

بسمه تعالی  
معاونت آموزش  
دفتر طرح و برنامه های درسی

## استاندارد آموزش شغل

# عنوان آموزش شغل

سرپرست واحد ساخت و مونتاژ استک پیل سوختی

## گروه شغلی

فن آوری های راهبردی  
(انرژی های تجدیدپذیر)

کد ملی آموزش شغل

۳۱۳۱-۱۰۵-۱۰۰-۱

تاریخ تدوین استاندارد: ۹۳/۴/۱



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

کد ملی شناسایی آموزش شغل : ۱-۱۰۰-۱۰۵-۳۱۳۱

### 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 خلج: 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 جوینه: 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

### 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](mailto: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	آرش حق پرست	کارشناس ارشد	مهندسی مکانیک	مدیر گروه انرژی‌های نو- پژوهشگاه نیرو	۱۰ سال	تلفن ثابت : ۸۸۳۶۱۶۰۱ تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۲	حامد اصلا نژاد	کارشناس ارشد	مهندسی شیمی	کارشناس پژوهش- پژوهشگاه نیرو	۵ سال	تلفن ثابت : ۸۸۳۶۱۶۰۱ تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۳	امیر حسین قباد زاده	کارشناس ارشد	مهندسی مواد	کارشناس پژوهش- پژوهشگاه نیرو	۵ سال	تلفن ثابت : ۸۸۳۶۱۶۰۱ تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۴	حامد محبی	کارشناس ارشد	مهندسی مواد	کارشناس پژوهش- پژوهشگاه نیرو	۵ سال	تلفن ثابت : ۸۸۳۶۱۶۰۱ 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 :**

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 شغل :</b>	
<b>سرپرست واحد ساخت و مونتاژ استک پیل سوختی</b>	
<b>شرح استاندارد آموزش شغل :</b>	
نظارت بر کلیه فعالیتهای انجام شده در واحد ساخت و اسمبلینگ اعم از پروسه ساخت زیر لایه آندی- الکترولیت و کاتد، ساخت صفحات اتصال دهنده، کانکتورهای جریان الکتریکی و گازی، نظارت بر پروسه اسمبلینگ استک. نظارت بر اجرای درست استانداردهای مربوط به هر مرحله، شناخت مشکلات و ارائه راهکار برای حل آنها	
<b>ویژگی های کارآموز ورودی :</b>	
حداقل میزان تحصیلات : کارشناس ارشد مهندسی مواد- مهندسی شیمی- مهندسی مکانیک حداقل توانایی جسمی و ذهنی : سلامت کامل جسمی و ذهنی مهارت های پیش نیاز :	
<b>طول دوره آموزش :</b>	
طول دوره آموزش	: ۴۷۱ ساعت
- زمان آموزش نظری	: ۱۷۳ ساعت
- زمان آموزش عملی	: ۲۴۸ 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>	
فوق لیسانس موادگرایش سرامیک (با حداقل تجربه ۵ سال در زمینه پیل سوختی) فوق لیسانس مهندسی پلیمر (با حداقل تجربه ۵ سال در زمینه پیل سوختی) فوق لیسانس مهندسی مکانیک ( با حداقل ۵ سال سابقه در زمینه پیل سوختی) فوق لیسانس مهندسی شیمی ( با حداقل ۵ سال سابقه در زمینه پیل سوختی)	



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

توانایی در شناخت مواد مصرفی در ساخت سل‌های پیل سوختی و همچنین دیگر قطعات آنها با توجه به نوع کارائی آنها از ملزومات می‌باشد. شناخت کافی از کلیه اجزای استک و رفع ایرادات احتمالی در پروسه ساخت و اسمبل با ارائه راهکارهای لازم

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

**Fuel cell fabrication and assembling engineer**

**\* مهم ترین استانداردها و رشته های 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<sup>1</sup>

### – شایستگی ها / کارها<sup>2</sup>

ردیف	عناوین
1	انجام مراحل ساخت سل پیل سوختی
2	انجام تست های لازم برای کنترل کیفی فرایند ساخت سل
3	بررسی و تحلیل و ارائه راهکار برای حل مشکلات احتمالی حین فرایند ساخت
4	انجام کلیه امور مربوط به ساخت و اعمال لایه آبیندی
5	انجام تست کنترل کیفی آبیندی
6	انجام امور مونتاژ استک

<sup>1</sup>. Occupational / Competency Standard

<sup>2</sup>. Competency / task



## استاندارد آموزش - برگی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			<b>عنوان :</b> انجام مراحل ساخت سل پیل سوختی	
	جمع	عملی	نظری		
	۱۴۹	۱۱۰	۳۹		
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط				
این بخش از آموزش نیاز با مراجعه به آزمایشگاه پیل سوختی دارد			۱۱	دانش : - مواد لازم برای ساخت پیل سوختی	
			۸	- روش‌های ساخت برای انتخاب مواد مورد نیاز با توجه به نوع فرآیند ساخت	
			۵	- فرایند زینترینگ مواد	
			۱۵	- ترکیب دوغاب لایه ها	
				مهارت :	
		۳۰		- ساخت لایه های پیل سوختی	
		۲۵		- سنتز بخشی از مواد ( آموزش روش سنتز مواد رایج)	
		۵۵		- زینتر لایه ها	
		نگرش : - با توجه به زمان و بودجه بهترین انتخاب شود. - توجه به اینکه مواد مصرفی به روز می‌شوند مطالعه در مورد محصولات جدید باید انجام پذیرد.			
		ایمنی و بهداشت : - مواد مصرفی تا حد امکان در حالت خام و پس از فرآوری بدون ضرر باشد. -			
	توجهات زیست محیطی : - در صورت امکان مواد مصرفی و روش‌های ساخت دوستدار محیط زیست باشد.				





**استاندارد آموزش**  
**- برگه‌ی تحلیل آموزش**

	زمان آموزش			عنوان : انجام تست های لازم برای کنترل کیفی فرایند ساخت سل
	جمع	عملی	نظری	
	۶۰	۱۷	۴۳	
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش :
			۳۲	- انواع آنالیزهای حرارتی، فازی و ریزساختار
			۱۱	- اصول بکار رفته در مکانیزم آنالیز برای تعیین روش مؤثر در آنالیز مواد و قطعات مورد بررسی
				مهارت :
		۷		- تهیه نمونه استاندارد برای آنالیز مورد نظر
		۱۰		- استفاده از هر دستگاه آنالیز مذکور
				نگرش :
				-علاقه به یادگیری در روش‌های نوین آنالیز
				ایمنی و بهداشت :
				- مسائل مربوط به ایمنی مواد مورد استفاده مطالعه و رعایت گردد.
			توجهات زیست محیطی :	
			-مواد اضافی و مصرفی بدرستی دفع گردد.	



## استاندارد آموزش - برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			<b>عنوان :</b> بررسی و تحلیل و ارائه راهکار برای حل مشکلات احتمالی حین فرایند ساخت	
	جمع	عملی	نظری		
	۶۵	۱۹	۴۶		
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط				
در هر زمینه نیاز به مراجعه به آزمایشگاه مربوطه می باشد				<b>دانش :</b> - فرآیندهای رخ داده در طی هر آنالیز - مشکلات موجود در ریزساختار سرامیکی - دوغاب مناسب برای شروع لایه نشانی - بررسی ساختار لایه ها بعد از فرایند زینترینگ	
			۷		
			۶		
			۲۵		
			۸		
				<b>مهارت :</b> - کار با میکروسکوپ الکترونی و استریو - تست تخلخل سنجی - تست نشتی الکترولیت	
		۷			
		۸			
		۴			
		<b>نگرش :</b> - علاقه به یافتن ارتباط مابین آنالیزهای انجام شده با طبیعت موارد تست شده برای بهبود کارایی موارد مورد نظر			
		<b>ایمنی و بهداشت :</b> - رعایت اصول ایمنی لازم در انجام هر تست			
		<b>توجهات زیست محیطی :</b> - عدم دور ریز موادی که برای طبیعت مضر هستند.			



**استاندارد آموزش**  
**- برگه‌ی تحلیل آموزش**

	زمان آموزش				
	جمع	عملی	نظری		
	۳۷	۲۲	۱۵		
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی				دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط	
انواع لایه های آببندی مورد استفاده در استک پیل سوختی اکسید جامد و پلیمری				دانش : - مواد مورد استفاده در لایه آببندی پیل سوختی پلیمری - مواد مورد استفاده در لایه آببندی پیل سوختی اکسید جامد - روش اعمال لایه آببندی در پیل سوختی اکسید جامد	
			۵	مهارت : - ترکیب دوغاب ساخت لایه آببندی - اعمال لایه آببندی و انجام فرایند زینترینگ - برش و جاگذاری لایه های آببندی	
			۵		
			۵		
		۶			
		۱۱			
		۵			
					نگرش : - دقت کافی در ساخت و اعمال لایه ها
					ایمنی و بهداشت : - رعایت موارد ایمنی کار با حلالهای مورد استفاده در ساخت لایه ها
					توجهات زیست محیطی : - جمع آوری اضافات لایه آببندی برای بازیافت



**استاندارد آموزش**  
**– برگه‌ی تحلیل آموزش**

	زمان آموزش			عنوان : انجام تست کنترل کیفی آبندی
	جمع	عملی	نظری	
	۵۵	۴۰	۱۵	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
دستگاه تست آبندی فشار سنج کپسول گاز آرگون				دانش :
			۵	- مواد آبندی مورد استفاده
			۱۰	- اصول تست آبندی
				مهارت :
		۲۰		- انجام تست پایداری آبندی
		۱۰		- بررسی وضعیت لایه آبنده بعد از تست
		۱۰		- ارائه راهکار برای بهبود وضعیت آبندی
				نگرش :
				- پیگیری در یافتن روش‌های جدید و کارآمد
				ایمنی و بهداشت :
			- رعایت نکات ایمنی در سنتز از جمله استفاده از محافظ و کار در اتاق‌های مخصوص و پاک	
			- توجه به مواد اولیه از لحاظ میزان مسمومیت و خوردگی و حساسیت‌زا بودن	
			توجهات زیست محیطی :	
			- استفاده از گازهای بی اثر تا حد امکان برای تست آبندی	



استاندارد آموزش  
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان: انجام امور مربوط مونتاژ استک
	نظری	عملی	جمع	
	۱۵	۴۰	۵۵	
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
مراجع به آزمایشگاه مونتاژ پیل سوختی				دانش:
			۵	- قطعات تشکیل دهنده استک پیل سوختی
			۵	- آزمایشات لازم در حین اسمبلینگ استک
			۵	- بخشهای جانبی متصل به استک
				مهارت:
		۱۰		- اسمبل سل در فریم
		۱۰		- قرارگیری صحیح آبندی و طبقات استک بروی هم
		۲۰		- اتصال قطعات جانبی استک
				نگرش:
				- دقت در قرارگیری صحیح طبقات و رعایت جهات لازم در قرارگیری قطعات و اتصالات
			ایمنی و بهداشت:	
			- استفاده از ابزار ایمنی در حین کار	
			توجهات زیست محیطی:	
			- جمع آوری ضایعات در حین فرایند اسمبلینگ	



– 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

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	NiO			برای کاربرد در ساخت آند در SOFC
۳	LSM			برای کاربرد در ساخت کاتد در SOFC
۴	مش نیکلی			به عنوان جمع کننده جریان در SFOC
۵	مش نقره			به عنوان جمع کننده جریان در SFOC
۶	خمیر نیکلی			به عنوان اتصال دهنده جریان در SFOC
۷	خمیر LSM			به عنوان اتصال دهنده جریان در SFOC
۸	سیم‌های نقره			انتقال دهنده جریان از سل به مصرف کننده خارجی
۹	صفحات CroFer			اینترکانکت در SOFC
۱۰	MEA			الکترولیت در PEM
۱۱	صفحات کربنی			الکتروود در PEM
۱۲	اسپینل منگنز کبالت			پوشش اینترکانکت‌های دما بالا
۱۳	شیشه‌های آبد			آبد دما بالا
۱۴	مش‌های مس پوشش داده شده با طلا			جمع کننده جریان در PEM
۱۵	اتانول			حلال در ساخت دوغاب
۱۶	تولوئن			حلال در ساخت دوغاب
۱۷	PVB			چسب برای ساخت دوغاب
۱۸	BBP			پلاستی سایزر برای ساخت دوغاب
۱۹	Carbon Black			ساخت بدنه‌های متخلخل
۲۰	اسید شش ظرفیتی حاوی یون پلاتین			برای کاربرد در الکترودهای PEM
۲۱	تریپتئول			حلال بکار رفته در ساخت خمیر مواد در SOFC
۲۲	اتیل سلولز			چسب بکار رفته در ساخت خمیر مواد در SOFC

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	ترازو			در مش‌های مختلف جهت دانه‌بندی برای خردایش و مخلوط کردن مواد
۲	الک			
۳	هاون			
۴	لوله‌های آزمایشگاهی			
۵	بورت			
۶	ارلن			
۷	بشر			
۸	بالن ژوژه			
۹	استوانه مدرج			
۱۰	پلیت‌های سرامیکی			
۱۱	فیلم کش پلیمری			
۱۲	هود			

توجه :

– ابزار به ازاء هر سه نفر محاسبه شود .