

راهنمای شرکت در چالش

غشای نانوساختار تبادل کاتیون



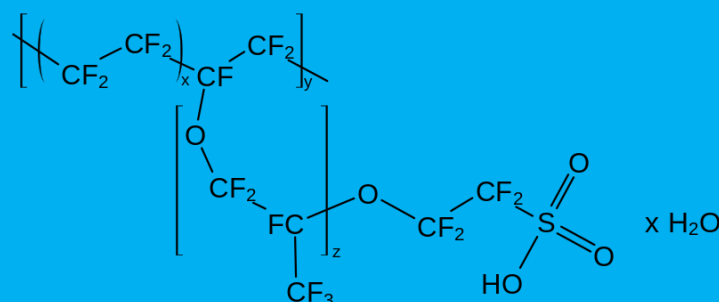
یکی از مهم‌ترین قطعات در پیل‌های سوختی، پیل‌های الکترولیز و ژنراتورهای هیدروژن، «غشای تبادل یونی» است. امروزه رایج‌ترین استفاده صنعتی این نوع غشاء، در پیل‌های الکترولیز آب نمک برای تولید گاز کلر است. غشای تبادل یونی در این فرآیند نقش محوری دارد و خاصیت تراوایی آن برای یون سدیم، امکان جداسازی گاز کلر را فراهم می‌سازد. در حال حاضر با وجود مصرف بالای این غشاء در داخل کشور در صنعت پتروشیمی و واحد کلر آلکالی، تامین آن از طریق واردات انجام می‌پذیرد. از این رو تولید این محصول در داخل کشور جهت جلوگیری از خروج ارز و رفع مشکلات واردات به دلیل موانع تحریمی، بسیار حائز اهمیت است. موضوع این چالش، ساخت غشای تبادل یون‌های مثبت (کاتیون‌ها) در داخل کشور، مبتنی بر استانداردهای فنی و الزامات تولید اقتصادی می‌باشد.







فرایندهای تولید گاز که برپایه اکسیداسیون یون‌ها و تشکیل گاز از یون‌ها هستند، برای جدا کردن گاز و برقرار کردن تعادل در فرایند نیاز به غشاهایی دارند که بتوانند به عنوان دریچه عبور انتخابی عمل نموده و تعادل یون‌های موجود در آب را در دو سمت واکنش فراهم سازند. دو مورد از مهم‌ترین تولیدات گازی در صنایع ایران، کلر و هیدروژن هستند که به ترتیب به وسیله تجهیزات سلول الکترولیز و ژنراتورهای هیدروژن تولید و استخراج می‌شوند. غشای مورد استفاده در این سلول‌ها، انواع مختلفی دارد که یکی از رایج‌ترین انواع آن، محصولی به نام «نفیون» با نام تجاری فلونوروپلیمر-کوپلیمر بر پایه تترافلوروواتیلن است. این محصول نخستین بار در اواخر دهه ۱۹۶۰ کشف گردید و اولین نوع از بین پلیمرهای مصنوعی دارای خواص یونی محسوب می‌شود که اصطلاحاً به آن «یونومر» نیز می‌گویند. خواص یونی ویژه نفیون حاصل تلفیق گروه‌های اتری پرفلورووینیل (دارای گروه‌های سولفونات در انتهای ساختار) با زنجیره اصلی تترافلوروواتیلن (PTFE) است. با این حال همان‌طور که گفته شد، نفیون تنها محصول غشایی تبادل کاتیون نیست. انواع دیگری همانند غشاهایی از جنس پلی‌اتر اتر کتون (PEEK) هم وجود دارند که برای این کاربرد قابل استفاده‌اند. نفیون صرفاً به دلیل تولید گسترده‌تر و رواج بیشتر، نمونه مشهورتری است. ساختار زنجیره مولکولی نفیون در تصویر زیر نشان داده شده است. برخی نکات قابل توجه در خصوص غشاهای تبادل کاتیون در ادامه آورده شده است.



۱- خواص غشا تبادل کاتیون

از جمله خواص منحصر به فرد غشاهای تبادل یون میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- نفوذپذیری بالا و انتخابی در برابر آب.
- هدایت یونی بالا برای کاتیون‌ها که آن را برای کاربردهای غشایی مناسب می‌کند. هدایت پروتونی (یون مثبت) حداقل 0.1 S/m که بسته به دما، حالت هیدراسیون و ضخامت آن تا 0.2 S/m افزایش می‌یابد.
- طبق اطلاعات شرکت Chemours، تنها فلزات آلكالی (به‌طور مشخص سدیم) می‌توانند نفیون را در دما و فشار معمولی تخریب کنند؛ در نتیجه این ماده دارای مقاومت شیمیایی بالایی می‌باشد.
- مقاومت بالا در برابر جریان‌های شدید الکتریکی.
- در هم تنیدگی زنجیره PTFE با گروه‌های سولفونات یونی که باعث می‌شود دمای کاری نفیون بالا باشد و تا 190°C درجه سانتی‌گراد را نیز تحمل کند.

خواص ذکر شده سبب کاربرد این غشا در صنایع پتروشیمی و خصوصاً تولید کلر شده و از آن به عنوان هدایت‌گر کاتیونی در غشاهای تبادل‌گر متعلق به سلول‌های الکترولیز کلر آلكالی، پیل‌های سوختی و ژنراتورهای هیدروژن استفاده می‌شود. این غشا تاکنون در ایران تولید نشده و عمده تولید آن در اختیار شرکت آمریکایی Chemours است که محصول مورد استفاده در بازار ایران نیز از همین شرکت تامین می‌شود. گریدهای مورد استفاده از تولیدات این شرکت در صنایع عبارتند از، N115، N117 و N212.

۲- کاربرد غشا در سلول الکترولیز

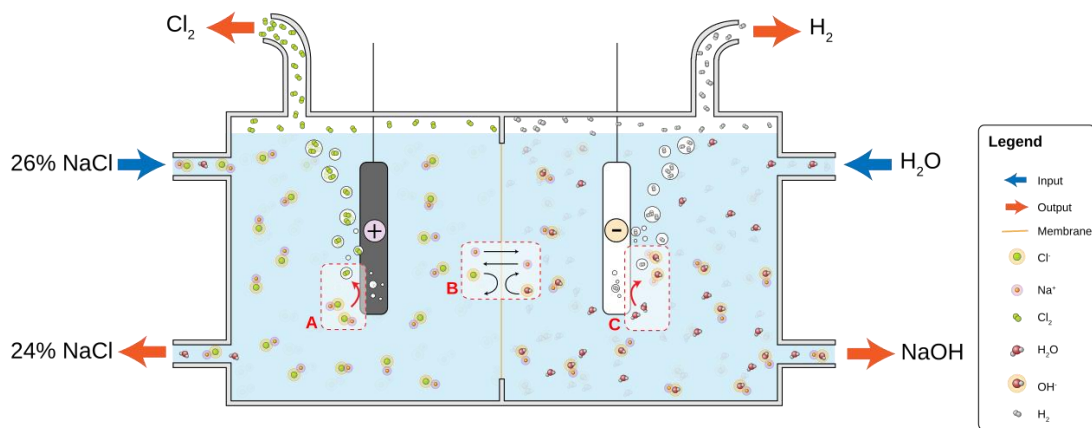
کلر و سدیم هیدروکسید جزو پرمصرف‌ترین مواد شیمیایی تولیدی در جهان می‌باشند. امروزه این دو ماده به‌وسیله استخراج مولکول آن‌ها از طریق الکترولیز آب نمک و با استفاده از غشاء تبادل کاتیون تولید می‌گردد. در گذشته از ترکیبات سدیم و جیوه برای ساخت غشای میانی سلول الکترولیز استفاده می‌شد که مشکلات فراوان آن (شامل مسائل زیست محیطی و دشواری در ساخت به دلیل چگالی بالای ماده اولیه)، سبب جایگزین شدن آن‌ها با این غشا گردید. غشاهای تبادل کاتیون می‌تواند دمای بالا را تحمل کند، در معرض جریان‌های الکتریکی شدید قرار گیرد و همچنین به محیط شدیداً خورنده سلول الکترولیز مقاوم باشد.



تصویر زیر، شماتیکی از نحوه عملکرد سلول کلر آلکالی را نشان می‌دهد. در این روش، آب نمک اشباع وارد محفظه اول راکتور می‌شود، در این بخش یون‌های کلرید توسط آند اکسید می‌شوند، یون‌های کلر با از دست دادن الکترون به گاز کلر تبدیل می‌شوند. در قسمت کاتد، یون‌های مثبت هیدروژن که با تجزیه شدن مولکول‌های آب به دست می‌آیند، توسط جریان الکتریکی، به هیدروژن گازی احیا می‌شوند. در قسمت کاتد، یون هیدروکسید تولید شده نیز در محلول آزاد می‌شود.

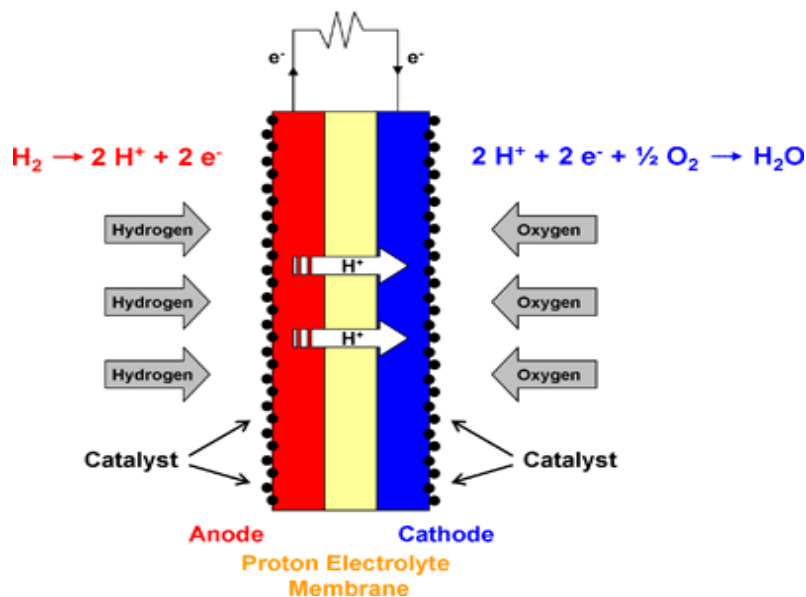
هر الکترولیزر حاوی چندین سلول است که توسط یک غشا یا ممبران به دو قسمت آند و کاتد تقسیم می‌شود. غشا نفوذ پذیر یونی در وسط سلول (بین دو بخش کاتد و آند) فقط به یون‌های مثبت سدیم اجازه عبور به سمت بخش دوم سلول می‌دهد در حالی که یون کلرید در بخش آند باقی می‌مانند. در قسمت کاتد یون‌های هیدروکسید با یون‌های سدیم به‌منظور تولید سدیم هیدروکسید ترکیب می‌شوند.

غشای پلیمری با خاصیت تراوایی و تقسیم سلول الکترولیز به دو بخش، اجازه عبور یون سدیم به سمت یون هیدروکسید و تشکیل گاز کلر در بخش آند را می‌دهد. به طور خلاصه غشا تبادل کاتیونی از اختلاط گازهای دو بخش سلول و حرکت معکوس آنیون‌های Cl^- و OH^- جلوگیری می‌کند.



۳- کاربرد نیون در پیل سوختی

پیل‌های سوختی در ابتدا برای تامین سوخت ماهواره‌ها به کار گرفته می‌شدند؛ اما اخیراً از آن‌ها برای تولید سوخت پاک هیدروژنی نیز استفاده می‌شود. در این پیل‌ها نیز غشاء تبادل پروتونی (PEM) به کار رفته از همین نوع است. در پیل سوختی هیدروژنی از عمل عکس الکترولیز آب استفاده می‌گردد، به عبارت دیگر از واکنش بین هیدروژن و اکسیژن، آب، حرارت و الکتریسیته تولید می‌گردد. هر سلول در پیل‌های سوختی از چهار جزء آند، کاتد، الکترولیت و غشا تشکیل شده است. این غشاء یون‌های هیدروژن را عبور داده و در عین حال از عبور الکترون‌ها و یون‌های منفی جلوگیری می‌کند. الکترولیت‌های موجود در سلول پیل که با اتصال یا لایه‌نشانی الکترودها (عموماً فلزات نجیب) روی دو طرف غشا ایجاد شده‌اند، الکترون‌ها را از میان یک فرایند شدیداً پرنرژی عبور داده و به یون‌های هیدروژن می‌رسانند تا با اکسیژن واکنش داده و آب تولید کنند. تصویر زیر شماتیکی از یک پیل سوختی است که نوار زرد رنگ غشا تبادل کاتیون را نشان می‌دهد.



۴- روش‌های تولید غشا

با توجه به اینکه روش‌های مختلفی برای تولید غشا مثل روش‌های پرس ذوب، تغییرات فازی، پلیمریزاسیون سطحی، روش‌های چرخشی و الکتروچرخشی و ... وجود دارد و نمی‌توان محدودیت خاصی برای نوع روش تعیین کرد، تنها معیار صنعتی بودن روش برای ساخت غشا در ابعاد مورد نظر می‌باشد.



غشای تبادل کاتیون نیاز مبرم و مداوم صنایع پتروشیمی محسوب می‌شود و از سویی دیگر نمونه نفیون آن با دشواری فراوان از طریق واردات تامین می‌شود. هدف اصلی این چالش، شناسایی و ارزیابی طرح‌های نوآورانه و همچنین ساخت نمونه محصول جهت به‌کارگیری فناوری نانو برای تولید این غشای پلیمری در داخل کشور است. از این رو در مرحله اول، ارائه طرح مفهومی و در مرحله دوم ساخت نمونه غشای پلیمری با عملکرد مناسب و رعایت ملاحظات فنی ذکر شده، از ارکان این چالش می‌باشند. لازم به ذکر است طرح‌های راه‌یافته به مرحله دوم، یعنی تولید نمونه محصول، واجد شرایط دریافت گرنت می‌باشند.

ملاحظات فنی و الزامات راه حل پیشنهادی



- نزدیک بودن خواص غشاء تولیدی به استانداردها و خواص محصول خارجی از مهم‌ترین ملاحظات این چالش است. محصول باید بتواند خواص ذکر شده را تا اعداد ذکر شده در جدول زیر (که مربوط به نفیون است) یا بازه‌های نزدیک به آن کسب نماید.
- روش تست ویژگی‌های فنی غشاء براساس استانداردهای ASTM باشد.
- غشا تولیدی می‌بایست نانو ساختار باشد.

استاندارد روش تست	مقدار	خواص مکانیکی، فیزیکی و هیدرولیتیک در شرایط محیطی
ASTM D882	۲۴۹	مدول کششی (MPa)
ASTM D882	(MD) ۴۳ (TD) ۳۲	حداکثر استحکام کششی (MPa)
ASTM D882	(MD) ۲۲۵ (TD) ۳۱۰	تغییر طول در لحظه شکست (%)
ASTM D1004	(MD, TD) ۶۰۰۰	مقاومت برشی (اولیه - g/mm)
ASTM D1922	(MD) >۱۰۰ (TD) >۱۵۰	مقاومت برشی (تجمعی - g/mm)
-	۱,۹۸	چگالی نسبی
*	حداقل ۰,۱۰	هدایت ویژه (S/cm)
ASTM 570	۳۸	جذب آب (%)
ASTM D756	۱۰	افزایش ضخامت پس از غوطه‌وری در آب (%)
ASTM D756	۱۰	افزایش انبساط خطی پس از غوطه‌وری در آب (%)



رویکردهای پیشنهادی در حل مسئله



همان‌طور که اشاره شد غشاهای نفیون به دلیل حجم تولید و رواج بالای مصرف در صنایع الکتروشیمیایی، شهرت بیشتری دارند. اما این نوع غشا را می‌توان از پلیمرهای دیگری نیز تهیه کرد که با خواص و ویژگی‌های غشا نفیون رقابت کنند. بنابراین محدودیتی در انتخاب جنس و نوع ماده مورد استفاده برای ساخت غشا وجود ندارد. هر چند به دلیل آشنایی بیشتر صنعت با این نوع غشا و در دسترس بودن نمونه خارجی تولید شده جهت بررسی‌های تحقیقاتی، بهتر است طرح‌های پیشنهادی به سمت ساخت غشایی بر پایه ماده سازنده نفیون (کوپلیمر-فلوئوروپلیمر بر پایه تترافلوئورواتیلن) بروند.

پیشنادهای غیر قابل قبول



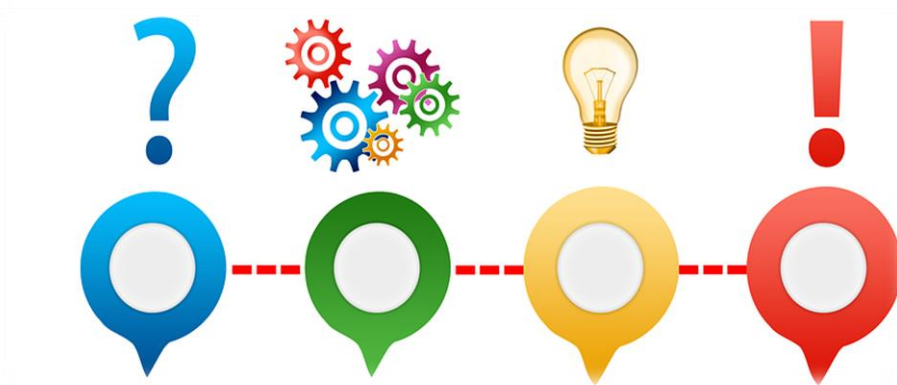
- پیشنهادهایی که ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و عملکردی نمونه خارجی را نتوانند تا حد قابل قبولی برآورده کنند (حد قابل قبول برای اختلاف با نمونه خارجی، حداکثر ۵ درصد است). با توجه به اینکه احتمال وجود خطای اندازه‌گیری در دستگاه‌های آزمایشگاهی موجود در سطح کشور وجود دارد، حد قابل قبول در انتها با ارجاع هر دو نمونه تولیدی ایرانی و خارجی به یک آزمایشگاه مرجع محاسبه خواهد شد.
- پیشنهادهایی که نتوانند تولید محصول را با قیمت مناسب توجیه کنند (قیمت فعلی نمونه خارجی برای کاربردهای تولید هیدروژن و کلر، حدوداً ۱۰۰۰ دلار برای هر مترمربع است).
- راهکارهایی که بدون استفاده از فناوری نانو ارائه گردد.
- راهکارهایی که به استفاده از روش‌های غیرغشایی (مانند ژل‌ها) و یا غشاهای قدیمی و منسوخ شده (مانند غشاهای دیافراگمی) متکی باشند.



سوالات کلیدی از فناوران



- ۱- مکانیزم عملکرد غشا پلیمری خود را تشریح نموده و نقش فناوری نانو را در ارائه این عملکرد بیان نمایید.
- ۲- برآورد شما از میزان کارایی و بازده عملکردی راهکار پیشنهادی از لحاظ بهبود تبادل یونی و در مقایسه با نمونه خارجی به چه شکل است؟
- ۳- برآورد شما از مقادیر کمی خواص مکانیکی، فیزیکی و هیدرولیتیک غشای پیشنهادی (به تفکیک جدول ارائه شده در راهنمای چالش) در مقایسه با نمونه خارجی چگونه است؟
- ۴- برآورد شما از هزینه ساخت و قیمت تمام شده محصول چگونه است؟ توجیحات اقتصادی طرح خود را به اختصار ذکر کنید.
- ۵- روش ساخت و آماده‌سازی پوشش موردنظر را اجمالا بیان نمایید.
- ۶- آیا مواد اولیه مورد استفاده یا فرآیند ساخت غشا پلیمری دارای اثرات سمی یا زیان‌بار شدیدی برای انسان یا محیط زیست خواهند بود؟
- ۷- مزایای اصلی طرح پیشنهادی خود را بیان نمایید.



درباره متقاضی



شرکت آتیه پردازان شریف از شرکت‌های دانش بنیان نوع اول تولیدی معاونت علمی ریاست جمهوری است که در حال حاضر بالغ بر ۳۵۰ نفر از نخبگان کشور در آن مشغول به فعالیت هستند. این شرکت در زمینه تولید تجهیزات مربوط به صنایع نفت و گاز فعالیت دارد. یکی از مهمترین تجهیزات تولید شده و پر کاربرد در صنایع نفتی تولید شده در شرکت، دستگاه الکتروکلرینیشن است. الکتروکلرینیشن فرآیندی است که در آن با استفاده از عبور یک جریان الکتریکی در آب دریا یا هر نوع محلول نمکی، سدیم هیپوکلریت تولید می‌گردد. قلب این دستگاه الکترودهای به کار رفته در آن است. در شرکت آتیه پردازان شریف تمام مراحل ساخت از پوششدهی آندها و کاتدها، تست‌های فنی و کنترل کیفیت تا تکمیل و ساخت نمونه نهایی و رساندن غلظت محصول نهایی به حد مطلوب انجام می‌شود. آندهای ساخته شده بر پایه تکنولوژی MMO با نمونه‌های خارجی این محصول مقایسه شده است و عملکرد مطلوب آن به اثبات رسیده است. این شرکت توانسته است بخش مهمی از نیاز کشور را در حوزه تولید آب ژاول در محل برای صنایع مختلف تامین کند و در حال حاضر پروژه‌های مختلفی در این حوزه تکمیل و به صنایع مختلف تحویل دهد.

مراحل و زمان بندی شرکت در چالش



در این مرحله شرکت کنندگان و فناوران فرصت دارند تا **۲۱ خرداد ۱۴۰۰** با مراجعه به سایت چالش، اقدام به ارسال طرح پیشنهادی یا طرح مفهومی در قالب تکمیل فرم ثبت نام و پاسخ به سوالات می نمایند.

در این مرحله طرح‌های ارسال شده مورد غربالگری و داوری قرار می گیرند.

دریافت گرنت تولید نمونه محصول

پس از داوری اولیه، تیم‌های برتر جهت تولید نمونه محصول، گرنت آزمایشگاهی و گرنت تولید نمونه محصول دریافت می نمایند.



تولید نمونه محصول

تیم‌های برتر با استفاده از گرنت اعطایی و بر اساس یک برنامه زمان بندی مشخص و مطابق با شاخص‌ها و الزامات تعریف شده، اقدام به تولید نمونه محصول جهت پاسخ به نیاز تعریف شده می نمایند.

داوری فنی نمونه‌های ساخته شده

نمونه محصولات تولید شده توسط کارشناسان و متقاضی نیاز، بر اساس شاخص‌ها و الزامات تعیین شده، مورد داوری قرار خواهند گرفت.

دریافت جایزه و عقد قرارداد

تیم برتر بر اساس نظر کارشناسان، تعیین شده و جایزه و قرارداد تولید تجاری محصول به تیم برتر اختصاص می یابد.



حمایت از تیمهای برگزیده



➤ ۱۳۰ میلیون ریال جایزه نقدی برای تیم اول + ۱۰۰ میلیون ریال جایزه نقدی برای تیم دوم

➤ ۷۵ میلیون ریال گرنت تولید نمونه محصول + ۷۵ میلیون ریال گرنت آزمایشگاهی

➤ حمایت از تجاری‌سازی طرح‌ها

نحوه مشارکت در چالش



طرح‌های پیشنهادی خود را تا تاریخ ۲۱ خرداد ماه ۱۴۰۰ از طریق سایت Innoten.ir ارسال نمایید. با مراجعه به سایت، فرم ثبت نام را تکمیل نمایید.



قبل از ارسال طرح، موافقتنامه حقوقی شرکت در چالش نوآوری را مطالعه و تایید نمایید.



در صورت تایید طرح شما در غربالگری اولیه، جهت آماده‌سازی مقدمات لازم و هماهنگی جهت ساخت نمونه محصول از شما دعوت خواهد شد.



۰۲۱-۶۶۵۶۰۳۸۳



www.Innoten.ir



Info@rsd.co.ir