





مواد و انرژی های تجدید پذیر

محمد احمدی دریاکناری



- ۱- نمره کوییز ۳
- ۲- سمینار ۵
- ۳- نمره میان ترم ۴
- ۴- نمره پایان ترم ۶



برنامه درسی

هفته	موضوع
1	پیل سوختی
2-3	انرژی خورشیدی
4-6	انرژی بادی و آبی و انرژی زیست توده
7	بازیافت فولاد ، آلومینیم و مس
8	بازیافت پلیمرها و بازیافت لاستیک ها
9	بازیافت چوب و کاغذ و بازیافت شیشه بازیافت باطری ها
10	بازیافت ضایعات الکترونیکی
11	بازیافت لیتیم از شورابه ها
12	تصفیه آب



سمینار

- تولید پودر آلومینیم از ضایعات آلومینیم
- تولید پودر آلومینا از ضایعات آلومینا
- تولید کاربرد سیلیکون از پوسته برنج
- تولید نانوژنراتور از مواد غذایی
- بازیافت باتری یون لیتیم
- الکتروکاتالیست ها
- جداسازی روغن از آب
- تولید فولاد به روش سبز
- تولد نانوپودر مس از سیم های مسی



مقدمه بر بازیافت و انرژی های نو

- آلودگی یکی از بزرگترین تهدیدها برای محیط زیست و سلامت همه موجودات روی زمین است.
- قرار گرفتن در معرض هوا، آب و خاک آلوده بیشتر از چاقی، الکل و حوادث ترافیکی باعث مرگ افراد می شود. ۱
- این آلاینده ها سه برابر مجموع ایدز، سل و مالاریا باعث مرگ انسان می شوند.
- بزرگترین مشکل آلودگی هوا است که باعث مرگ زودرس تقریباً یک نفر از هر ۱۰ مرگ زودرس در سطح جهان می شود.

• مهمترین روش های برطرف کننده منابع آلودگی

۱- بازیافت

۲- انرژی های نو



اهمیت بازیافت

- بازیافت زباله ها سه فایده مهم برای محیط زیست دارد.
- ۱- ما به کمک بازیافت زباله در **مصرف منابع طبیعی** صرفه جویی کرده ایم زیرا به جای استفاده از مواد خام برای تولید محصولات نو، از مواد بازیافتی استفاده می کنیم.
- ۲- از دیگر فواید بازیافت، **صرفه جویی در مصرف انرژی** است. البته برای بازیافت مواد زاید هم نیاز به مقداری انرژی است اما انرژی لازم برای بازیافت زباله خیلی کمتر از انرژی مورد نیاز برای تولید محصولات جدید از مواد خام است.
- ۳- سومین فایده بازیافت نیاز به **فضای کمتر برای دفن زباله** هاست.



اهمیت انرژی های نو و تجدید پذیر

- انرژی نو یا انرژی جایگزین به آن دسته از انرژی ها گفته می شود که برای تولیدشان از منابع بدون کربن استفاده می گردد؛ مهمترین آنها **انرژی خورشیدی**، **انرژی بادی**، **انرژی نیروگاه های آبی**، **انرژی زیست توده** و **پیل های سوختی** است.



پیل سوختی چیست؟

- پیل سوختی وسیله‌ای الکتروشیمیایی است که از طریق واکنش شیمیایی بین سوخت و عامل اکسیدکننده انرژی الکتریکی تولید می‌کند.
- برخلاف باتری‌های معمولی که انرژی را در داخل ذخیره می‌کنند و در صورت نیاز آن را آزاد می‌کنند، سلول‌های سوختی برای تولید برق به عرضه مداوم سوخت و اکسیدان متکی هستند.
- متداول‌ترین سوخت‌های مورد استفاده در پیل‌های سوختی هیدروژن و متانول هستند. در حالی که رایج‌ترین مواد اکسیدکننده اکسیژن هوا و آب هستند.



- واکنش شیمیایی که در پیل سوختی انجام می‌شود، الکترون‌هایی تولید می‌کند که از طریق یک مدار خارجی جریان می‌یابند تا نیروی الکتریکی را تأمین کنند، در حالی که محصولات جانبی واکنش، مانند آب، گرما و دی‌اکسید کربن، معمولاً از سلول خارج می‌شوند.

• <https://www.aparat.com/v/jlc5H>



تاریخچه پیل سوختی

- تاریخچه پیل‌های سوختی را می‌توان به اوایل قرن نوزدهم ردیابی کرد، زمانی که اصول پیل‌های سوختی برای اولین بار توسط سر **ویلیام گرو، فیزیکدان و مخترع ولزی کشف شد**. گرو کشف کرد
- وقتی هیدروژن و اکسیژن در یک ظرف با یک الکتروود ترکیب می‌شوند، جریانی تولید می‌شود. این اولین نمایش شناخته شده از چیزی بود که بعداً پیل سوختی نامیده شد.
- در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۸۰، پیشرفت‌ها در علم مواد و تولید منجر به پیشرفت‌های قابل توجهی در عملکرد و دوام پیل‌های سوختی شد.



- در دهه ۱۹۹۰ و اوایل دهه ۲۰۰۰، فناوری پیل سوختی با تمرکز ویژه بر بهبود کارایی و کاهش هزینه سیستم‌های پیل سوختی به تکامل خود ادامه داد.
- این دوره همچنین شاهد معرفی انواع جدیدی از سلول‌های سوختی، مانند سلول‌های سوختی غشایی الکترولیت پلیمری (PEM) بود که برای استفاده در کاربردهای حمل و نقل مناسب بودند.
- امروزه فناوری پیل سوختی زمینه‌ای به سرعت در حال رشد است و پیل‌های سوختی در طیف وسیعی از کاربردها از جمله تولید برق ثابت، حمل و نقل، توان قابل حمل و فرآیندهای صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- علی‌رغم چالش‌های زیادی که باقی مانده است، سلول‌های سوختی به طور گسترده به عنوان یک فناوری امیدوارکننده برای تأمین نیازهای انرژی ما به روشی پاک و پایدار دیده می‌شوند.



انواع پیل های سوختی

• انواع پیل های سوختی بر مبنای نوع الکترولیت عبارتند از:

- ۱- پیل سوختی پلیمری
- ۲- پیل سوختی قلیایی
- ۳- پیل سوختی اسید فسفریک
- ۴- پیل سوختی کربنات مذاب
- ۵- پیل سوختی اکسید جامد

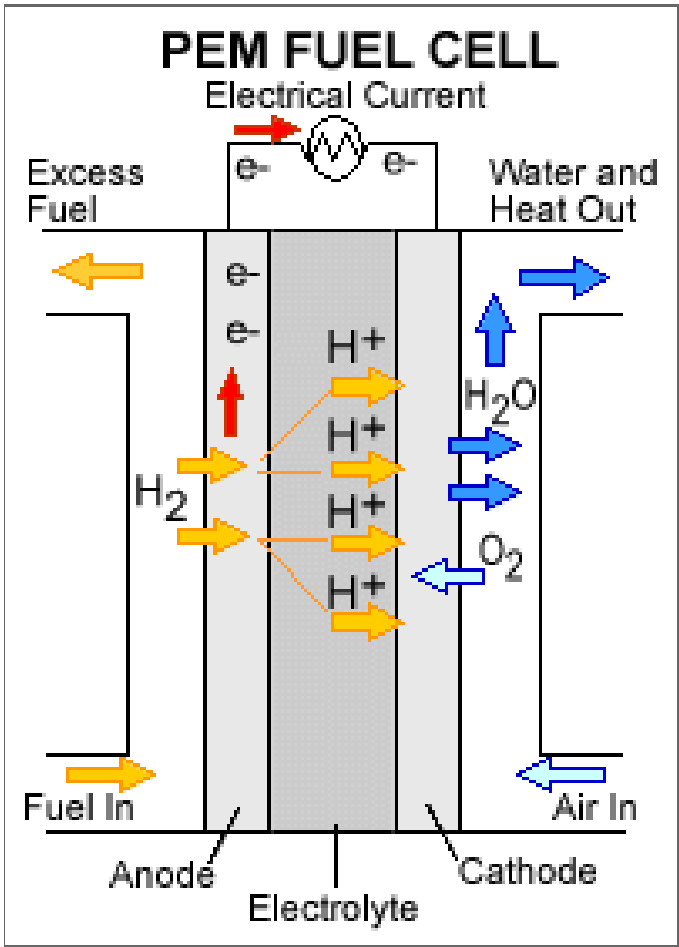
نوع سوخت	اندازه عملیاتی (kW)	دمای عملکردی (°C)	یون های موجود در الکترولیت	نوع الکترولیت	نوع پیل سوختی
هیدروژن	۱-۱۰۰	۶۰-۸۰	OH ⁻	محلول KOH	قلیایی (AFC)
هیدروژن	۱-۱۰۰	۶۰-۱۰۰	H ⁺	پلیمر	پلیمری (PEMFC)
هیدروژن	۵-۴۰۰	۱۸۰-۲۲۰	H ⁺	فسفریک اسید	فسفریک اسید (PAFC)
هیدروژن	۳۰۰-۳۰۰۰	۶۰۰-۶۶۰	CO ₃ ²⁻	Li ₂ CO ₃ -CO ₃ /LiAlO ₂	کربنات مذاب (MCFC)
هیدروژن	۱-۱۰۰۰	۶۰۰-۱۰۰۰	O ²⁻	ZrO-Y ₂ O ₃	اکسید جامد (SOFC)



Polymer Electrolyte Fuel Cell

- این نوع پیل سوختی یکی از پرکاربردترین انواع پیل سوختی می باشد. که نسبت به انواع دیگر دارای حجم و وزن کمتر با دمای کارکرد زیر ۱۰۰ درجه سانتیگراد می باشد و می تواند تا ۱۰۰ کیلووات بر ساعت توان تولید نماید.
- پلیمر جامد به عنوان الکترولیت استفاده شده است که به صورت یکنواخت و خالص می باشد
- اما الکترود ها به صورت متخلخل می باشند که با کاتالیزور پلاتین پوشیده شده اند.
- دمای کاری پایین باعث شده است که مرحله آغاز بکار آن کوتاهتر باشد و سریعتر پیل آماده تولید گردد و از طرفی نیز باعث افزایش عمر و دوام قطعات می شود





- طبق تصویر ابتدا هیدروژن به آند می رسد و با تماس به کاتالیزور الکترون آزاد می کند و پروتون ها H^+ از الکترولیت عبور می کنند.
- و به سمت کاتد حرکت می کنند و الکترون ها از روی آند جمع آوری می شود.
- و بعد از تولید جریان الکتریسته مورد نیاز به سمت کاتد حرکت می کند سپس پروتون ها با اکسیژن هوا از طریق کاتد تماس برقرار کرده و حاصل این فرآیند تولید آب در دو فاز بخار و مایع در سمت کاتد می باشد.



از معایب این نوع پیل سوختی، تشکیل قطرات در سمت کاتد می باشد که ناشی از بخارات تولیدی می باشد.

واکنش های شیمیایی در پیل سوختی:

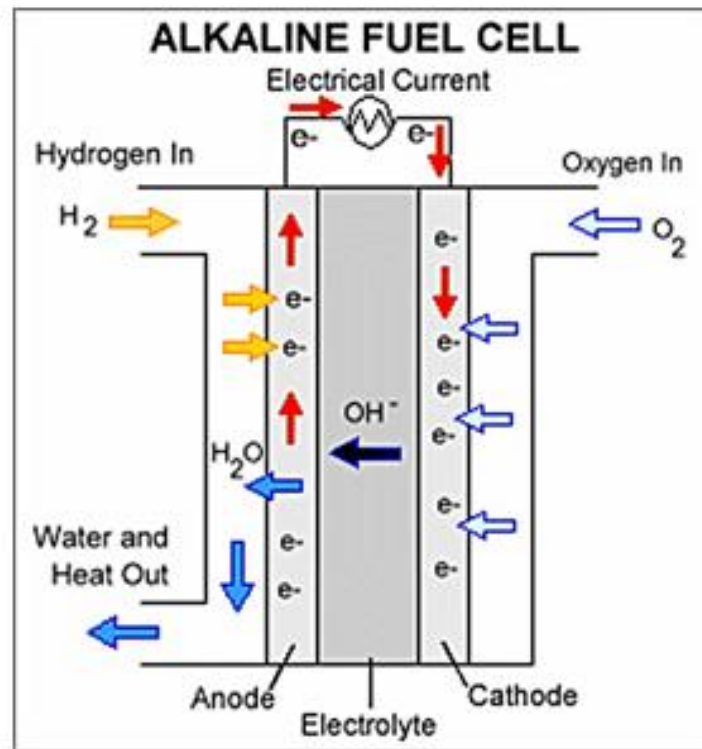


- نسبت تولید توان به وزن این پیل که در میان پیلها از رقم بالایی برخوردار است
- علت اصلی بکارگیری این پیل برای کاربردهای حمل و نقل می باشد. و کمتر از آن در مقیاس های نیروگاهی استفاده می شود.
- هرچند که مشکلات ناشی از تولید و ذخیره هیدروژن بصورت کلی مانع اصلی توسعه این پیلها در بخش خودرو سازی می باشد.

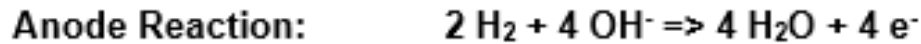


Alkaline Fuel Cell

- از اولین پیل‌های ساخته شده می‌باشد که در فضا پیمای‌های ناسا بکار گرفته شد.
- الکترولیت آن مایع بوده و محلول هیدروکسید پتاسیم در آب می‌باشد.
- کاتد و آنود این نوع پیل نیازی به کاتالیزور نداشته و طیف وسیعی از فلزات را می‌تواند برای این کاربرد در نظر گرفت. این پیل تا حدود ۶۰٪ بازده دارد.



واکنش های شیمیایی در پیل سوختی:



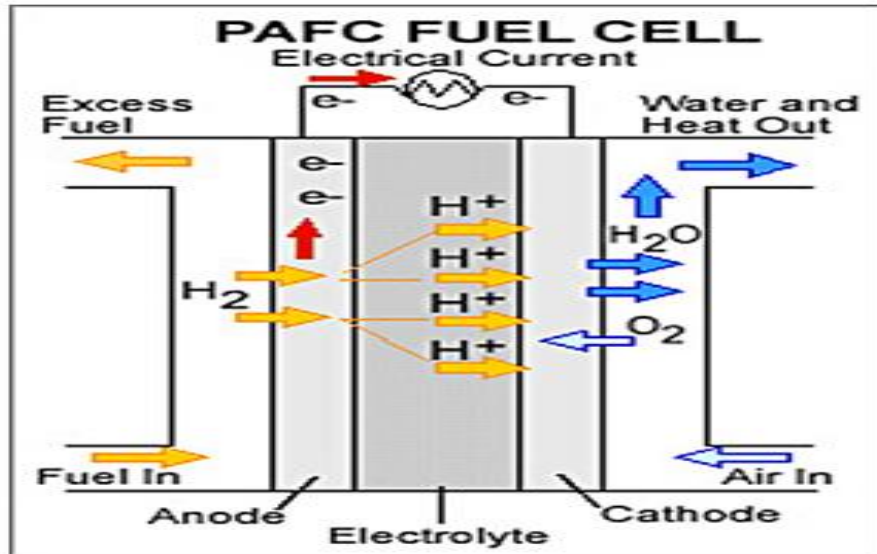
از معایب این پیل عمر کارکرد می باشد که در حدود ۱۰۰۰۰ ساعت است که از لحاظ اقتصادی در حدود ۴۰۰۰۰ ساعت مقرون به صرفه است.

متوسط عمر (h)	بازده	نوع پیل سوختی
۱۰۰۰۰	۴۰-۶۰	قلیایی
۴۰۰۰۰	۴۵-۶۰	پلیمری
۴۰۰۰۰	۳۶-۴۲	فسفریک اسید
۴۰۰۰۰	۵۵-۶۵	اکسید جامد
۴۰۰۰۰	۶۰-۶۵	کربنات مذاب

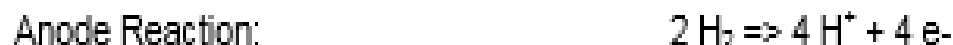


Phosphoric acid fuel cell

- الكتروليت اين پيل اسيد فسفريك مایع می باشد. این اسید در یک تفلون که با ماتریس کاربید سیلیکون پوشیده شده نگهداری می شود.
- الكترودهای متخلخل کربنی با کاتالیزورهای پلاتینیوم پوشیده شده اند.
- قدرت تولید توان آن که در حدود ۵ کیلووات تا حدود ۴۰۰ کیلووات می باشد که اخیراً در اتوبوس ها و وسایل نقلیه سنگین دیگر استفاده می شود.



واکنش های شیمیایی در پیل سوختی:

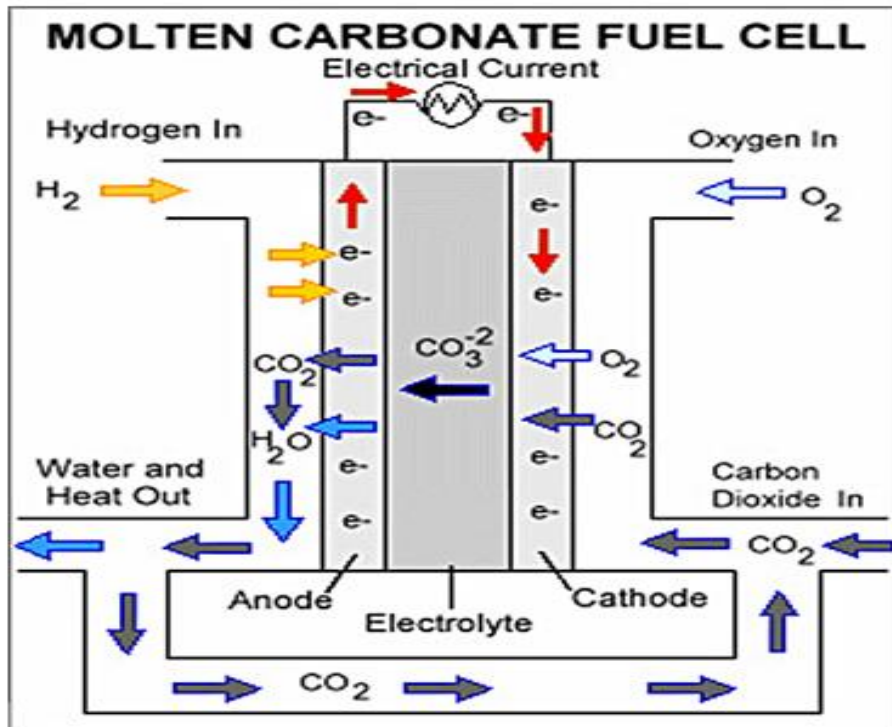


نسبت توان تولیدی به حجم و وزن این نوع پیل کمتر از دیگر انواع پیلهاست از این رو در کاربردهای حمل و نقل سبک حضور چندانی ندارد.



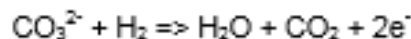
Molten carbonate fuel cell

- این نوع پیل قدرت تولید توانهای بالا در حدود ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلو وات می باشد و از این رو مصارف نظامی، صنعتی و نیروگاهی دارد.
- الکترولیت آن ترکیبی از نمک کربنات مذاب آمیخته با کربن متخلخل که در ماتریس سرامیکی معلق می باشد.
- جنس این سرامیک از اکسید آلومینیوم لیتیوم LiAlO_2 می باشد.
- دمای کاری آن بیش از ۶۵۰ درجه سانتیگراد است. بازده الکتریکی بالایی در حدود ۶۰٪ درصد دارد

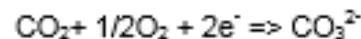


واکنش های شیمیایی در پیل سوختی:

Anode Reaction:



Cathode Reaction:



Overall Cell Reaction:



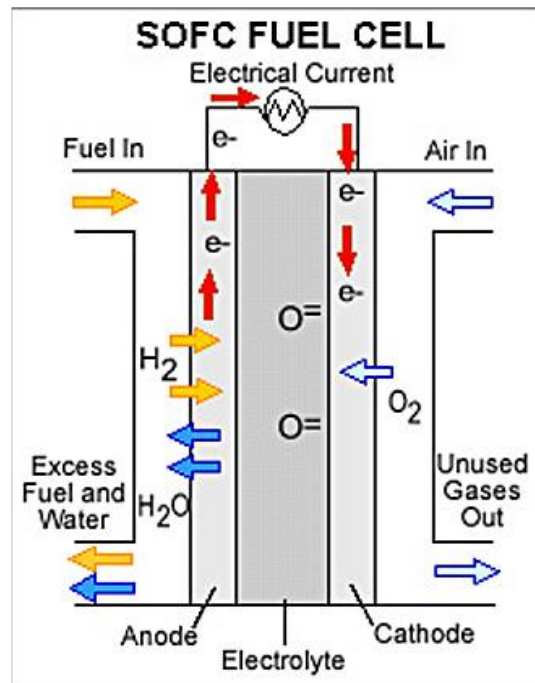
این پیل سوختی نیازی به کاتالیست ندارد از این رو مجموعه پیل با قیمت کمتری راه اندازی می شود.

اما از معایب آن عمر کوتاهش می باشد که در اثر دمای بالا و حضور ماده خورنده الکتrolیت فرآیند خوردگی تسریع شده و کاهش عمر پیل را به همراه دارد .



Solid oxide fuel cell

- الکترولیت این پیل از جنس اکسید زیرکونیم پایدار شده با اکسید ایتریوم $Y_2O_3 + 80\%ZrO_2$ می باشد.
- این ماده ترد بسیار سخت می باشد و عایق حرارتی و الکتریسته است اما در دمای بالای 600 درجه سانتیگراد یون O^{2-} را از خود عبور می دهد.
- دمای بالای کارکرد آن نیاز به کاتالیزور را حذف کرده است. و از این رو ارزان قیمت تر است.



واکنش های شیمیایی در پیل سوختی:



آند SOFC

نیکل با YSZ برای ساخت آند استفاده می شود. نکته قابل توجه برای آند، رسانایی آن و پایداریش در گستره دمایی مورد استفاده است.

•

•

•

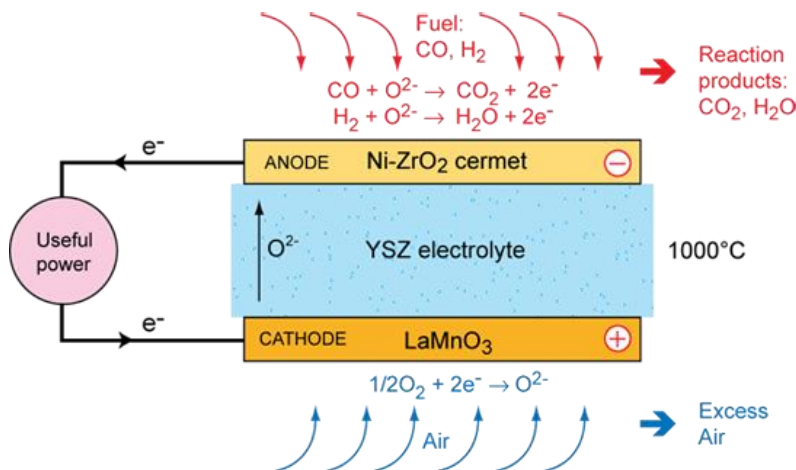
•

•

امروزه تلاش می شود آند را از جنس Ni-YSZ متخلخل با سوراخهای بزرگ و استحکام مناسب تولید نمایند. در این شرایط سوخت براحتی قادر خواهد بود به سطح الکترولیت برسد و بدلیل حضور نیکل رسانایی الکتریکی آند نیز افزایش می یابد.

این ماده در مقابل گازهای سولفور حساس نبوده و خورده نمی شود. گازهای سولفور بصورت قابل توجه در سوختهای فسیلی وجود دارند و این پیل به دلیل عدم حساسیت به CO و دیگر گازها قادر است از این نوع سوختها نیز برق تولید نماید.

نکته ای که باید برای جنس آند علاوه بر نکات فوق در نظر گرفت تطابق مناسب ضریب انبساط حرارتی آن با الکترولیت می باشد



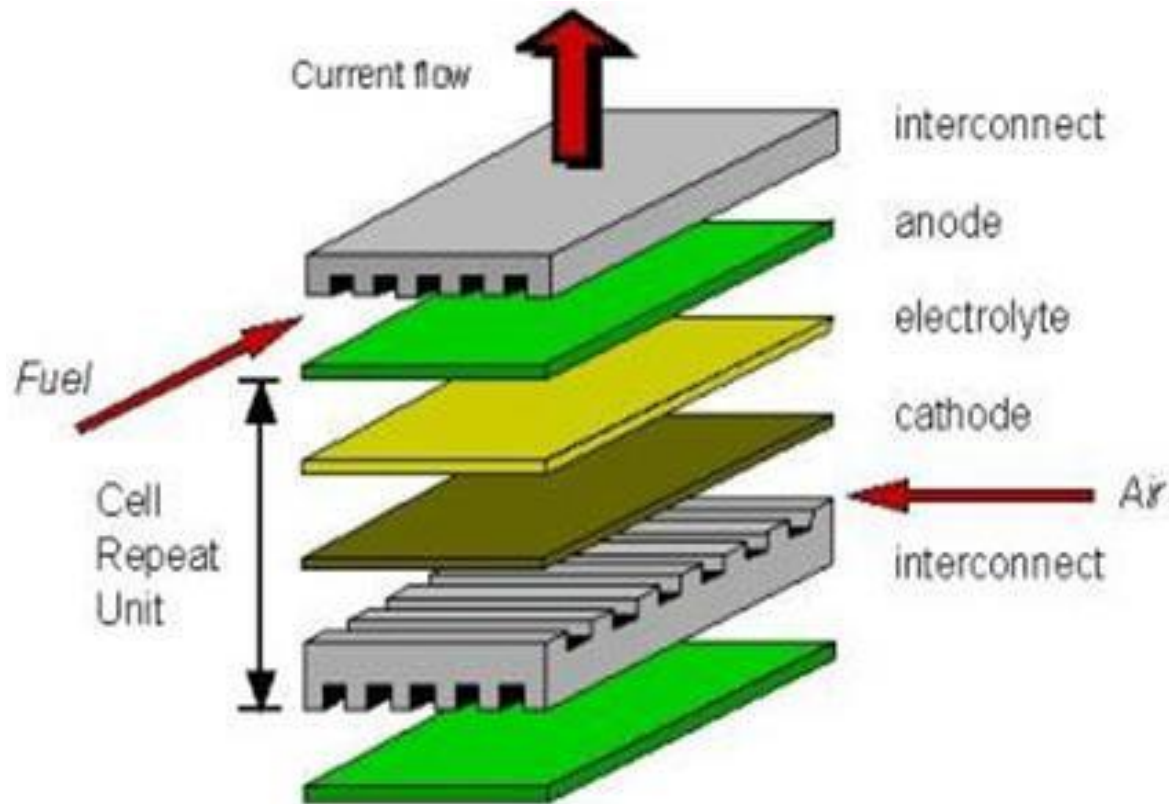
مزایای SOFC

- راندمان بالا .
- الکترولیت جامد و غیرخورنده
- طول عمر زیاد .
- انعطاف پذیری در کاربرد آن
- محدوده وسیع توان تولیدی
- طراحی ساده .
- سادگی تولید .
- استفاده از هیدروژن و یا سوخت‌های تبدیل شده
- تولید آب قابل مصرف



معایب SOFC

- هزینه بالای کاتالیست؛



- <https://youtube.com/shorts/bP-fKPoaJ5Q?si=guOZvyCve25Udp02>



