



سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور



جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی

بسمه تعالی

معاونت آموزش

دفتر طرح و برنامه های درسی

استاندارد آموزش شغل

کارور سیستم لایه نشانی تبخیر حرارتی

گروه فناوری نانو

کد ملی آموزش شغل

۳۱۱۷-۹۵-۰۰۳-۱

تاریخ تدوین استاندارد: ۱۳۹۴/۰۲/۱



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

کد ملی شناسایی آموزش شغل : ۱-۳-۰۳-۹۵-۳۱۱۷

اعضاء کمیسیون تخصصی برنامه ریزی درسی رشته فناوری نانو :

علی موسوی

محمد رضا سیابانی

سید نورالدین موسوی

رامک فرح آبادی

لیلا فرهادی راد

بینا بهمنیار باروق

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

-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	امیر لطفی کلجاهی	کارشناسی ارشد	فیزیک	پژوهشگر و مدیرعامل شرکت رایا نانو صنعت ارس	۴ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : +۹۱۴۱۰۱۶۲۹۹ ایمیل : amir.lotfi.k@gmail.com آدرس :
۲	علی محمدی سفیدان	کارشناسی ارشد	مهندسی مکانیک	مربی	۲ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : +۹۱۴۷۳۷۰۷۱۶ ایمیل : ams.۱۳۶۷@yahoo.com آدرس :
۳	روزبه جعفری	کارشناسی ارشد	مهندسی نانو الکترونیک	مربی	۳ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : +۹۱۴۱۰۶۸۶۷۵ ایمیل : rzbhjafari@gmail.com آدرس :
۴	بیبا بهمنیار باروق	کارشناسی	مهندسی مواد	مسئول گروه برنامه ریزی درسی فناوری نانو	۹ سال	تلفن ثابت : +۲۱-۶۶۵۶۹۹۰۰ تلفن همراه : ایمیل : آدرس : دفتر طرح و برنامه های درسی
						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.



نام استاندارد آموزش شغل :	
کارور سیستم لایه نشانی تبخیر حرارتی	
شرح استاندارد آموزش شغل:	
کارور سیستم لایه نشانی تبخیر حرارتی از مشاغل حوزه فناوری نانو بوده و شایستگی های از قبیل راه اندازی دستگاه، آماده سازی زیرلایه، تهیه لایه نازک در ضخامت های مورد نیاز را دارد. و با فن ورز سیستم های لایه نشانی در ارتباط می باشد.	
ویژگی های کارآموز ورودی :	
حداقل میزان تحصیلات : فوق دیپلم فنی (متالورژی، مکانیک و الکترونیک)، شیمی و فیزیک حداقل توانایی جسمی و ذهنی : سلامت کامل جسمی، ذهنی مهارت های پیش نیاز : ندارد	
طول دوره آموزش :	
طول دوره آموزش	: ۷۴ ساعت
- زمان آموزش نظری	: ۲۰ ساعت
- زمان آموزش عملی	: ۵۴ 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 :	
- دارا بودن مدرک کارشناسی در رشته مواد، شیمی، مکانیک، الکترونیک و فیزیک با ۲ سال سابقه کار مرتبط	



* تعریف دقیق استاندارد (اصطلاحی) :

لایه نشانی تبخیر حرارتی روشی رایج در علوم و مهندسی است که برای ایجاد پوشش هایی با کیفیت بالا مورد استفاده قرار می گیرد. این روش جزء روش های لایه نشانی فیزیکی بخار (- Physical Vapor Deposition (PVD) محسوب می شود. لایه نشانی فیزیکی بخار نیز به نوبه خود جزء روش های لایه نشانی در خلا به شمار می آید. لایه نشانی به روش تبخیر حرارتی فرآیندی است که در محیط خلاء و به کمک اعمال جریان الکتریکی برای تبخیر ماده منبع صورت می گیرد و هدایت و انتقال ماده تبخیر شده به سمت زیرلایه بر اساس اختلاف فشار میان محلی که ماده منبع و زیرلایه قرار دارد، اتفاق می افتد. این روش لایه نشانی یکی از رایج ترین انواع لایه نشانی ها در ساخت لایه های نازک به شمار می رود. پارامترهایی که در این نوع لایه نشانی بایستی کنترل شوند، فشار محفظه و دمای بوته ای است که ماده منبع در آن قرار می گیرد. در این روش، ماده منبع که به عنوان پوشش استفاده می شود (مانند یک قطعه فلز) در یک ظرف (بوته) که با نام قایقک نیز شناخته می شود و از جنس فلزات مقاوم است، قرار می گیرد. با عبور جریان برق از قایقک یا بوته و داغ شدن ماده مورد نظر به عنوان ماده منبع و تبخیر آن در محیط خلاء، به دلیل اختلاف فشاری که بین محل بوته و محل زیرلایه وجود دارد، یک لایه بسیار نازک بر روی زیرلایه قرار می گیرد.

* اصطلاح انگلیسی استاندارد (و اصطلاحات مشابه جهانی) :

-Thermal evaporation coating machine operator

* مهم ترین استانداردها و رشته های مرتبط با این استاندارد :

فن ورز سیستم های لایه نشانی

* 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 ها

ردیف	عناوین
۱	راه اندازی دستگاه لایه نشانی تبخیر حرارتی
۲	آماده سازی زیر لایه
۳	لایه نشانی تبخیر حرارتی



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۱۰	۶	۴	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
وسایل کمک آموزشی				- انواع دستگاه لایه نشانی تبخیر حرارتی و کاربردهای آن
کپسول آتشنشانی				-بخش های مختلف دستگاه لایه نشانی تبخیر حرارتی
جعبه کمک های اولیه				-انواع پورت (ورودی پمپ خلا و تغذیه الکتریکی، خنک کننده) و نحوه اتصال آن ها
وایت برد				-نحوه راه اندازی دستگاه
ماژیک وایت برد				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
نوشت افزار				مهارت :
دستگاه لایه نشانی با تمام متعلقات				-رعایت موارد ایمنی
لباس کار				- اتصال پمپ خلا و تست سالم بودن پمپ
دستکش				- راه اندازی دستگاه
کفش مخصوص آزمایشگاه				نگرش :
				-دقت در انجام کار
				-پیروی از دستورالعمل ها
				-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
				-درک استفاده بهینه از انرژی



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : راه اندازی دستگاه لایه نشانی تبخیر حرارتی
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	ایمنی و بهداشت : - رعایت اصول ارگونومی - رعایت موارد ایمنی هنگام نصب پورت ها و راه اندازی - استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه)			
	توجهات زیست محیطی : - آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی			



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۹	۶	۳	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
وسایل کمک آموزشی				-انواع زیرلایه و ویژگی آن‌ها
کپسول آتشنشانی				-تاثیر آلودگی زیرلایه بر کیفیت لایه
جعبه کمک های اولیه				-اصول و روش های آماده سازی زیرلایه
وایت برد				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
ماژیک وایت برد				مهارت :
نوشت افزار				-رعایت موارد ایمنی
انواع ویفر				- آماده سازی زیرلایه
حمام التراسونیک				نگرش :
انواع حلال های شیمیایی				-دقت در انجام کار
لباس کار				-پیروی از دستورالعمل ها
دستکش				-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
کفش مخصوص آزمایشگاه				-درک استفاده بهینه از انرژی



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : آماده سازی زیرلایه
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	ایمنی و بهداشت : - رعایت اصول ارگونومی - رعایت موارد ایمنی هنگام نصب پورت ها و راه اندازی - استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه)			
	توجهات زیست محیطی : - آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی - نصب صحیح پورت فاضلاب جهت جلوگیری از آلودگی محیط زیست			



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۵۲	۴۰	۱۲	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			لایه نشانی تبخیر حرارتی
رایانه وسایل کمک آموزشی کپسول آتشنشانی جعبه کمک های اولیه واپت برد ماژیک واپت برد نوشت افزار ترازوی دیجیتال انواع محلول شیمیایی دستگاه لایه نشانی با تمام متعلقات لباس کار دستکش ایمنی کفش مخصوص آزمایشگاه ماسک				دانش : - مکانیسم رشد لایه نازک و پارامترهای موثر - نحوه تولید انواع لایه های نازک - نحوه کنترل فشار محفظه - نحوه کنترل جریان و ولتاژ - محاسبه دمای بوته - نحوه کنترل ضخامت لایه - محاسبه نرخ لایه نشانی - نحوه قرار دادن زیر لایه بر روی نگه‌دارنده - نحوه تنظیم نگهدارنده و شاتر - نحوه تنظیم ضخامت سنج - اصول تهیه لایه نشانی با خواص مورد نظر با استفاده از پروفایل مناسب - اصول کار با مانیتور دستگاه - اصول تمیز کردن دستگاه بعد از هر کارکرد - عیوب احتمالی دستگاه و نحوه رفع عیوب - الزامات ایمنی هنگام لایه نشانی - اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : لایه نشانی تبخیر حرارتی
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				مهارت :
				- رعایت موارد ایمنی
				- تولید انواع لایه های نازک
				- کنترل فشار محفظه
				- کنترل جریان، ولتاژ و دمای بوته
				- کنترل نرخ لایه نشانی و ضخامت لایه
				- تنظیمات دستگاه
				- وارد کردن پروفایل مورد نظر به دستگاه
				- ثبت و ذخیره اطلاعات
				- تمیز کردن دستگاه
				- رفع عیوب احتمالی
				نگرش :
				- دقت در انجام کار
				- پیروی از دستورالعمل ها
				- استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
				- درک استفاده بهینه از مواد مصرفی و انرژی
				- نوآوری در تهیه لایه نازک
				ایمنی و بهداشت :
				- رعایت اصول ارگونومی
				- رعایت موارد ایمنی هنگام تهیه محلول
				- استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش ایمنی، کفش مخصوص آزمایشگاه و ماسک)
				توجهات زیست محیطی :
				- آراستگی محیط کار
				- مدیریت مصرف مواد مصرفی و انرژی



- برگه استاندارد تجهیزات ، ابزار و مواد مصرفی

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 ₂	۲ عدد	
۴	جعبه کمک های اولیه	با تمام وسایل	۱ جعبه	
۵	دستگاه لایه نشانی تبخیر حرارتی	آموزشی	۵ دستگاه	
۶	دستگاه حمام التراسونیک	آموزشی	۵ دستگاه	
۷	وایت برد	بزرگ	۱ عدد	
۸	ماژیک وایت برد	در رنگ های مختلف	از هر کدام ۱ عدد برای هر دوره	
۹	لباس کار	مخصوص آزمایشگاه	۱ دست برای هر نفر	
۱۰	کفش	مخصوص آزمایشگاه	۱ جفت برای هر نفر	
۱۱	ماسک ایمنی	فیلتر دار	۲ عدد برای هر نفر	
۱۲	دستکش	نخی	۱ جفت برای هر نفر	
۱۳	الکل	خلوص بسیار بالا	۳ لیتر برای هر دوره	
۱۴	استون	خلوص بسیار بالا	۳ لیتر برای هر دوره	
۱۵	ویفر	سیلیکونی، شیشه ای، فلزی و سرامیکی	۲۰ عدد از هر کدام برای هر دوره	

توجه :

- تجهیزات برای یک کارگاه به ظرفیت ۱۵ نفر در نظر گرفته شود .
- مواد به ازاء یک نفر و یک کارگاه به ظرفیت ۱۵ نفر محاسبه شود .
- ابزار به ازاء هر سه 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	مجموعه مقالات سایت باشگاه نانو	باشگاه نانو	-	۱۳۹۱	تهران	کوچک آموز
۲	فیزیک لایه های نازک	لودمیلا اکرثوا	دکتر هادی سوالونی	۱۳۸۵	تهران	مرکز نشر دانشگاهی
۲	مقدمه ای بر فناوری نانو	چارلز پی. پول، فرانک جی. اونسز	نیما تقوی نیا	-	تهران	کوچک آموز

- سایر منابع و محتواهای 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	Principles of Vapor Deposition of Thin Films	۲۰۰۶	K.S Sree Harsha	-	Oxford	Elsevier	
۲	Handbook of Physical Vapor Deposition (PVD) Processing	۲۰۱۰	Donald M. Mattox	-	Oxford	Elsevier	-
۳	Nanofabrication: Principles, Capabilities and Limits	۲۰۰۸	Zheng Cui		New York	Springer	



فهرست سایت های قابل استفاده در آموزش استاندارد

ردیف	عنوان
۱	www.slideshare.net
۲	www.mse.arizona.edu/faculty/birnie/Coatings
۳	www.edu.nano.ir
۴	www.cise.columbia.edu/clean/process/spintheory.pdf
۵	www.nanosun.ir