟

در ARC بر روی نوعی از پیل های سوختی با نام "Tubular micro-SOFC" کار می شد که پیل سوختی اکسید جامد لوله ای با قطر حدوداً سه میلی متر، طول ۱۰ سانتی متر و ضخامت MEA ۳۰۰ میکرون بود که ضخامت آن ۲۵۰ میکرون از جنس NiO-YSZ، الکترولیت آن پنج میکرون از جنس YSZ و کاتدش ۳۵ میکرون از جنس LSM-YSZ است. من بر روی اندازه گیری و بهبود عملکرد این پیل های سوختی از جنبه های مختلف کار می کردم و یک مدل CFD را به منظور شبیه سازی عملکرد آن توسعه دادم. مشکل اصلی پائین تر از انتظار بودن عملکرد و افت کارایی با زمان بود. بعد از بررسی تئوری عملکرد با استفاده از مدل CFD به این نتیجه رسیدم که مقاومت الکتریکی آند بسیار بیشتر از انتظار بود که با اندازه گیری عملی نیز تأیید شد. همچنین بر روی ساخت یک نانوکاتالیست برای کاتد کار کردم که منجر به افزایش قابل توجه کارایی کاتد و پیل سوختی شد. از نتایج تحقیقاتم دو مقاله در مراحل چاپ و سه مقاله دیگر را در دست تدوین دارم.

شما در ساخت پیل های سوختی نیز مشارکت



# رشد نامطلوب توسعه فناوری پیل سوختی در کشور، چالش‌ها و راهکارها (قسمت اول)

ناصر باقری مقدم - محمد مهدی جعفری

رویدادهای ایران

نشریه هیدروژن و پیل سوختی / سال پنجم / شماره ۴۴ / اردیبهشت ۱۳۸۹

بر مبنای مقایسه کارکردهای سیستم، سیاستگذاران قادر خواهند بود در نهایت پیشنهادهای سیاستی را ارائه نمایند. این سیاست‌ها با هدف بهبود عملکرد سیستم یا حذف ساختارهایی که مانع کارکردهای سیستم هستند، ارائه می‌شوند.

سند راهبرد ملی پیل سوختی در کشور بر مبنای سیستم‌های نوآوری تهیه و تدوین شده است. در زمان تهیه سند به کارکردهای مختلف توسعه نوآوری توجه شده و متناسب با وضعیت کشور راهکارهای سیاستی برای توسعه ارائه شده است.

اما در این میان به روابط متقابل و پویایی این کارکردها توجه نشده است (هر چند عمر این موضوع نیز در مقالات علمی دنیا حکایت از آن دارد که در آن زمان هنوز این موضوع مورد توجه محققان در دنیا نیز نبوده است!).

پویایی سیستم‌های نوآوری با مقوله‌ای به نام چرخه‌های مقدس و نامقدس یاد می‌شوند که چرخه‌های مقدس سیستم را به سمت جلو و توسعه برده و چرخه‌های نامقدس سیر قهقراپی برای سیستم ایجاد می‌نمایند.

به بیان دیگر نقطه شروع و ترتیب تقدم و تأخر کارکردهای سیستم از اهمیت بالایی برخوردار بوده و دقت در تنظیم این روابط نقش به‌سزایی در موفقیت و یا عدم موفقیت سیستم نوآوری دارد.

در این سلسله گفتار، نسبتاً به تفصیل به معرفی سیستم‌های نوآوری و کارکردها و ساختارهای آن پرداخته و پویایی این کارکردها مورد بررسی قرار می‌گیرند و سپس به طور خاص سیستم نوآوری پیل سوختی مورد تحلیل و ارزیابی قرار خواهد گرفت.

## نظام (سیستم) نوآوری

برای آنکه تغییر تکنولوژی پایدار و مانا باشد، تغییر

با توجه به اینکه عامل اول یعنی عدم اهتمام و جدیت مدیران، در حوزه بررسی و کنکاش‌های علمی و پژوهشی قرار نمی‌گیرد، در این شماره و در شماره‌های بعدی تلاش می‌گردد عامل دوم یعنی طراحی نظام توسعه فناوری پیل سوختی در کشور با رویکرد سیستمی مورد ارزیابی قرار گرفته و در نهایت پیشنهادات سیاستی جهت رفع نواقص احتمالی ارائه گردد.

## تحلیل و ارزیابی نظام (سیستم) توسعه فناوری پیل سوختی با رویکرد سیستمی

در رویکرد سیستمی، منظور از ارزیابی سیستم، ارزیابی بازدهی و اثربخشی سیستم<sup>۳</sup> می‌باشد که هر یک از معیارهای ارزیابی فوق را می‌توان از دو منظر ساختار<sup>۴</sup> و کارکردهای سیستم مورد بررسی قرار داد. در حال حاضر رویکرد سیستمی در تحلیل و سیاستگذاری فناوری و نوآوری بسیار شایع بوده و مخصوصاً در سطح ملی این رویکرد مورد توجه قرار گرفته است.

از این رو در سال‌های اخیر، شناسایی کارکردها یا همان فعالیت‌های سیستم‌های نوآوری، توجه بسیاری را به خود جلب نموده است.

هر چند هنوز هم، ساختار و کارکرد، دو قسمت در هم تنیده در سیستم هستند و ساختار سیستم بر کارکردش تأثیر می‌گذارد و بالعکس، اما ممکن است سیستم‌هایی که از لحاظ ساختار با یکدیگر تفاوت دارند، در مورد کارکردها (فعالیت‌ها و یا وظایف) با یکدیگر مشابه باشند.

در نتیجه هیچ ساختار بهینه‌ای وجود ندارد که عملکرد خوب سیستم را تضمین نماید. لذا کلید مقایسه عملکرد سیستم‌های نوآوری، در ارزیابی کارکردهای آنها قرار دارد.

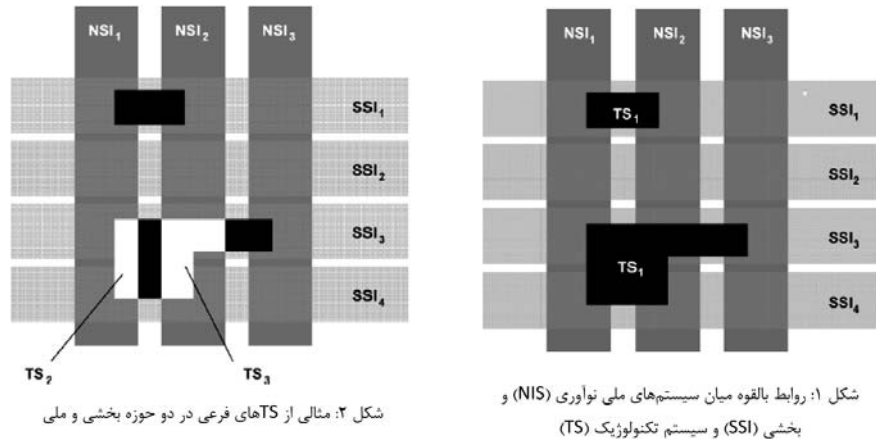
از تیرماه سال ۱۳۸۶ که سند راهبرد توسعه فناوری پیل سوختی در هیأت محترم دولت به تصویب رسید نزدیک به سه سال می‌گذرد.

در تمام این مدت فعالیت‌هایی در حوزه‌های مختلف، نظیر فعالیت‌های توسعه دانش<sup>۱</sup> مانند طراحی و ساخت پیل سوختی پلیمری ۵ کیلووات، طراحی و ساخت بعضی از اجزای استک، طراحی و تولید یک نمونه اولیه پیل سوختی اکسید جامد و فعالیت‌های انتشار دانش<sup>۲</sup> نظیر برگزاری سه کنفرانس پیل سوختی در کشور، شرکت در نمایشگاه‌ها، نصب و بهره‌برداری از چند نمونه پیل سوختی و انتشار ماهانه نشریه پیل سوختی انجام پذیرفته است.

با این وجود در همین مدت کارهای بسیاری نیز صورت پذیرفت که از آن جمله می‌توان به عدم راه‌اندازی مرکز مدیریت توسعه فناوری پیل سوختی و فعالیت کم در زمینه فناوری فرآورش سوخت و مهم‌تر از همه عدم تأمین منابع مالی مورد نیاز و برنامه‌ریزی شده در برنامه عملیاتی پیوست سند اشاره نمود.

هر چند رشد کم و ناکافی توسعه فناوری پیل سوختی در کشور و نرسیدن به شاخص‌های دستیابی تعیین شده در برنامه ملی فوق را می‌توان ناشی از عدم اهتمام جدی مدیران و دست‌اندرکاران و تغییرات مدیریتی چند سال اخیر مخصوصاً در معاونت برق و انرژی وزارت نیرو که مسئولیت دبیرخانه ستاد توسعه فناوری پیل سوختی را نیز عهده‌دار بوده است، دانست که به نظر می‌رسد این موضوع بایستی از جانب معاون اول ریاست جمهوری به عنوان ریاست ستاد پیل سوختی کشور پیگیری شود اما از سوی دیگر می‌توان این کاستی‌ها را ناشی از نواقص و کمبودهایی دانست که در طراحی نظام توسعه فناوری پیل سوختی در کشور وجود دارد.

1. Knowledge Creation
2. Knowledge Diffusion
3. System Efficiency & Effectiveness
4. Structural Analysis



فنی به تنهایی نمی‌تواند کافی باشد، بلکه تغییرات در ابعاد اجتماعی مانند مقررات و شبکه‌های صنعتی اجتناب‌ناپذیر است.

همه جوامع سیاسی و علمی به خوبی دریافته‌اند که تغییرات تکنولوژیک و نوآوری‌های منبعث از آن، خروجی‌های سیستم‌های نوآوری می‌باشند. مفهوم «سیستم‌های نوآوری» یک تلاش اکتشافی است که برای تحلیل همه زیر سیستم‌های اجتماعی، بازیگران، و مؤسساتی که در یک مسیر یا چند مسیر، به طور مستقیم یا غیر مستقیم، عمدی یا غیر عمدی، در ظهور یا تولید نوآوری با یکدیگر مشارکت می‌کنند، به کار می‌رود.

یکی از شایع‌ترین چارچوب‌های تحلیلی و توصیفی فرایند شکل‌گیری نوآوری، رویکرد نظام‌مند به این پدیده است که با عنوان سیستم نوآوری<sup>۵</sup> شناخته می‌شود.

نظام نوآوری در سطوح مختلفی قابل تحلیل است. چهار سطحی که بیشتر در ادبیات مورد بررسی قرار گرفته‌اند عبارتند از:

۱. نظام ملی نوآوری<sup>۶</sup> (فریمن ۱۹۸۷)، (لاندوال ۱۹۸۸، ۱۹۹۲)، (نلسن ۱۹۹۳)، (ادکوئیست و جانسون ۱۹۹۶)

۲. نظام بخشی نوآوری<sup>۷</sup> (برسچی و مالربا ۱۹۹۷)

۳. نظام منطقه‌ای نوآوری<sup>۸</sup> (کوک ۱۹۹۴)، (ماسکل و المبرگ ۱۹۹۷)

۴. نظام‌های نوآوری تکنولوژیک (کارلسون و استانکوویچ ۱۹۹۱)

سیستم‌های نوآوری ملی یا منطقه‌ای، در درجه اول برگستره جغرافیایی توصیف می‌شوند، که این گستره جغرافیایی به طور عمده از طریق سازمان‌ها و نهادها و حوزه محلی تأثیرگذاری و تعاملاتشان، تعیین می‌گردد. در مقابل، سیستم‌های بخشی، ممکن است در قالب حد و مرز صنعتی تعیین گردند که معمولاً از مرزهای جغرافیایی فراتر می‌رود. معمولاً سیستم‌های تکنولوژیک هم از مرزهای جغرافیایی و هم از مرزهای صنعتی عبور می‌کنند.

### نظام نوآوری تکنولوژیک

سیستم‌های نوآوری که مخصوص یک تکنولوژی یا محصول خاص می‌باشند را در ادبیات با عنوان «سیستم‌های تکنولوژیک» نام می‌برند. در بسیاری از مطالعات، به تعریف کارلسون و استانکوویچ (۱۹۹۱) رجوع می‌شود که سیستم تکنولوژیک را این‌گونه تعریف نموده‌اند:

«شبکه‌ای از آژانس‌ها که در یک محیط صنعتی/اقتصادی تحت یک ساختار نهادی مشخص با یکدیگر تعامل می‌کنند و مشغول تولید، انتشار و بکارگیری تکنولوژی می‌باشند» (کارلسون و استانکوویچ، ۱۹۹۱).

این تعریف تمایز مشخصی میان تکنولوژی‌های جدید و تکنولوژی‌های در حال استفاده، قائل نمی‌شود.

در تعریف کارلسون و استانکوویچ (۱۹۹۵) سیستم تکنولوژیک به عنوان موجودیتی معرفی شود که به طور همزمان تکنولوژی‌های جدید را به وجود می‌آورد و از تکنولوژی‌های موجود حمایت و پشتیبانی می‌نماید.

این تعریف اهمیت کمتری برای نوآوری‌های تدریجی<sup>۹</sup> قائل است و تمرکز خود را بر روی نوآوری‌های رادیکال قرار می‌دهد و مانند رویکرد سیستم‌های بخشی نوآوری و تولید (SSI) سهم قابل توجهی را به محصولات جدید داده است.

بنابراین ممکن است مفهوم TS و SSI به‌گونه‌ای تفسیر شوند که دربرگیرنده یک «بخش نوآوری» باشند که محصولات جدید (یا تکنولوژی‌های جدید) را ایجاد و منتشر نموده و مورد استفاده قرار می‌دهند و نیز شامل یک «بخش تولید» باشند که مسئول و پاسخگوی محصولات (یا تکنولوژی‌های) فعلی می‌باشد.

از طرف دیگر، در بخش نوآوری سیستم، ممکن است سبب وقوع نوآوری رادیکال شود که در نهایت منجر به تحولات مهم در بخش محصول فعلی و یا حتی منجر به ظهور یک سیستم تولید کاملاً جدید شود. همچنین در چنین شرایطی، ما انتظار داریم که

بازیگران، شبکه‌ها و نهادهایی که درگیر فرآیندهای نوآوری رادیکال هستند، با آنهایی که فعالیت‌هایی را درون سیستم فعلی، به منظور حفظ آن انجام می‌دهند، یکسان نباشند که ممکن است شناسایی بیشتر بخش نوآوری سیستم‌ها مورد نیاز باشد. چنین رویکردی باید هم‌راستا با درک سیستم‌های نوآوری (IS) باشد، چنان‌که ادکوئیست بیان کرده است:

«یک سیستم نوآوری (IS) دارای یک کارکرد کلی می‌باشد، یعنی کاری را انجام می‌دهد و یا به چیزی می‌رسد.

کارکرد اصلی در سیستم‌های نوآوری، پیگیری فرآیندهای نوآوری، یعنی توسعه، انتشار و بکارگیری نوآوری می‌باشد» (ادکوئیست، ۲۰۰۵).

چالش بعدی پاسخ به این سوال است که آیا نوآوری محصول یا تکنولوژی - خود باید بخشی از سیستم نوآوری باشد یا خیر. بعضی رویکردها، تکنولوژی‌ها یا محصولات را به عنوان بخش‌های اصلی سیستم در نظر می‌گیرند (هاگز ۱۹۸۷ و مالربا ۲۰۰۲). در مقابل، مفهوم سیستم‌های تکنولوژیک و رویکرد سیستم‌های نوآوری، طبق تعریفی که ادکوئیست ارائه کرده است این‌گونه نمی‌باشد. در عوض آن‌ها اشاره می‌کنند که نوآوری در کل، یا تکنولوژی جدید به طور خاص، خروجی سیستم می‌باشد.

ادکوئیست به این تمایز میان عوامل و نتیجه فرآیند نوآوری اشاره می‌نماید:

«... من اعتقاد دارم، مفید خواهد بود اگر میان متغیرهای مستقل و متغیرهای تابع تمایز قائل شویم ... این بدان معناست، که بسیار مهم است که میان عوامل نوآوری، میل به نوآوری، و نتایج نوآوری‌ها تمایز قائل شویم» (ادکوئیست ۲۰۰۴).

در حقیقت، نتایج فرآیند نوآوری، به طور مستقیم به خود عوامل آن باز می‌گردد. به سبب این تعامل نزدیک و کلیدی، پیشنهاد می‌شود که به نوآوری به عنوان یک بخش از سیستم نگاه شود، بخشی که واقعاً با دیگر عناصر سیستم تفاوتی ندارد به جز این که نوآوری عنصری از سیستم است که محققان علاقه بیشتری برای مطالعه آن دارند.

5. Innovation System

6. National Innovation System (NIS)

7. Sectoral Innovation System (RIS)

8. Regional Innovation System (RIS)

9. Incremental Innovations

## ایمنی سوخت‌گیری گاز هیدروژن تدوین نخستین استانداردهای



XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

تزیق، حداکثر سرعت جریان سوخت، حداکثر نرخ افزایش فشار و سایر معیارهای عملکردی بر مبنای قابلیت سرد شدن دستگاه تزیق. نکته دیگر این که J2601 شرایط دستگاه تزیق را در دو حالت قطع ارتباط با خودرو و حالت وصل به خودرو و دریافت اطلاعات ویژه بررسی آن، که خود موجب بهینه شدن فرآیند سوخت‌گیری می‌شود، در بر دارد. این استانداردها، خودروهای سنگین، موتورسیکلت و لیفتراک‌ها را شامل نمی‌شود اما پیش‌بینی می‌شود تا دو سال آینده استاندارد سوخت‌گیری هیدروژنی این خودروها و لوازم خانگی نیز تدوین شود.

منبع: [HydrogenCarsnow.com](http://HydrogenCarsnow.com)

هیدروژن را در مدت زمانی معقول و بدون تجاوز از دما، فشار و چگالی مجاز دریافت نماید. رعایت این استانداردها در جایگاه‌های سوخت‌گیری هیدروژنی و پمپ‌ها علاوه بر حفظ ایمنی افراد و اموال، افزایش استقبال مشتریان را از این فناوری به دنبال خواهد داشت. پروتکل سوخت‌گیری خودروهای هیدروژنی به درخواست وزارت انرژی، وزارت حمل و نقل، ستاد منابع هوایی کالیفرنیا و سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا تدوین شده است.

این سند محدودیت‌های ایمنی و الزامات عملکردی دستگاه‌های تزیق هیدروژن به خودرو را تعیین کرده است که عبارتند از: حداکثر دمای سوخت در نازل دستگاه

انجمن مهندسان خودروساز آمریکا (SAE) به تازگی استانداردهای سوخت‌گیری هیدروژن گازی خودروهای سواری سبک بین‌شهری را منتشر نمود.

«پروتکل سوخت‌گیری خودروهای سواری هیدروژنی گازی» در گزارش اطلاعات فنی J2601 انجمن مهندسان خودروساز، در فروردین ماه منتشر شده است تا الگوریتم و تجهیزات همه جایگاه‌های سوخت‌گیری مطابق با همین استانداردها پیاده شود.

این استانداردها، در واقع نخستین دستورالعمل برای سوخت‌گیری خودروهای نمایشی پیل سوختی هیدروژنی است که در فشارهای ۳۵ تا ۷۰ مگا پاسکال کار می‌کنند و به گونه‌ای تدوین شده که مشتری بتواند مخزنی پر از

## پرواز پهباد بلند پرواز بوئینگ با سوخت هیدروژن مایع بر فراز آسمان تا ۱۰ ماه دیگر

شده را پشت سر گذاشته است. نقطه قوت این پهباد در سامانه جدید پیشرفته آن است که پس از پنج سال توسعه فناوری در اوایل سال ۲۰۱۱ میلادی به پرواز درخواهد آمد. پهباد بوئینگ برای استفاده‌های امنیتی، ردیابی، جمع‌آوری اطلاعات و تسهیل نظارت‌های زمینی طراحی و ساخته می‌شود و می‌تواند در لایه استراتوسفر برفراز یک منطقه ثابت بماند. بوئینگ، در برنامه‌های آتی خود، طراحی و ساخت هواپیمای هیدروژنی بزرگ‌تر با نام Phantom Ray با ظرفیت حمل بیش از ۲۰۰۰ پوند بار که بتواند بیش از ده روز پرواز کند و ساخت یک پهباد هیدروژنی جنگنده را قرار داده است. این پهبادهای هیدروژنی در ارتفاع بالاتری نسبت به اغلب پهبادهای متداول پرواز می‌کنند و افراد نظامی را خارج از مسیرهای پرخطر نگره می‌دارند. شرکت بوئینگ دو سال پیش نیز نخستین هواپیمای پیل سوختی با سرنشین را به پرواز درآورده بود.

منبع: [greendiary.com](http://greendiary.com)



می‌تواند بیش از چهار روز در ارتفاع ۶۵ هزار پایی زمین در پرواز باشد و تا ۴۵۰ پوند بار را نیز حمل کند. تاکنون سامانه پیشرفته فانتوم آی شامل توربوشارژر (موتور شارژ‌کننده توربین) و سامانه‌های کنترل، ۸۰ ساعت آزمایش در ارتفاعات شبیه‌سازی

پهباد ساخت بوئینگ که با سوخت هیدروژن مایع کار می‌کند قرار است تا اوایل سال آینده میلادی در ارتفاع ۶۵ هزار پایی زمین به پرواز درآید.

طول بال‌های این پهباد دوموتوره که فانتوم آی "Phantom Eye" نام دارد، ۱۵۰ فوت است و

کل بودجه وزارت انرژی آمریکا برای طرح SPIRE ۳/۹ میلیون دلار است و ۱/۲ میلیون دلار دیگر این طرح توسط نورا با مشارکت آزمایشگاه ملی لاس آلاموس و آزمایشگاه ملی آرگون تامین می‌شود.

اما هدف طرح دوم که AURORA نام دارد، بهینه‌سازی بازدهی استک‌های طراحی شده برای تأمین اهداف هزینه‌ای وزارت انرژی آمریکا در سال ۲۰۱۵ می‌باشد؛ یعنی بازدهی ۶۵ درصدی استک در ۲۵ درصد از توان ارزیابی شده و بازدهی ۵۵ درصدی استک در توان ارزیابی شده تا سال ۲۰۱۵.

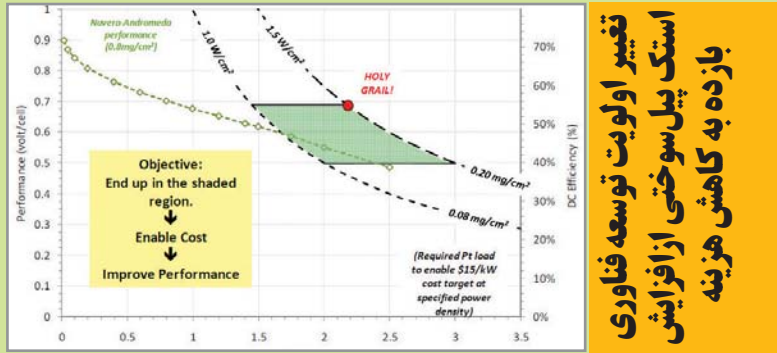
۴/۵ میلیون دلار (۷۴ درصد) از کل هزینه AURORA توسط وزارت انرژی و ۱/۶ میلیون دلار (۲۶ درصد) باقی‌مانده‌ی آن با مشارکت شرکت پیل سوختی جانسون ماتهی، دانشگاه ایالت پنسیلوانیا و آزمایشگاه لارنس برکلی تأمین می‌گردد.

آنچه تا به امروز در توسعه فناوری استک در اولویت بوده، بیشتر افزایش بازده بوده تا کاهش هزینه ولی نورا قصد دارد در این طرح، برخلاف این عمل کند.

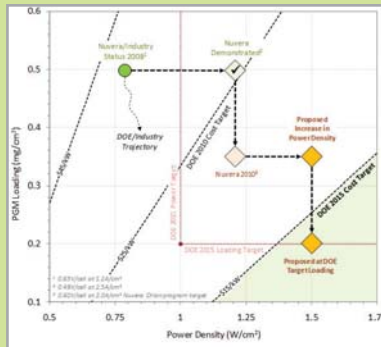
این طرح پایداری و تکرارپذیری بالایی از یک استک کامل پیل سوختی را با وجود میزان بسیار کم پلاتین و دانسیته بالای توان به نمایش خواهد گذاشت.

نکته‌ی کلیدی که موجب تأیید این طرح شده، ارائه مدلی برای عملکرد گسترده‌ای از استک‌ها در توان‌های بالاست.

منبع: [greencarcongress.com](http://greencarcongress.com)



**تغییر اولویت توسعه فناوری استک پیل سوختی افزایش بازده به کاهش هزینه**



خودرویی، ۱۵ دلار برای هر کیلووات انرژی و پایداری ۵۰۰۰ ساعتی است.

این شرکت پیش‌تاز در توسعه سامانه‌های پیل سوختی و پردازشگر سوخت، فرض را بر این گذاشته که می‌توان با فراتر رفتن از هدف دانسیته توان یک وات بر سانتی متر مربع برای MEA در عین پایین نگه‌داشتن میزان کل پلاتین در حد کمتر از ۰/۲ میلی‌گرم بر سانتی متر مربع اهداف هزینه‌ای را برآورده کرد.

شرکت ایتالیایی نورا، رسیدن به هزینه‌ی ۱۵ دلاری برای هر کیلووات انرژی و افزایش پایداری تا ۵۰۰۰ ساعت در ۵ سال دیگر را که از اهداف تعیین شده از سوی وزارت انرژی آمریکا است را برای توسعه‌ی فناوری پیل سوختی برگزیده است.

شرکت نورا (Nuvera)، این کاهش هزینه و افزایش پایداری را برای پیل‌های سوختی مورد استفاده در فناوری پیشرفته خودرویی و نسل بعدی لیفتراک‌های پیل سوختی Power Edge، در قالب دو طرح تعریف و برای پایان آن‌ها تا دو سال دیگر برنامه‌ریزی کرده است.

از هزینه‌ی ۱۱ میلیون و ۱۰۰ هزار دلاری این طرح‌ها، ۸ میلیون و چهارصد هزار دلار را وزارت انرژی آمریکا تأمین می‌کند.

هدف طرح نخست نورا، با نام SPIRE، بررسی و تعیین استراتژی‌های مورد نیاز برای کسب اطمینان از پایداری پیل‌های سوختی پلیمری است که برای تأمین اهداف هزینه‌ای ۲۰۱۵ وزارت انرژی آمریکا طراحی شده است.

این اهداف هزینه و پایداری استک پیل سوختی

## بومی سازی تولید استک پیل سوختی در کره جنوبی تا ۹ ماه دیگر

پیل‌های سوختی با ظرفیت مجموع ۲۲/۵ مگاوات را در ۱۱ منطقه جهان نصب نموده است.

پوسکو فعالیت‌های خود را پس از به اجرا درآمدن قسانون جدید یارانه انرژی‌های تجدیدپذیر وزارت بازرگانی، صنایع و انرژی کره جنوبی گسترش داده است. به موجب این قانون، پیل‌های سوختی که از گاز طبیعی و گاز زیستی تغذیه می‌شوند، یارانه‌ای افزون بر سایر انرژی‌های تجدیدپذیر چون بادی و خورشیدی دریافت می‌کنند.

این یارانه برای پیل‌های سوختی با سوخت گاز طبیعی و گاز زیستی به ترتیب ۰/۲۸ دلار و ۰/۲۳ دلار در هر کیلووات ساعت می‌باشد و تخفیف مالیاتی ۳ درصدی برای نصب‌های جدید تا سقف ۵۰ مگاوات در نظر گرفته شده است.

با اجرای این قانون، کره جنوبی به یکی از پیشگامان در پذیرش فناوری‌های انرژی پاک تبدیل می‌شود.

منبع: [posco.com](http://posco.com)

این محصول را در کره جشن بگیرد.

پس از پایان ساخت این کارخانه در وسعت ۴۳ هزار مترمربعی، پوسکو سامانه‌ای را برای تولید هسته اصلی پیل سوختی در این کارخانه خریداری می‌کند.

این شرکت پیل‌های سوختی را برای اجرای قانون «استاندارد سهم انرژی تجدیدپذیر» (RPS) در سال ۲۰۱۲ به کار خواهد گرفت و سرمایه‌گذاری در قطعات اصلی این مولدها را ادامه می‌دهد.

این شرکت تصمیم دارد تا سال ۲۰۱۲ مولدهای برق اضطراری خانگی پیل سوختی را جایگزین مولدهای دیزلی کند و تا سال ۲۰۱۵ این مولدها را برای کاربردهای دریایی توسعه دهد.

پوسکو در ساخت تجهیزات BOP دو نصب و راه‌اندازی پیل‌های سوختی کربنات مذاب شرکت Fuel Cell Energy تخصص دارد و علاوه بر توزیع محصولات شرکت یاد شده، BOP و نصب این واحدها در انحصار پوسکو می‌باشد و تاکنون



شرکت پوسکو (Posco)، بزرگ‌ترین صنعت فولاد کره جنوبی، کارخانه تولید استک پیل سوختی با هزینه ۶۲ میلیارد و ۸۰۰ میلیون دلار را تا پایان سال جاری میلادی می‌سازد.

این شرکت در اردیبهشت ماه، مراسمی با حضور حدود ۳۰۰ مهمان برجسته برای شروع به ساخت کارخانه تولید استک پیل سوختی در مجموعه صنعتی آهن و فولاد پوهانگ (Pohang) برپا کرد تا گام جدید در جهت بومی‌سازی تولید

## تولید هیدروژن از ترکیب سیلیکون و آب با عبور از شکست‌های پیشین

کمترین مقدار آب، هیدروژن تولید می‌کنند. این روش تولید هیدروژن نسبت به سایر روش‌های پیشنهادی برای سوخت‌گیری پیل‌های سوختی هیدروژنی قابل حمل، قابل قبول‌تر به نظر می‌رسد. هم‌چنین امکان افزایش مقیاس تولید آن پیش‌بینی شده است.

با تغییر نوع نگاه به این روش جدید آکسفورد می‌توان گفت که این روشی برای ذخیره هیدروژن نیز هست با این تفاوت که در این روش ذخیره هیدروژن در آب صورت می‌گیرد.

روش جدید گروه تحقیقاتی دانشگاه آکسفورد با راهنمایی جان فورد و حمایت‌های مالی یکی از شرکت‌های تابع دانشگاه آکسفورد با نام «Isis Innovation» به ریاست دکتر جامی فرگوسن که در واقع مدیر این پروژه هم هست، جنبه تجاری پیدا کرده است. به گفته فرگوسن، این شرکت برای پذیرش پیشنهاد از سوی شرکت‌ها جهت لیسانس کردن این فناوری آمادگی دارد.

منبع: FuelCellsWorks.com



تبدیل آن چه که شن نامیده می‌شود به نانوپودر، بر این مشکل غلبه کرده است. بر طبق ادعای این گروه، نانوپودر سیلیکون به هنگام تماس با آب در دمای بین ۷۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد به سادگی و بسیار سریع هیدروژن تولید می‌کند و تنها محصول جانبی آن شن است که بدون هیچ خطری دوباره استفاده می‌شود. علاوه بر روش جدید آسیاب کردن، گروه تحقیقاتی آکسفورد موفق به ساخت ماده‌ای شده که می‌تواند به‌طور کامل روی ذرات نانوپودرهای سیلیکون را بپوشاند تا از ذرات در برابر هوا حفاظت کند؛ زیرا این نانوپودرها بسیار فعال هستند و از نظر تئوری در صورت تماس با

محققان دانشگاه آکسفورد موفق به تولید فوری هیدروژن در دمای پایین، از ترکیب سیلیکون و آب برای پیل‌های سوختی وسایل کم‌توان مانند لپ‌تاپ‌ها و وسایل ارتباطی شدند. در شرایط معمولی، سیلیکون تمایل چندانی برای واکنش با آب ندارد، هرچند در ابتدا با سرعت با آن واکنش می‌دهد اما به محض تشکیل یک لایه اکسید، واکنش متوقف می‌شود. پیش‌تر هم به تولید هیدروژن از ترکیب سیلیکون و آب پرداخته شده بود ولی به دلیل وجود مشکلات فنی با شکست روبرو شده بود، ولی این بار، گروه تحقیقاتی دانشگاه آکسفورد با استفاده از روشی جدید در آسیاب سیلیکون و

## تجزیه آب به هیدروژن و اکسیژن با الگوبرداری از روش تجزیه آب در گیاهان

(پورفیرین روی) متصل شود. رنگدانه‌ها نور خورشید را جذب و انرژی را به ویروس منتقل می‌کنند. ویروس‌ها مانند داربست عمل می‌کنند و باعث می‌شود رنگدانه‌ها و کاتالیست‌ها با فاصله خوبی از یکدیگر به صف شوند و واکنش را آغاز کنند. برای جلوگیری از تجمع ویروس‌های مفتولی شکل و در نتیجه ناکارآمد شدن در طول زمان، محققان این ویروس‌ها را در یک ماتریس میکروژل قرار داده‌اند تا امکان حفظ آرایش آن‌ها فراهم شود.

روش جدید این امکان را به وجود می‌آورد که نور خورشید، مستقیم آب را تجزیه کند اما این فرآیند در حد جدا کردن الکترون‌ها و پروتون‌ها از هم عمل می‌کند و مبدعان آن امیدوارند بتوانند سامانه‌ای مشابه برای تولید اتم و مولکول هیدروژن طراحی کنند که طبق پیش‌بینی‌های آنان تا دو سال آینده محقق خواهد شد. یافتن کاتالیستی با قیمت کمتر نسبت به اکسید ایریدیوم که در این روش به کار گرفته شده، از دیگر اقدامات در دست اصلاح این روش خواهد بود.

نتایج این تحقیق، اواخر فروردین امسال در مجله Nature Nanotechnology چاپ شده است.

منبع: Hydrogen Journal



کاتالیست‌های کمک‌کننده به تجزیه آب، الگوبرداری شده است و در آن نوعی ویروس که به شکل مفتول طراحی شده، استفاده می‌شود. این ویروس می‌تواند به مولکول‌های کاتالیست (اکسید ایریدیوم) و یک رنگدانه بیولوژیکی

محققان مؤسسه صنعتی ماساچوست (MIT) به روشی بیولوژیکی و با استفاده از نور خورشید، آب را به هیدروژن و اکسیژن تجزیه کردند. در این روش از تجزیه آب در گیاهان با استفاده از رنگدانه‌های طبیعی جاذب نور خورشید و

## صدور مجوز نصب نیروگاه‌های پیل سوختی در چهار دانشگاه کالیفرنیا

دانشگاهی هستند که به نیروگاه کربنات مذاب با توان ۱/۴ مگاوات تجهیز می‌شوند و قرار است حرارت و آب حاصل از پیل سوختی در برآورده کردن نیازهای محوطه دانشگاه مانند گرمایش استخر و آبیاری فضای سبز دانشگاه استفاده شود.

همچنین با نصب نیروگاه‌های پیل سوختی، دانشگاه‌های این ایالت انتظار دارند بتوانند واحد فناوری پیل سوختی را به برنامه‌های آموزشی خود بیفزایند تا دانشجویان با این فناوری آشنا و به مزیت‌های آن آگاه شوند. این تصمیم در راستای اهداف برنامه تولید غیرمتمرکز انرژی پاک گرفته شده و به توسعه پیل‌های سوختی کمک شایانی خواهد کرد.

شرکت Fuel Cell Energy (FCE) از تولیدکنندگان نیروگاه‌های پربازده و پاک، پیل‌های سوختی را تأمین می‌کند و دو شرکت برق و گاز اقیانوس آرام (PG & E) و ادیسون جنوبی نصب و راه‌اندازی آن‌ها را بر عهده دارند.

منبع: [FuelCellToday.com](http://FuelCellToday.com)



مجوز قانونی نصب نیروگاه‌های پیل سوختی در چهار دانشگاه ایالت کالیفرنیا که علاوه بر تولید برق، استفاده آموزشی هم خواهند داشت، توسط شرکت آب و برق کالیفرنیا (CPUC) صادر شد. دانشگاه‌های ایالتی کالیفرنیا در ایست بی و سان‌فرانسیسکو، سان‌برناردینو و لانگ‌بیچ چهار

## افزایش برد مسافتی و عملکرد زمستانی خودروهای برقی با استفاده از پیل سوختی

خودروی صنعت خودروسازی آلمان ساخته شده است. مولد استفاده شده در این خودرو به‌طور هوشمند در مواقع نیاز به صورت خودکار و مستقل از شبکه برق، باتری خودروی برقی را شارژ می‌کند و همزمان، حرارت تولیدی آن کارگرمایش و تهویه مطبوع داخل خودرو را بدون نیاز به سامانه‌ای اضافی انجام می‌دهد و میزان عملکرد خودرو را به‌ویژه در فصل زمستان به بالاترین حد می‌رساند.

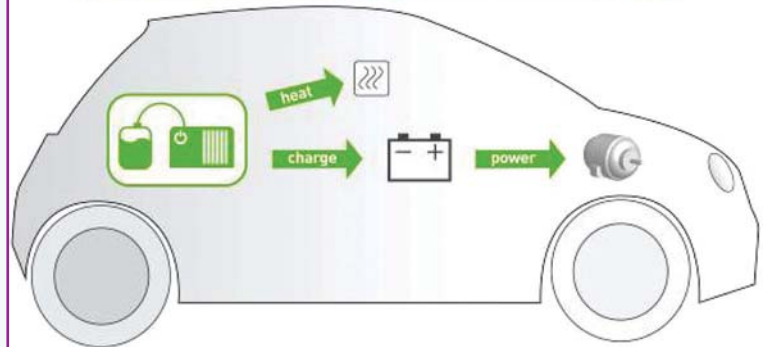
از نظر بسیاری از مصرف‌کنندگان، تأمین نیروی خودروهای برقی فقط با باتری قانع‌کننده نیست، چون در عین ناقص بودن عملکرد باتری سرد، تأمین نیازهای گرمایشی نیز به‌طور همزمان، مصرف برق خودرو را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

بنابراین ترکیب باتری و پیل سوختی در یک سامانه هیبریدی راه‌حل ارزشمندی به‌نظر می‌رسد.

علاوه بر این پیل سوختی به‌عنوان بردگستر خودرو عمل می‌کند زیرا به هنگام رانندگی و یا حتی پارک خودرو، برق به صورت on-board تولید می‌شود و انرژی مورد نیاز باتری را تأمین می‌کند.

SFC به‌عنوان یکی از پیشگامان ابتکار و نوآوری تاکنون موفق به کسب جوایز نوآوری زیادی شده است. SFC برخلاف سایر شرکت‌های پیل سوختی از مرحله تحقیق و توسعه و یا طرح‌های نمایشی با حمایت‌های دولت خارج شده و در طی ۵ سال گذشته ۶۸ هزار محصول تجاری را به‌کاربران شخصی و صنعتی فروخته و زیرساخت تأمین کارتریج سوخت را ایجاد کرده است.

منبع: [sfc.ac.uk](http://sfc.ac.uk)



خودروی هیبریدی برقی - پیل سوختی جدید که در نمایشگاه هانوور آلمان امسال به نمایش درآمده، با همکاری شرکت SFC Smart از پیشتازان فناوری پیل سوختی و شرکت ESG از شرکای بنام مهندسی

با استفاده از پیل سوختی مولد هم‌زمان برق و حرارت (CHP) در خودروهای برقی، برد مسافتی و عملکرد این خودروها در زمستان که تأمین نیازهای گرمایشی خودرو، مصرف برق را به شدت افزایش می‌دهد؛ بهینه شده است.

## نمایشگاه و کنفرانس هیدروژن NHA

کاربردهای آن در مصارف صنعتی، تجاری و خانگی در سال ۱۹۸۹ تشکیل شد و امروز بیش از ۱۰۰ عضو از صنایع خودروسازی، پیل سوختی، هوافضا، دولت‌های محلی، تأمین‌کنندگان انرژی و بسیاری دیگر از ذی‌نفعان صنعتی دارد.

گفتنی است NHA همچون کاتالیستی برای تسریع تبادل اطلاعات و شکل‌گیری پروژه‌های مشارکتی و زمینه‌های حمایت‌های متقابل بین صنعت، دولت و سازمان‌های تحقیقاتی و دانشگاهی عمل می‌کند.

مدیران و مسئولان شرکت‌های خودروسازی مختلفی مانند جنرال موتورز، تویوتا و کرایسلر و از شرکت‌های بزرگی مانند هیدروژنیکس، شل، گروه صنعتی لینده و همچنین کانون مشارکت پیل سوختی کالیفرنیا و انجمن هیدروژن و پیل سوختی کانادا به‌عنوان سخنرانان کلیدی به ایراد سخن پرداختند.

مقالات در چهار موضوع بازارهای زود هنگام، تجاری‌سازی، تحقیق و توسعه و ارتباطات و آموزش ارائه شد.

در باب معرفی NHA می‌توان گفت انجمن ملی هیدروژن که یکی از معتبرترین مراجع اطلاع‌رسانی در مورد هیدروژن و فناوری‌های مربوطه می‌باشد، از طلایه‌داران حرکت به سمت اقتصاد هیدروژنی است.

این انجمن با سرمایه‌گذاری صنایع بزرگ، دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و همچنین کسب و کارهای کوچک و چشم‌انداز تسریع فناوری‌های هیدروژنی و

بیست و یکمین نمایشگاه و کنفرانس هیدروژن ۲۰۱۰ انجمن ملی هیدروژن آمریکا (NHA) از ۱۳ تا ۱۶ اردیبهشت ماه، با شعار «انرژی سبز، مشاغل سبز، زمین سبز» در مرکز کنوانسیون لانگ بیچ کالیفرنیا برگزار شد.

کنفرانس NHA که قدیمی‌ترین کنفرانس در زمینه هیدروژن در جهان به‌شمار می‌رود، بهترین فرصت سال برای کسب اطلاع از موفقیت‌ها و پیشرفت‌های موجود در چالش‌های تجاری، ملاقات با اشخاص ویژه صنعتی و دولتی و همچنین رسانه‌های برتر، یافتن شرکای صنعتی و مقایسه خود با رقباست که در عرض چند روز با حضور برجسته‌ترین افراد و پیش‌تازان صنعت هیدروژن فراهم می‌گردد.

این کنفرانس و نمایشگاه با حضور بیش از ۱۵۰۰ شرکت‌کننده از کشورهای آمریکا، کانادا، آلمان، ژاپن، انگلیس و فرانسه، بیش از ۱۰۰ غرفه و تعداد زیادی نمایشگاه جانبی برگزار شد و طی آن بیش از ۴۰ جلسه به‌صورت کنفرانس برگزار شد و تعدادی از

