

بسمه تعالی  
معاونت آموزش  
دفتر طرح و برنامه های درسی

## استاندارد آموزش شایستگی

# بهبود عملکرد پیل‌های سوختی با فناوری نانو

## گروه فناوری نانو

کد ملی آموزش شایستگی

۳۱۱۶-۹۵-۰۰۱-۱

تاریخ تدوین استاندارد: ۱۳۹۴/۰۲/۲۰



نظارت بر تدوین محتوا و تصویب: دفتر طرح و برنامه های درسی

کد ملی شناسایی آموزش شایستگی: ۱-۰۰۱-۹۵-۳۱۱۶

اعضاء کمیسیون تخصصی برنامه ریزی درسی رشته فناوری نانو:

علی موسوی

محمد رضا سیابانی

سید نورالدین موسوی

رامک فرح آبادی

لیلا فرهادی راد

بیتا بهمنیار باروق

حوزه های حرفه ای و تخصصی همکار برای تدوین استاندارد آموزش شایستگی:

-اداره کل آموزش فنی و حرفه ای استان آذربایجان شرقی

-شرکت رایا نانو صنعت ارس

فرآیند اصلاح و بازنگری:

-

آدرس دفتر طرح و برنامه های درسی

تهران، خیابان آزادی، خیابان خوش شمالی، نبش خیابان نصرت، ساختمان شماره ۲، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور، پلاک ۹۷

تلفن ۶۶۵۶۹۹۰۷ - ۶۶۹۴۴۱۲۰

دورنگار ۶۶۹۴۴۱۱۷

آدرس الکترونیکی: Barnamehdarci @ yahoo.com



تهیه کنندگان استاندارد آموزش شغل  شایستگی

ردیف	نام و نام خانوادگی	آخرین مدرک تحصیلی	رشته تحصیلی	شغل و سمت	سابقه کار مرتبط	آدرس ، تلفن و ایمیل
۱	علی محمدی سفیدان	کارشناسی ارشد	مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی	مربی	۳ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۷۳۷۰۷۱۶ ایمیل : ams.۱۳۶۷@yahoo.com آدرس :
۲	عطا سجودی	کارشناسی ارشد	مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی	کارشناس مدعو	۴ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۱۱۰۰۸۷۴ ایمیل : meoiotu@yahoo.com آدرس :
۳	امیر لطفی کلجاهی	کارشناس ارشد	فیزیک	پژوهشگر و مدیر شرکت رایا نانو صنعت ارس	۴ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۱۰۱۶۲۹۹ ایمیل : amir.lotfi.k@gmail.com آدرس :
۴	روزبه جعفری	کارشناسی ارشد	مهندسی نانو الکترونیک	مربی	۳ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۱۰۶۸۶۷۵ ایمیل : rzbhjafari@gmail.com آدرس :
۵	بیبا بهمنیار باروق	کارشناسی	مهندسی مواد	مسئول گروه برنامه ریزی درسی فناوری نانو	۹ سال	تلفن ثابت : ۰۲۱-۶۶۵۶۹۹۰۰ تلفن همراه : ایمیل : آدرس: دفتر طرح و برنامه های درسی



## تعاریف :

### استاندارد شغل :

مشخصات شایستگی ها و توانمندی های مورد نیاز برای عملکرد موثر در محیط کار را گویند در بعضی از موارد استاندارد حرفه ای نیز گفته می شود.

### استاندارد آموزش :

نقشه ی یادگیری برای رسیدن به شایستگی های موجود در استاندارد شغل .

### نام یک شغل :

به مجموعه ای از وظایف و توانمندی های خاص که از یک شخص در سطح مورد نظر انتظار می رود اطلاق می شود .

### شرح شغل :

بیانیه ای شامل مهم ترین عناصر یک شغل از قبیل جایگاه یا عنوان شغل ، کارها ارتباط شغل با مشاغل دیگر در یک حوزه شغلی ، مسئولیت ها ، شرایط کاری و استاندارد عملکرد مورد نیاز شغل .

### طول دوره آموزش :

حداقل زمان و جلسات مورد نیاز برای رسیدن به یک استاندارد آموزشی .

### ویژگی کارآموز ورودی :

حداقل شایستگی ها و توانایی هایی که از یک کارآموز در هنگام ورود به دوره آموزش انتظار می رود .

### کارورزی:

کارورزی صرفاً در مشاغلی است که بعد از آموزش نظری یا همگام با آن آموزش عملی به صورت محدود یا با ماکت صورت می گیرد و ضرورت دارد که در آن مشاغل خاص محیط واقعی برای مدتی تعریف شده تجربه شود.(مانند آموزش یک شایستگی که فرد در محل آموزش به صورت تئوریک با استفاده از عکس می آموزد و ضرورت دارد مدتی در یک مکان واقعی آموزش عملی ببیند و شامل بسیاری از مشاغل نمی گردد).

### ارزشیابی :

فرآیند جمع آوری شواهد و قضاوت در مورد آنکه یک شایستگی بدست آمده است یا خیر ، که شامل سه بخش عملی ، کتبی عملی و اخلاق حرفه ای خواهد بود .

### صلاحیت حرفه ای مربیان :

حداقل توانمندی های آموزشی و حرفه ای که از مربیان دوره آموزش استاندارد انتظار می رود .

### شایستگی :

توانایی انجام کار در محیط ها و شرایط گوناگون به طور موثر و کارا برابر استاندارد .

### دانش :

حداقل مجموعه ای از معلومات نظری و توانمندی های ذهنی لازم برای رسیدن به یک شایستگی یا توانایی که می تواند شامل علوم پایه (ریاضی ، فیزیک ، شیمی ، زیست شناسی)، تکنولوژی و زبان فنی باشد .

### مهارت :

حداقل هماهنگی بین ذهن و جسم برای رسیدن به یک توانمندی یا شایستگی . معمولاً به مهارت های عملی ارجاع می شود .

### نگرش :

مجموعه ای از رفتارهای عاطفی که برای شایستگی در یک کار مورد نیاز است و شامل مهارت های غیر فنی و اخلاق حرفه ای می باشد .

### ایمنی :

مواردی است که عدم یا انجام ندادن صحیح آن موجب بروز حوادث و خطرات در محیط کار می شود .

### توجهات زیست محیطی :

ملاحظات است که در هر شغل باید رعایت و عمل شود که کمترین آسیب به محیط زیست وارد گردد.



<b>نام استاندارد آموزش شایستگی:</b>	
<b>بهبود عملکرد پیل های سوختی با فناوری نانو</b>	
<b>شرح استاندارد آموزش شایستگی :</b>	
بهبود عملکرد پیل های سوختی با فناوری نانو از شایستگی های حوزه فناوری نانو بوده و کار هایی از قبیل نصب و راه اندازی پیل های سوختی، بهبود ظرفیت پیل سوختی با نانوکاتالیست ها و نانو الکترودهای پوشش دهی شده را دارد.	
<b>ویژگی های کارآموز ورودی:</b>	
حداقل میزان تحصیلات : فوق دیپلم فنی(مکانیک، متالورژی و برق)، شیمی و فیزیک حداقل توانایی جسمی و ذهنی: سلامت کامل جسمی،ذهنی مهارت های پیش نیاز :ندارد	
<b>طول دوره آموزش :</b>	
طول دوره آموزش	: ۷۲ ساعت
- زمان آموزش نظری	: ۲۲ ساعت
- زمان آموزش عملی	: ۵۰ ساعت
- زمان کارورزی	: - ساعت
- زمان پروژه	: - ساعت
<b>بودجه بندی ارزشیابی ( به درصد )</b>	
- کتبی :	۲۵%
- عملی :	۶۵%
- اخلاق حرفه ای :	۱۰%
<b>صلاحیت های حرفه ای مربیان :</b>	
-دارا بودن مدرک کارشناسی در رشته مواد، شیمی، برق، مکانیک و فیزیک با ۲ سال سابقه کار مرتبط	



\* تعریف دقیق استاندارد (اصطلاحی) :

پیل سوختی وسیله‌ای است شبیه باتری که انرژی الکتروشیمیایی را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. ساختار کلی و اساس کار پیل سوختی با اندکی تفاوت، مطابق واکنش‌هایی است که در یک سلول گالوانی یا ولتایی صورت می‌گیرد. پیل سوختی به‌طور ساده شامل دو الکتروود متخلخل و یک الکتروولت جامد یا مایع است که این اجزاء، مدار بی‌بسته برای هدایت یون‌ها ایجاد می‌کند. اما منبع تامین انرژی در پیل سوختی عنصر هیدروژن است. هیدروژن به‌عنوان حامل انرژی در پیل سوختی از منابع مختلفی نظیر فراورده‌های نفتی (حدود ۷۷٪) زغال سنگ (حدود ۱۸٪)، الکترولیز آب (۴٪) و (۱٪) منابع دیگر تامین می‌شود. سهم عمده تامین حامل هیدروژن، هیدروکربن‌هایی است که به‌طور متداول در سوخت فسیلی وجود دارد، اما تفاوت کاربرد آنها در پیل سوختی این است که در این دستگاه از سوختن هیدروکربن‌ها به‌طور مستقیم خبری نیست و تولید الکتروسیته توسط فعل و انفعالات هیدروژن موجود در سوخت فسیلی و اکسیژن هوا، بدون فرایند احتراق صورت می‌پذیرد. برای تسریع واکنش‌های شیمیایی از کاتالیزگر پلاتین که دارای قیمت بالایی است استفاده می‌شود. علاوه بر این که این ماده قیمت بالایی دارد قسمت زیادی از آن استفاده نمی‌شود. علت این امر آن است که پلاتین در نقاطی به‌عنوان کاتالیزگر عمل می‌کند که در تماس با الکتروولت و الکتروود باشد. به این مناطق مرز سه‌فازی می‌گویند. به این دلیل صنعتی شدن پیل‌های سوختی پلیمری که جنس کاتالیزگر آن‌ها از پلاتین است غیر ممکن است. استفاده از فناوری نانو این مشکلات را کنار می‌زند. به کمک این فناوری می‌توان ظرفیت پیل سوختی و ابعاد آن را بهبود بخشید.

\* اصطلاح انگلیسی استاندارد (و اصطلاحات مشابه جهانی) :

**- Improvement performance of Fuel cells electrodes with Nanotechnology**

\* مهم‌ترین استانداردها و رشته‌های مرتبط با این استاندارد :

\* جایگاه استاندارد شغلی از جهت آسیب‌شناسی و سطح سختی کار :

- الف : جزو مشاغل عادی و کم‌آسیب  طبق سند و مرجع .....
- ب : جزو مشاغل نسبتاً سخت  طبق سند و مرجع .....
- ج : جزو مشاغل سخت و زیان‌آور  طبق سند و مرجع .....
- د : نیاز به استعلام از وزارت کار



## استاندارد آموزش شایستگی

- کارها

ردیف	عناوین
۱	نصب و راه اندازی پیل های سوختی
۲	بهبود ظرفیت پیل سوختی با نانوکاتالیست‌ها
۳	بهبود ظرفیت پیل سوختی با نانوالکترودهای پوشش دهی شده



	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۱۸	۱۲	۶	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه وسایل کمک آموزشی کپسول آتشنشانی جعبه کمک های اولیه وایت برد ماژیک وایت برد نوشت افزار انواع نانو ذرات فلزات یا اکسید آنها آب مقطر همزن آزمایشگاهی پایدار کننده التراسونیک PH متر ترازوی دیجیتالی حساس لباس کار دستکش ایمنی کفش مخصوص آزمایشگاه پیل سوختی هیدروژنی دماسنج دیجیتالی رطوبت سنج دیجیتالی فشارسنج دیجیتالی ولت متر				دانش : - تاریخچه پیل های سوختی - اجزای پیل سوختی - نحوه عملکرد و واکنش های شیمیایی مرتبط - انواع پیل های سوختی - اصول طراحی پیل های سوختی و انتخاب مواد - کاربرد پیل های سوختی در صنعت - اصول نصب و راه اندازی انواع مختلف پیل های سوختی - مزایا و معایب پیل های سوختی - میزان نیروی وارده هنگام اتصال پیچ و مهره ها - تجهیزات و ابزار مورد استفاده و نحوه کار با آنها - اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی مهارت : - اتصال قطعات به یکدیگر - صاف نمودن صفحات اتصالی - اندازه گیری ولتاژ تولیدی - اندازه گیری رطوبت، فشار و دمای پیل نگرش : - دقت در انجام کار - درک استفاده بهینه از انرژی - پیروی از دستورالعمل ها - استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار





استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			نصب و راه اندازی پیل های سوختی
	<p>ایمنی و بهداشت :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه)</li> <li>- رعایت موارد ایمنی هنگام نصب و راه اندازی</li> <li>- استفاده از تهویه مناسب کارگاهی</li> <li>- رعایت اصول ارگونومی</li> <li>- استفاده از دوش و چشم شوی اضطراری در صورت آلوده شدن</li> </ul>			
	<p>توجهات زیست محیطی :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- آراستگی محیط کار</li> <li>- مدیریت مصرف انرژی</li> <li>- جمع آوری و دفع مناسب ضایعات بعد از کار</li> </ul>			



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۳۸	۲۸	۱۰	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			بهبود ظرفیت پیل سوختی با نانوکاتالیست‌ها
رایانه وسایل کمک آموزشی کپسول آتشنشانی جعبه کمک های اولیه وایت برد ماژیک وایت برد نوشت افزار انواع نانو ذرات فلزات یا اکسید آنها آب مقطر پیل سوختی هیدروژنی انواع ظروف آزمایشگاهی همزن آزمایشگاهی پایدارکننده التراسونیک لباس کار دستکش ایمنی کفش مخصوص آزمایشگاه PH متر ترازوی دیجیتالی حساس دوش و چشم شوی اضطراری				دانش : - کاتالیست‌های متداول پیل‌های سوختی - مفاهیم اولیه نانوکاتالیست‌ها - انواع روش‌های تهیه و استفاده از نانوکاتالیست‌ها - نانوکاتالیست‌های همگن و ناهمگن - مقایسه نانوکاتالیست‌ها و کاتالیست‌های متداول - مزایا و معایب نانوکاتالیست‌ها - ویژگی‌های شیمیایی نانوکاتالیست‌ها - اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
				مهارت : - بهبود ظرفیت پیل سوختی به روش ساختارهای پوسته-هسته - بهبود ظرفیت پیل سوختی به روش استفاده از مواد متخلخل به عنوان بستر - بهبود ظرفیت پیل سوختی به روش نانوذرات دوفلزی - بهبود ظرفیت پیل سوختی به روش نانوخوشه های دوفلزی - بهبود ظرفیت پیل سوختی به روش بستر اکسید فلزی - بهبود ظرفیت پیل سوختی به روش استفاده از ترکیبات کمپلکس - بهبود ظرفیت پیل سوختی به روش جایگزینی فلزات کم بها - بهبود ظرفیت پیل سوختی به روش استفاده از درخت سان



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : بهبود ظرفیت پیل سوختی با نانوکاتالیست‌ها
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	<p>نگرش :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-دقت در انجام کار</li> <li>-نوآوری</li> <li>-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار</li> <li>-درک استفاده بهینه از انرژی</li> </ul>			
	<p>ایمنی و بهداشت :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه)</li> <li>- رعایت کلیه موارد ایمنی هنگام کار</li> <li>- استفاده از تهویه مناسب کارگاهی</li> <li>-رعایت اصول ارگونومی</li> <li>-استفاده از دوش و چشم شوی اضطراری در صورت آلوده شدن</li> </ul>			
	<p>توجهات زیست محیطی :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-آراستگی محیط کار</li> <li>-جمع آوری مناسب پسماندها و ضایعات ناشی از کار</li> <li>-مدیریت مصرف انرژی</li> </ul>			



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۱۶	۱۰	۶	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
وسایل کمک آموزشی				-الکترودهای پیل سوختی، انواع و کاربردهای آن‌ها
کپسول آشنشانی				-آرایش ذرات جامد در الکترودها و تاثیر آن بر ظرفیت پیل سوختی
جعبه کمک های اولیه				-اصول و مفاهیم اولیه پوشش دهی سطوح آند و کاتد
وایت برد				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
ماژیک وایت برد				مهارت :
نوشت افزار				- انتخاب نانومواد مورد نیاز برای پوشش دهی و یا ساخت الکترودها نظیر نانولوله‌های کربنی
انواع نانو ذرات فلزات یا اکسید آنها				-اندازه‌گیری و محاسبه افزایش میزان ولتاژ تولیدی با الکترودهای پوشش دهی شده و مقایسه آن با ولتاژ پیل‌های متداول
آب مقطر				نگرش :
همزن آزمایشگاهی				-دقت در انجام کار
پایدارکننده التراسونیک				-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
لباس کار				-درک استفاده بهینه از انرژی
دستکش ایمنی				
کفش مخصوص آزمایشگاه				
PH متر				
دماسنج دیجیتالی				
ترازوی دیجیتالی حساس				
انواع ظروف آزمایشگاهی				
الکترودهای نانوپوشش داده شده				
پیل سوختی هیدروژنی				



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	<p>ایمنی و بهداشت :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش، کفش مخصوص)</li> <li>- استفاده از تهویه مناسب کارگاهی</li> <li>- رعایت اصول ارگونومی</li> <li>- رعایت موارد ایمنی هنگام کار</li> <li>- استفاده از دوش و چشم شوی اضطراری در صورت آلوده شدن</li> </ul> <p>توجهات زیست محیطی :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- آراستگی محیط کار</li> <li>- جمع آوری اصولی ضایعات و پسماندهای ناشی از کار</li> <li>- مدیریت مصرف انرژی</li> <li>- جلوگیری از نشت آب های آلوده به محیط زیست</li> </ul>			



- برگه استاندارد تجهیزات

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	رایانه	با تمام متعلقات	۱ عدد	
۲	وسایل کمک آموزشی	سری کامل	۱ سری	
۳	کپسول آتشنشانی	۶ کیلو گرمی کف شیمیایی و CO <sub>2</sub>	۲ عدد	
۴	جعبه کمک های اولیه	با تمام وسایل	۱ جعبه	
۵	وایت برد	بزرگ	۱ عدد	
۶	ماژیک وایت برد	در رنگ های مختلف	هر کدام ۱ عدد برای هر دوره	
۷	لباس کار	مخصوص آزمایشگاه	۱ دست برای هر نفر	
۸	کفش	مخصوص آزمایشگاه	۱ جفت برای هر نفر	
۹	ماسک ایمنی	فیلتر دار	۲ عدد برای هر نفر	
۱۰	دستکش	جراحی	۱۰ جفت برای هر نفر	
۱۱	همگن کننده التراسونیک	مخصوص آزمایشگاه	۵ عدد برای هر دوره	
۱۲	همزن	مخصوص آزمایشگاهی	۵ عدد برای هر دوره	
۱۳	فشار سنج	دیجیتالی	۵ عدد برای هر دوره	
۱۴	دماسنج	دیجیتالی	۵ عدد برای هر دوره	
۱۵	رطوبت سنج	دیجیتالی	۵ عدد برای هر دوره	
۱۶	آوو متر	دیجیتالی	۵ عدد برای هر دوره	
۱۷	ترازو	دیجیتال با دقت بسیار بالا	۱ عدد برای هر کارگاه	
۱۸	PH متر	دیجیتالی	۱ عدد برای هر کارگاه	
۱۹	هیتر استیر	۴۰۰ وات	۱ عدد برای هر کارگاه	
۲۰	آون	ظرفیت دمایی تا ۳۰۰ درجه	۱ عدد برای هر کارگاه	
۲۱	دوش اضطراری	دارای پدال و اهرم مناسب	۱ عدد برای هر کارگاه	
۲۲	چشم شوی اضطراری	دارای پدال و اهرم مناسب	۱ عدد برای هر کارگاه	
۲۳	پیل سوختی	هیدروژنی به همراه تمام متعلقات	۵ عدد برای هر دوره	

توجه :

- تجهیزات برای یک کارگاه به ظرفیت ۱۵ نفر در نظر گرفته شود .



- برگه استاندارد مواد

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	انواع نانو ذرات فلزات و اکسید آنها	آهن و اکسید آهن، اکسید مس، طلا، اکسید آلومینیوم، اکسید منیزیم، اکسید روی، نقره، اکسید تیتانیوم	۱۰ گرم از هر کدام برای هر دوره	
۲	محلول بافر	جهت کالیبره کردن pH متر	۲۰ میلی لیتر برای هر دوره	
۳	آب	مقطر	۱۰ لیتر برای هر دوره	
۴	الکل	صنعتی	۱ لیتر برای هر دوره	
۵	استون	معمولی	۱ لیتر برای هر دوره	
۶	سورفکتانت	مواد فعال سطحی (پایدار کننده)	۱۰۰ گرم برای هر دوره	
۷	ارلن مایر	۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی لیتر	۱۰ عدد برای هر دوره	
۸	بشر	۵۰ تا ۱۰۰ میلی لیتر	۱۰ عدد برای هر دوره	
۹	پی پت	۱۰ تا ۵۰ میلی لیتر	۵ عدد برای هر دوره	
۱۰	بالن ژوژه	در ابعاد مختلف	۵ عدد برای هر دوره	
۱۱	بالن ته گرد	در ابعاد مختلف	۵ عدد برای هر دوره	
۱۲	دما سنج	در مقیاس سلسیوس	۵ عدد برای هر دوره	
۱۳	سه پایه	گرید تجاری	۲ عدد برای هر دوره	
۱۴	چراغ الکلی	گرید تجاری	۲ عدد برای هر دوره	
۱۵	لوله آزمایش	گرید تجاری	۱۵ عدد برای هر دوره	

توجه :

- مواد به ازاء یک نفر و یک کارگاه به ظرفیت ۱۵ نفر محاسبه شود .



– منابع و نرم افزار های آموزشی ( اصلی مورد استفاده در تدوین و آموزش استاندارد )

ردیف	عنوان منبع یا نرم افزار	مؤلف	مترجم	سال نشر	محل نشر	ناشر یا تولید کننده
۱	نانو کاتالیست	مسعود صلواتی نیاسری	-	۱۳۹۲	تهران	سخنوران
۲	مجموعه مقالات سایت باشگاه نانو	باشگاه نانو	-	۱۳۹۱	تهران	کوچک آموز
۳	مقدمه ای بر فناوری نانو	چارلز پی. پول، فرانک جی. اونسز	نیما تقوی نیا	۱۳۹۳	تهران	صنعتی شریف
۴	نانو شیمی	دکتر مسعود صلواتی نیاسر، زینب فرشته	-	۱۳۹۱	تهران	سخنوران





– سایر منابع و محتوای آموزشی (پیشنهادی گروه تدوین استاندارد) علاوه بر منابع اصلی

ردیف	نام کتاب یا جزوه	سال نشر	مؤلف / مولفین	مترجم / مترجمین	محل نشر	ناشر	توضیحات
۱	Synthesis, characterization, electronic structure, and photocatalytic activity of nitrogen-doped TiO <sub>2</sub> nanocatalyst.	۲۰۰۵	Sathish, M., et al	-	-	Chemistry of materials	-
۲	Performance characterization of Pd/C nanocatalyst for direct formic acid fuel cells	۲۰۰۵	Ha, S., R. Larsen, and R. I. Masel	-	-	Journal of Power Sources	-
۳	A review of wet impregnation—An alternative method for the fabrication of high performance and nano-structured electrodes of solid oxide fuel cells	۲۰۰۶	Jiang, San Ping.	-	-	Materials Science and Engineering	-
۴	Proton exchange membrane fuel cells with carbon nano tube based electrodes	۲۰۰۴	Wang, Cheng, et al	-	-	Nano letters	-
۵	PEM Fuel Cells: Theory and Practice	۲۰۱۳	Frano Barbir	-	USA	Elsevier	-
۶	Fuel Cells: Principles and Applications	۲۰۰۷	B. Viswanathan, M. Aulice Scibioh	-	-	Taylor & Franc	-



## فهرست سایت های قابل استفاده در آموزش استاندارد

ردیف	عنوان
۱	<a href="http://www.edu.nano.ir">www.edu.nano.ir</a>
۲	<a href="http://www.understandingnano.com">www.understandingnano.com</a>