

معاونت پژوهش، برنامه‌ریزی و سنجش مهارت
دفتر پژوهش، طرح و برنامه‌ریزی درسی

استاندارد آموزش شغل

اپراتور ساخت سل پیل سوختی اکسید

جامد

گروه شغلی فناوری انرژی

گروه شغلی

فناوری انرژی های نو و تجدید پذیر

کد ملی آموزش شغل

۲	۱	۴	۵	۴	۰	۰	۷	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۱
ISCO-۰۸				سطح مهارت	شناسه گروه			شناسه شغل			شناسه شایستگی			نسخه

۱-۴۳۱-۵۰۱-۱۳۱۳

تاریخ تدوین استاندارد: ۹۳/۴/۱



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

کد ملی شناسایی آموزش شغل : ۱-۱۴۲-۱۰۵-۳۱۳۱

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 ۴ 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 ایران

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 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	آرش حق پرست	کارشناس ارشد	مهندسی مکانیک	مدیر گروه انرژی‌های نو- پژوهشگاه نیرو	۱۰ سال	تلفن ثابت : ۸۸۳۶۱۶۰۱ تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۲	حامد اصلان‌نژاد	کارشناس ارشد	مهندسی شیمی	کارشناس پژوهش- پژوهشگاه نیرو	۵ سال	تلفن ثابت : ۸۸۳۶۱۶۰۱ تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۲	امیر حسین قباد زاده	کارشناس ارشد	مهندسی مواد	کارشناس پژوهش- پژوهشگاه نیرو	۵ سال	تلفن ثابت : ۸۸۳۶۱۵۰۱ تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۳	امیر حسین حاج علیرضایی	کارشناس ارشد	مهندسی شیمی	کارشناس پژوهش- پژوهشگاه نیرو	۳ سال	تلفن ثابت : ۸۸۳۶۱۵۰۱ تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۴	مریم محتجب	کارشناس ارشد	مهندسی مکانیک	کارشناس پژوهش- پژوهشگاه نیرو	۳ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۵	حامد محبی	کارشناس ارشد	مهندسی مواد	کارشناس پژوهش- پژوهشگاه نیرو	۵ سال	تلفن ثابت : ۸۸۰۷۹۴۰۱ تلفن همراه : ایمیل : آدرس :
۶						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:

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.



نام استاندارد آموزش شغل	
اپراتور ساخت سل پیل سوختی اکسید جامد	
شرح استاندارد آموزش شغل	
شناسایی روش ساخت الکتروود کاتد و الکترولیت با توجه به نوع عملکرد مورد نیاز و امکانات موجود. تهیه لایه های کاتدی و الکترولیت در ابعاد و ضخامت های 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	: ۳۰۹ ساعت
- زمان آموزش نظری	: ۱۶۳ ساعت
- زمان آموزش عملی	: ۱۴۶ 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) :**

Solid oxide fuel cell 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 / شایستگی¹

- شایستگی ها / کارها²

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	توانایی نگهداری لایه ساخته شده
۶	آنالیز لایه تهیه شده با استفاده از XRD و SEM و روش چهار نقطه‌ای ³
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

² Competency / task

³ 4-point



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : ساخت لایه آندی با استفاده از دستگاه ریخته‌گری نواری
	جمع	عملی	نظری	
	۳۳	۱۳	۲۰	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
دستگاه ریخته‌گری نواری روپوش آزمایشگاهی				دانش :
			۱۰	- روش ریخته‌گری نواری
			۵	- مکانیزم‌های خشک شدن لایه‌ها
			۵	- 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	
	۵۰	۲۵	۲۵	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
دستگاه پرس تک محوره				دانش :
			۵	- اجزاء و عملکرد پرس
			۱۰	- رفتار پودر پرس شونده در فشارهای مختلف پرس
			۱۰	- طراحی قالب مناسب برای پرس پودر آندی
				مهارت :
		۲۰		- پرس بدنه آندی مناسب
		۵		- تهیه پودر مناسب جهت پرس (درصد چسب مناسب و نگهداری جهت پیر شدن پودر جهت پرس)
				نگرش :
				- بهبود روش‌های 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	
	۲۹	۱۷	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) - روش صحیح اسپری دستی جهت ساخت لایه یکنواخت
			۳	- طرز تهیه سوسپانسیون مناسب برای اسپری
			۲	- نگهداری مناسب سوسپانسیون و جلوگیری از رسوب پودر
			۲	آندی قبل و در حین اسپری
				مهارت :
		۱۰		- استفاده از اسپری
		۲		- استفاده از اولتراسونیک برای هموژن کردن سوسپانسیون
		۵		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 :
	جمع	عملی	نظری	
	۶۴	۳۲	۳۲	
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، اسکوییچی و کمپرسور
			۲۰	- روش پوشش دهی اسکرین پرینت شامل کنترل زاویه مؤثر و فشار لازم برای پرینت
			۲	- مدت زمان لازم برای هم سطح شدن لایه
				مهارت :
		۲۵		- استفاده دستگاه اسکرین پرینت
		۲		- آماده سازی زیر لایه برای پرینتینگ
		۵		- 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	
	۲۳	۱۳	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	- واکنش‌های انجام شده در لایه خام آندی در کوتاه‌مدت
			۳	- واکنش‌های 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 :
		۵		- کار با خشک کن
		۵		- جدا کردن لایه آندی ریخته‌گری شده از زیر لایه دستگاه ریخته‌گری
		۳		- برش لایه‌های ریخته‌گری شده
				نگرش :
			-	
			ایمنی و بهداشت :	
			- نگهداری لایه‌های 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 : روش های آنالیز لایه تهیه شده با استفاده از SEM، XRD و روش چهارنقطه ای
	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 دیاگرام های ساختاری و عنصری
			۱۰	- آنالیز سطحی و برش عرضی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
			۱۵	- روش شناسایی خواص الکتروشیمیایی تست چهارنقطه ای
				مهارت :
		۱۰		- استفاده از کارت های 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 چهارنقطه ای دما بالا
				نگرش :
				-تحلیل دقیق نتایج با استفاده از نرم افزارها و مقایسه با تئوری های 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 : توانایی 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			
				دانش :
			۱	- دستگاه‌های ساخت لایه‌ها
			۱	- روش‌های بازبینی و سرویس دستگاهها
				مهارت :
		۳		- سرویس و شستشوی دستگاه ریخته‌گری نواری
		۲		- سرویس دستگاه اسکرین‌پرینت و سرویس کمپرسور دستگاه اسکرین‌پرینت
		۲		- شستشوی محفظه اسپری از آلودگی‌ها و سرویس کمپرسور دستگاه اسکرین‌پرینت
		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 اسکرین‌پرینت			ساخت لایه‌های بکار رفته در SOFC
۵	اُون			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	تریپتئول			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 .