

بسمه تعالی
معاونت آموزش
دفتر طرح و برنامه های درسی

استاندارد آموزش شغل

عنوان آموزش شغل

اپراتور ساخت لایه کاتد و الکترولیت پیل سوختی

گروه شغلی

فن‌آوری‌های راهبردی
(انرژی‌های تجدیدپذیر)

کد ملی آموزش شغل

۳۱۳۱-۱۰۵-۱۱۷-۱

تاریخ تدوین استاندارد: ۹۳/۴/۱



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

کد ملی شناسایی آموزش شغل: ۱-۱۱۷-۱۰۵-۳۱۳۱

اعضاء کمیته تخصصی فناوری انرژی:

مهندس آرش حق پرست کاشانی: مدیر گروه انرژی های نو در پژوهشگاه نیرو-دارای ۱۳ سال سابقه کار تخصصی
مهندس جواد نور علیی: مربی پژوهشی در پژوهشگاه نیرو - دارای ۱۸ سال سابقه کار تخصصی
مهندس ملیحه خنجری: مربی پژوهشی در پژوهشگاه نیرو - دارای ۸ سال سابقه کار تخصصی
مهندس سید مجتبی لاجوردی: کارشناس پژوهشی در پژوهشگاه نیرو - دارای ۵ سال سابقه کار تخصصی
مهندس احسان لیوانی: کارشناس پژوهشی در پژوهشگاه نیرو - دارای ۵ سال سابقه کار تخصصی
مهندس محمد خلیج: کارشناس پژوهشی در پژوهشگاه نیرو - دارای ۴ سال سابقه کار تخصصی
مهندس حامد اصلان نژاد: کارشناس پژوهشی در پژوهشگاه نیرو - دارای ۵ سال سابقه کار تخصصی
آقای مهندس حسن کشاورز جوبنه: مدیر کل دفتر امور روستایی در سازمان فنی و حرفه ای کشور
خانم مهندس لیلا ستاری زاده: کارشناس مسئول دفتر مهارتهای پیشرفته در سازمان فنی و حرفه ای کشور
آقای مهندس سورنا ایلداری: کارشناس دفتر طرح و برنامه درسی در سازمان فنی و حرفه ای کشور
آقای دکتر علیرضا طاهرپور: کارشناس مسئول موسسات آموزش آزاد در سازمان فنی و حرفه ای کشور
آقای مهندس رامک فرح آبادی: معاون برنامه ریزی درسی دفتر طرح و برنامه های درسی در سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

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

- پژوهشگاه نیرو
- سازمان انرژی های نو ایران
- ستاد توسعه انرژی های نو
- دانشگاه صنعتی مالک اشتر

فرآیند اصلاح و بازنگری:

- به شرط درخواست ستاد توسعه انرژی های نو
- به شرط درخواست سازمان انرژی های نو ایران
- به شرط درخواست گروه انرژی های نو پژوهشگاه نیرو

آدرس دفتر طرح و برنامه های درسی

تهران - خیابان آزادی، خیابان خوش شمالی، نبش خیابان نصرت، ساختمان شماره ۲، سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور، پلاک

۹۷

تلفن ۹ - ۶۶۵۶۹۹۰۰

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	حامد اصلان نژاد	کارشناسی ارشد	مهندسی شیمی	کارشناس پژوهشی	۵ سال	تلفن ثابت : ۸۸۳۶۱۶۰۱ تلفن همراه : ایمیل : Haslannejad@nri.ac.ir آدرس :
۲	مسعود رضایی	کارشناسی ارشد	مهندسی شیمی			تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۲۴۵۰۰۲۵۵ ایمیل : آدرس :
۳	ایلداری					تلفن ثابت : تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۴	سهیل پیله‌ور	کارشناسی ارشد	مهندسی پلیمر، کامپوزیت	کارشناس پژوهشی	۵ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۵						تلفن ثابت : تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۶						تلفن ثابت : تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۷						تلفن ثابت : تلفن همراه : ایمیل : آدرس :



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 :

نقشه‌ی 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 حرفه‌ای 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 :

موردی 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.



نام استاندارد آموزش شغل :	
اپراتور ساخت لایه کاتد و الکترولیت پیل سوختی	
شرح استاندارد آموزش شغل :	
شناسایی روش ساخت الکتروکاتد و الکترولیت با توجه به نوع عملکرد مورد نیاز و امکانات موجود. تهیه لایه‌های کاتدی و الکترولیت در ابعاد و ضخامت‌های مورد نظر و توجه به کیفیت نهایی لایه و نوع عملکردی آن.	
ویژگی های کارآموز ورودی :	
حداقل میزان تحصیلات : کارشناس ارشد مهندسی مواد- کارشناس ارشد شیمی- کارشناس مهندسی پلیمر حداقل توانایی جسمی و ذهنی : سلامت کامل جسمی و ذهنی مهارت های پیش نیاز :	
طول دوره آموزش :	
طول دوره آموزش :	۲۲۸ ساعت
- زمان آموزش نظری :	۱۳۶ ساعت
- زمان آموزش عملی :	۹۲ ساعت
- زمان کارورزی :	ساعت
- زمان پروژه :	ساعت
بودجه بندی ارزشیابی (به درصد)	
- کتبی :	۲۵٪
- عملی :	۶۵٪
- اخلاق حرفه ای :	۱۰٪
صلاحیت های حرفه ای مربیان :	
کارشناس ارشد سرامیک- کارشناس ارشد مهندسی شیمی- کارشناس ارشد مهندسی پلیمر	



*** تعریف دقیق استاندارد (اصطلاحی) :**

در این استاندارد بایستی تبحر کامل در ساخت لایه‌های الکترولیت و کاتد باشد. این توانایی نباید منحصر به یک روش خاص باشد. فرد باید توانایی در تحلیل نتایج آزمایش‌های انجام گرفته بر روی لایه تهیه شده اعم از مکانیکی، ریزساختاری و شیمیایی را داشته باشد. توانایی در استفاده از تمامی دستگاه‌های ساخت لایه‌های الکترولیت و کاتد از ملزومات است. با اشراف کامل بر روی فرآیند تهیه لایه‌های مورد نظر امکان بهبود و یا تغییر در روش ساخت لایه امکان‌پذیر باشد.

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

Electrolyte and Cathode layer manufacturing operator

*** مهم ترین استانداردها و رشته‌های مرتبط با این استاندارد :**

*** جایگاه استاندارد شغلی از جهت آسیب شناسی و سطح سختی کار :**

- الف : جزو مشاغل عادی و کم آسیب طبق سند و مرجع
- ب : جزو مشاغل نسبتاً سخت طبق سند و مرجع
- ج : جزو مشاغل سخت و زیان آور طبق سند و مرجع
- د : نیاز به استعلام از وزارت کار



استاندارد آموزش شغل / شایستگی^۱

- شایستگی ها / کارها^۲

ردیف	عناوین
۱	ساخت لایه آندی با استفاده از دستگاه ریخته‌گری نواری
۲	ساخت لایه آندی با استفاده از دستگاه پرس تک محوره
۳	ساخت لایه‌های الکترولیت و کاتد با استفاده از دستگاه اسپری
۴	ساخت لایه‌های الکترولیت و کاتد با استفاده از دستگاه اسکرین پرینت
۵	نگهداری لایه ساخته شده
۶	آنالیز لایه تهیه شده با استفاده از XRD و SEM و روش چهار نقطه‌ای ^۳
۷	تحلیل آنالیزهای انجام شده بر روی ، بهبود و اصلاح روش ساخت لایه‌های الکترولیت و کاتد
۸	تعمیر و نگهداری دستگاه تهیه کننده لایه آندی که شامل دستگاه ریخته‌گری نواری و اسپری، اسکرین پرینت و پرس

¹ Occupational / Competency Standard

^۲ Competency / task

^۳ 4-point



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : ساخت لایه آندی با استفاده از دستگاه ریخته‌گری نواری
	جمع	عملی	نظری	
	۲۱	۱۳	۸	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش :
		۳		- روش ریخته‌گری نواری
		۳		- مکانیزم‌های خشک شدن لایه‌ها
		۲		- مکانیزم‌های واکنش لایه ریخته‌گری شده با زیرلایه
				مهارت :
		۱۰		- ریخته‌گری نواری
		۳		- جدا کردن سالم لایه از زیرلایه (بستر ریخته‌گری)
				نگرش :
				- بهبود روش‌های ساخت لایه ریخته‌گری شده
				- افزایش سرعت تهیه لایه ریخته‌گری شده
				ایمنی و بهداشت :
				- استفاده از ماسک و دستکش در حین ساخت لایه‌ها
				-
				توجهات زیست محیطی :
				-
				-



	زمان آموزش			عنوان : ساخت لایه آندی با استفاده از دستگاه پرس تک محوره
	جمع	عملی	نظری	
	۳۲	۷	۲۵	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش :
			۵	- اجزاء و عملکرد پرس
			۱۰	- رفتار پودر پرس شونده در فشارهای مختلف پرس
			۱۰	- طراحی قالب مناسب برای پرس پودر آندی
				مهارت :
		۵		- پرس بدنه آندی مناسب
		۲		- تهیه پودر مناسب جهت پرس (درصد چسب مناسب و نگهداری جهت پیر شدن [□] پودر جهت پرس)
				نگرش :
				- بهبود روش های ساخت الکترولیت و کاتد با توجه به نتایج بدست آمده از آنالیزهای مختلف
				-
			ایمنی و بهداشت :	
			- استفاده از ماسک و دستکش	
			- رعایت نکات ایمنی در حین کار با دستگاه پرس	
			توجهات زیست محیطی :	
			-	
			-	



	زمان آموزش			عنوان : ساخت لایه الکترولیت و کاتد با استفاده از دستگاه اسپری
	جمع	عملی	نظری	
	۲۱	۹	۱۲	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش :
			۵	- دستگاه اسپری (شامل محفظه اسپری و کمپرسور)
			۳	- روش صحیح اسپری دستی جهت ساخت لایه یکنواخت
			۲	- طرز تهیه سوسپانسیون مناسب برای اسپری
			۲	- نگهداری مناسب سوسپانسیون و جلوگیری از رسوب پودر
			۲	- آندی قبل و در حین اسپری
				مهارت :
		۵		- استفاده از اسپری
		۲		- استفاده از اولتراسونیک برای هموژن کردن سوسپانسیون
		۲		آندی
				- دقت کافی در حین اسپری جهت ساخت لایه آندی با یکنواختی مناسب
				نگرش :
			-	
			-	
			ایمنی و بهداشت :	
			- استفاده از ماسک و دستکش در حین اسپری	
			- توجه به نکات ایمنی در حین کار با کمپرسور و بازدید دوره‌ای کمپرسور	
			توجهات زیست محیطی :	
			-	



	زمان آموزش			عنوان : ساخت لایه الکترولیت و کاتد با استفاده از دستگاه اسکرین پرینت
	جمع	عملی	نظری	
	۳۱	۱۴	۱۷	
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش :
			۱۰	- دستگاه اسکرین پرینت و تجهیزات جانبی آن شامل اسکرین، اسکویجی و کمپرسور
			۵	- روش پوشش دهی اسکرین پرینت شامل کنترل زاویه مؤثر و فشار لازم برای پرینت
			۲	- مدت زمان لازم برای هم سطح شدن لایه
				مهارت :
		۱۰		- استفاده از دستگاه اسکرین پرینت
		۲		- آماده سازی زیر لایه برای پرینتینگ
		۲		- خشک کردن لایه به صورت یکنواخت پس از هم سطحی لایه
				نگرش :
				- تحلیل دقیق نتایج با استفاده از نرم افزارها و مقایسه با تئوری های موجود
			-	
			ایمنی و بهداشت :	
			- استفاده از ماسک و دستکش	
			- رعایت نکات ایمنی در حین استفاده از دستگاه اسکرین پرینت	
			توجهات زیست محیطی :	
			-	



	زمان آموزش			عنوان : نگهداری لایه ساخته شده
	جمع	عملی	نظری	
	۱۳	۳	۱۰	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش :
			۳	- مکانیزم تبخیر مواد الکلی از لایه آندی
			۳	- واکنش های انجام شده در لایه خام آندی در کوتاه مدت
			۳	- واکنش های انجام شده در لایه خام آندی در بلندمدت
			۱	- clean room جهت نگهداری و انبار لایه آند برای کاهش آلودگی این لایه توسط محیط اطراف
				مهارت :
		۱		- کار با خشک کن
		۱		- جدا کردن لایه آندی ریخته گری شده از زیر لایه دستگاه ریخته گری
		۱		- در برش لایه های ریخته گری شده
				نگرش :
			-	
			ایمنی و بهداشت :	
			- نگهداری لایه های آندی باید در محیط با فیلتراسیون هوا انجام پذیرد و مانع تبخیر الکل در محیط کارگاه و آزمایشگاه شد	
			-	
			توجهات زیست محیطی :	
			-	



	زمان آموزش			عنوان : روش‌های آنالیز لایه تهیه شده با استفاده از XRD, SEM و روش چهارنقطه‌ای
	جمع	عملی	نظری	
	۶۰	۲۰	۴۰	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش :
			۱۵	- روش تعیین ساختاری XRD و تحلیل دیاگرام‌های ساختاری و عنصری
			۱۰	- آنالیز سطحی و برش عرضی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
			۱۵	- روش شناسایی خواص الکتروشیمیایی تست چهارنقطه‌ای
				مهارت :
		۱۰		- استفاده از کارت‌های استاندارد XRD جهت تعیین فازها و مقدار آنها
		۵		- کار با نرم افزارهای جداکننده فازها در تصویر میکروسکوپ SEM
		۵		- ساخت set up برای انجام تست چهارنقطه‌ای دما بالا
				نگرش :
				-تحلیل دقیق نتایج با استفاده از نرم افزارها و مقایسه با تئوری‌های موجود -
			ایمنی و بهداشت :	
			-	
			توجهات زیست محیطی :	



- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : تحلیل آنالیزهای انجام شده بر روی لایه‌های ساخته شده، بهبود و اصلاح روش ساخت لایه‌ها
	جمع	عملی	نظری	
	۳۸	۱۶	۲۲	
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش :
			۶	- نرم افزارهای تحلیل نتایج SEM شامل image analyzer
			۷	- روش‌های عددی و رسم داده‌ها و توزیع
			۷	- جداول مواد آنالیز XRD
			۲	- مکانیزم تست ارشمیدس
				مهارت :
		۹		- استفاده از داده‌های SEM و XRD و تبدیل آنها به نمودار
		۲		- انجام تست ارشمیدس و تعیین تخلخل لایه متخلخل
		۵		- انجام تست‌های DMA برای تعیین میزان تغییر فرم
				نگرش :
			-	
			-	
			ایمنی و بهداشت :	
			- استفاده از ماسک و دستکش حین کار با لایه‌ها	
			توجهات زیست محیطی :	
			-	



	زمان آموزش			عنوان : تعمیر و نگهداری دستگاه‌های ساخت لایه
	جمع	عملی	نظری	
	۱۲	۱۰	۲	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش :
			۱	- کلیات دستگاه‌های ساخت لایه‌ها
			۱	- روش‌های بازبینی و سرویس دستگاهها
				مهارت :
		۳		- سرویس و شستشوی دستگاه ریخته‌گری نواری
		۲		- سرویس دستگاه اسکرین پرینت و سرویس کمپرسور دستگاه اسکرین پرینت
		۲		- شستشوی محفظه اسپری از آلودگی‌ها و سرویس کمپرسور دستگاه اسکرین پرینت
		۲		- سرویس و تغییر قطعات پوشش‌دهی چرخشی و روغن کاری قطعات چرخنده آن
				نگرش :
				- -
			ایمنی و بهداشت :	
			- استفاده از ماسک و دستکش حین سرویس و شستشوی دستگاهها	
			توجهات زیست محیطی :	
			-	



- برگه استاندارد تجهیزات

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	بالمیل			برای مخلوط کردن مواد با دیگر ترکیبات
۲	کوره			در ابعاد و دماهای کاری مختلف برای ساخت لایه‌های بکار رفته در SOFC
۳	دستگاه ریخته‌گری نواری			ساخت لایه‌های بکار رفته در SOFC
۴	دستگاه اسکرین پرینت			ساخت لایه‌های بکار رفته در SOFC
۵	آون			خشک کن تجهیزات و مواد و لایه‌ها
۶	اولتراسونیک			برای هموژن کردن مخلوطها
۷	مگنت و هات پلیت			برای هموژن کردن مخلوطها
۸	اسپری از نوع سایه‌پاش			برای پوشش دادن لایه‌ها بر روی سطوح مورد نظر
۹	شیکر			برای هموژن کردن مخلوطها
۱۰	تخلخل سنج جیوه‌ای			
۱۱	XRD			برای مطالعه فازهای موجود در هر ترکیب
۱۲	میکروسکوپ الکترونی روبشی			برای مشاهده ریزساختاری مواد
۱۳	میکروسکوپ استریو			
۱۴	پرس تک محوره			
۱۵	پرس سرد هیدروستاتیک (CIP)			برای تهیه بدنه‌های فشرده شده در تمامی جهات
۱۶	اسپکتروسکوپی الکتروشیمیایی امپدانس			

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	YSZ			به عنوان الکترولیت و بخشی از الکترودها در SOFC
۲	LSM			برای کاربرد در ساخت آند در SOFC
۳	اتانول			حلال در ساخت دوغاب
۴	تولوئن			حلال در ساخت دوغاب
۵	PVB			چسب برای ساخت دوغاب
۶	BBP			پلاستیسایزر برای ساخت دوغاب
۷	Carbon Black			ساخت بدنه‌های متخلخل
۸	اسید شش ظرفیتی حاوی یون پلاتین			برای کاربرد در الکترودهای PEM
۱۰	تریپنئول			حلال بکار رفته در ساخت خمیر مواد در SOFC
۱۱	اتیل سلولز			چسب بکار رفته در ساخت خمیر مواد در SOFC
۱۲	نفیون			الکترولیت در PEM
۱۳	ترکیبات پلی آمید			الکترولیت در PEM

توجه :

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



- برگه استاندارد ابزار

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	کاتر			با ابعاد مورد نیاز
۲	پانچر			
۳	خط کش			
۴	چسب نواری			
۵	قیچی			
۶	میکرومتر			
۷	ورق ریخته‌گری مایلار با پوشش سیلیکونی			

توجه :

- ابزار به ازاء هر سه نفر محاسبه شود .