

معاونت پژوهش، برنامه‌ریزی و سنجش مهارت

دفتر پژوهش، طرح و برنامه‌ریزی درسی

استاندارد آموزش شغل

کارور سیستم لایه‌نشانی به روش

انباشت اتمی

گروه شغلی

فناوری نانو

کد ملی آموزش شغل

3	1	1	7	3	0	9	5	0	0	7	.	0	0	1
ISCO-08				سطح مهارت	شناسه گروه		شناسه شغل			شناسه سایستگی		نسخه		

تاریخ تدوین استاندارد: 1395/12/1

نظارت بر تدوین محتوا و تصویب استاندارد : دفتر پژوهش، طرح و برنامه‌ریزی درسی

کد ملی شناسایی آموزش شغل : 311730950070001

اعضاء کارگروه برنامه‌ریزی درسی : فناوری نانو					
ردیف	نام و نام خانوادگی	آخرین مدرک تحصیلی	رشته تخصصی	شغل و سمت	سابقه کار
1	امیر لطفی کلجاهی	کارشناسی ارشد	فیزیک	پژوهشگر	4 سال
2	مجید امانی	کارشناسی	مهندسی مکانیک	پژوهشگر	2سال
3	وحید لطفی	کارشناس ارشد	شیمی عالی	کارشناس	3سال
4	رضا جلالی	کارشناس ارشد	فیزیک	کارشناس	3 سال
5	علی ضرابی	دکتری	نانو بیوتکنولوژی	استاد دانشگاه	9 سال
6	زهرا میرزاده مدرسی	کارشناس ارشد	مدیریت	مسئول گروه برنامه‌ریزی درسی فناوری نانو	10سال

کلیه حقوق مادی و معنوی این استاندارد متعلق به سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور بوده و هرگونه سوء استفاده مادی و معنوی از آن موجب پیگرد قانونی است.

آدرس: دفتر پژوهش، طرح و برنامه‌ریزی درسی

تهران، خیابان آزادی، نبش خیابان خوش جنوبی، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

تلفن ۶۶۵۸۳۶۲۸

دورنگار ۶۶۵۸۳۶۵۸

آدرس الکترونیکی: rpc@irantvto.ir

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 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 لایه‌نشانی انباشت اتمی	
شرح استاندارد آموزش شغل :	
کارور سیستم لایه‌نشانی انباشت اتمی از مشاغل حوزه فناوری نانو بوده و شایستگی‌های از قبیل راه‌اندازی دستگاه، آماده‌سازی زیرلایه و تهیه لایه نازک، کنترل و بازرسی پوشش مورد نظر را دارد. و با مشاغل حوزه فناوری نانو در ارتباط است.	
ویژگی‌های کارآموز ورودی :	
حداقل میزان تحصیلات : کارشناسی متالورژی، شیمی و فیزیک، نانو فناوری حداقل توانایی جسمی و ذهنی : سلامت کامل جسمی، ذهنی مهارت‌های پیش‌نیاز : ندارد	
طول دوره آموزش :	
طول دوره آموزش	: ۱۳۰ ساعت
- زمان آموزش نظری	: ۲۸ ساعت
- زمان آموزش عملی	: ۱۰۲ ساعت
- زمان کارورزی	: - ساعت
- زمان پروژه	: - ساعت
بودجه بندی ارزشیابی (به درصد)	
- کتبی	: ۲۵%
- عملی	: ۶۵%
- اخلاق حرفه‌ای	: ۱۰%
صلاحیت‌های حرفه‌ای مربیان :	
-دارا بودن مدرک کارشناسی در رشته مواد، شیمی، فیزیک و نانوفناوری با ۲ سال سابقه کار مرتبط	

* تعریف دقیق استاندارد (اصطلاحی) :

تکنیک ALD نوع ویژه‌ای از تکنیک انباشت بخار شیمیایی (CVD) می باشد که در آن همانند CVD پیش‌ماده‌های گازی به محفظه واکنش افزوده می شوند و مواد دلخواه از طریق واکنش های سطحی شیمیایی تشکیل می شوند. ویژگی بارز ALD این است که مواد واکنش گر بطور متناوب و یکی پس از دیگری پالس می شوند و توسط پاک سازی گازی از هم جدا می شوند که این امر مانع از واکنش های فاز گازی می شود، همین امر مهمترین مزیت این تکنیک نسبت به CVD به شمار می رود.

فناوری ALD بدلیل منسجم بودن، یکنواختی و کنترل سطح اتمی فوق العاده کاربردهای مختلفی در تکنولوژی مدرن دارد. بویژه در صنعت میکروالکترونیک، ALD تبدیل به یک تکنولوژی اصلی شده است، دیگر حوزه های علاقمند به تکنولوژی ALD شامل کاربردهای مربوط به انرژی مانند فوتولتاییک، نانوتکنولوژی، فوتونیک و بیوتکنولوژی هستند. از اواسط سال 2000 توجه به ALD در زمینه میکروالکترونیک بر پایه سلیکون، بصورت فزاینده‌ای افزایش یافت. این توجهات ناشی از مشکل غیریکنواخت بودن لایه های مورد استفاده در مدارهای مجتمع (IC) بود که توسط این روش مرتفع گردید. علاوه بر لایه نشانی بر روی زیرلایه‌های تخت، ALD بر روی سطوح متخلخل نیز مورد آزمایش قرار گرفت. همچنین با استفاده از این دستگاه، تولید فیلم های نازک و بسیار منسجم که توانایی کنترل در ضخامت و ترکیب فیلم ها را در لایه های اتمی، امکان پذیر شد.

* اصطلاح انگلیسی استاندارد (و اصطلاحات مشابه جهانی) :

Atomic Layer Deposition Systems Technician

* 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 **O** طبق سند و مرجع
- د : نیاز به استعلام از وزارت کار **R**

استاندارد آموزش شغل

- شایستگی ها

ردیف	عناوین
1	راه اندازی دستگاه
2	آماده سازی زی رلایه
3	لایه نشانی
4	کنترل و بازرسی پوشش نهایی

	زمان آموزش			عنوان : راه اندازی دستگاه
	جمع	عملی	نظری	
	9	3	6	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
پروژکتور				-انواع شیرهای مورد استفاده و کاربرد هر یک
کپسول آشنشانی				-بابلرها و نحوه اتصال آنها
جعبه کمک های اولیه				-گرم کن های بخش پیشماده
واپت برد				-کنترل کننده های جرم و تنظیم آنها
ماژیک واپت برد				-اتصالات خلاء
نوشت افزار				-محفظه واکنش سیستم
لباس کار				-هیترهای محفظه
دستکش				-ترموکوپل های مختلف استفاده شده در دستگاه
کفش مخصوص آزمایشگاه				-اورینگ محفظه
دستگاه ALD				-فشارسنج دستگاه
				-فیلتر تصفیه گاز ورودی به پمپ
				-پمپ دستگاه
				-سیستم تغذیه الکتریکی و کنترلر دستگاه
				-اصول راه اندازی دستگاه
				-اصول ایمنی
				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
				مهارت :
				-رعایت موارد ایمنی
				-تست سالم بودن پمپ خلاء، تعویض روغن پمپ
				-تست نشستی
				-عیب یابی و نحوه برطرف کردن آن
				-تعویض قطعات در صورت نیاز
				-راه اندازی اولیه با توجه به دستورالعمل سازنده دستگاه
				-تعویض محفظه واکنش و متعلقات
				-کنترل فیلتر و تعویض آن در صورت لزوم

	زمان آموزش			عنوان : راه اندازی سیستم
	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"> -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 			
	<p>ایمنی و بهداشت :</p> <ul style="list-style-type: none"> -رعایت اصول ارگونومی -رعایت موارد ایمنی هنگام تهیه محلول -استفاده از وسایل حفاظت فردی(لباس کار، دستکش ایمنی، کفش مخصوص آزمایشگاه و ماسک) 			
	<p>توجهات زیست محیطی :</p> <ul style="list-style-type: none"> -آراستگی محیط کار -مدیریت مصرف مواد مصرفی و انرژی 			

	زمان آموزش			عنوان : آماده سازی زیرلایه
	جمع	عملی	نظری	
	38	32	6	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
کپسول آتشنشانی				-انواع زیر لایه ها و ویژگی آن ها
جعبه کمک های اولیه				-تاثیر آلودگی زیر لایه بر کیفیت لایه
واپت برد				-تاثیر میزان زبری زیر لایه بر لایه نشانی
ماژیک واپت برد				-اصول و روش های آماده سازی زیر لایه
نوشت افزار				-اصول چربی گیری و اکسید زدایی زیر لایه
زیرلایه				- نحوه عملکرد دستگاه التراسونیک
دستگاه التراسونیک				-نحوه خشک کردن
الکل				-نحوه ماسک گذاری
استون				-الزامات ایمنی در خصوص آماده سازی زیر لایه
ماسک بر روی زیرلایه				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
لباس کار				مهارت :
دستکش				-رعایت موارد ایمنی
کفش مخصوص آزمایشگاه				- چربی گیری و اکسید زدایی
				-شست و شوی زیر لایه
				-خشک کردن
				-ماسک گذاری
				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 : 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 - 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			

	زمان آموزش			عنوان : لایه نشانی
	جمع	عملی	نظری	
	35	27	8	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه پروژکتور کپسول آتشنشانی جعبه کمک های اولیه واپت برد ماژیک واپت برد نوشت افزار لباس کار دستکش کفش مخصوص آزمایشگاه دستگاه ALD پیش ماده های گازی و مایع				دانش : -اصول تمیز کردن دستگاه -اصول بارگذاری صحیح زیرلایه -زمان مناسب برای تخلیه زیرلایه - روش تخلیه محفظه -اصول کار با نرم افزار دستگاه -تحقیق در مورد شرایط لایه نشانی پوشش مورد نظر -اصول انتخاب پیش ماده مناسب -اصول قراردادن پیش ماده در بابلر - مفهوم پنجره دمایی -اصول تعیین پروفایل شرایط بهینه برای پوشش مورد نظر -اصول ایمنی -اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
				مهارت : -رعایت موارد ایمنی -تمیز کردن دستگاه -بارگذاری، چینش صحیح و تخلیه زیرلایه - تعیین پروفایل شرایط بهینه برای پوشش مورد نظر -کار با نرم افزار دستگاه - انتخاب پیش ماده مناسب با توجه به شرایط -تعویض پیشماده ها
				نگرش : -دقت در انجام کار -پیروی از دستورالعمل ها -استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار -درک استفاده بهینه از انرژی

	زمان آموزش			عنوان : لایه نشانی
	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 - 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			

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	48	40	8	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش :
				- پارامترهای کنترل نرخ لایه نشانی
				- اصول کنترل دما و فشار محفظه
				- زمان مناسب برای تعویض فیلتر تصفیه
رایانه				- اصول تعیین دمای مناسب برای پیشماده ها
پروژکتور				- اصول تعیین دبی مناسب گاز حامل و پاک کننده
کپسول آتشنشانی				- ضخامت سنجی
جعبه کمک های اولیه				- زبری پوشش نهایی
واپت برد				- عیوب احتمالی دستگاه و نحوه رفع عیوب
ماژیک واپت برد				- اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
نوشت افزار				مهارت :
لباس کار				- رعایت موارد ایمنی
دستکش				- تمیز نمودن دستگاه
کفش مخصوص آزمایشگاه				- راه اندازی مدار الکتریکی دستگاه
دستگاه ALD با تمامی متعلقات				- کار با نرم افزار دستگاه
اسپکتروفتومتر				- کنترل پارامترهای دستگاه
ضخامت سنج				- تست ضخامت سنجی
دستگاه AFM				- بررسی زبری پوشش نهایی با دستگاه AFM
				- رفع عیوب احتمالی دستگاه
				نگرش :
				- دقت در انجام کار
				- پیروی از دستورالعمل ها
				- استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
				- درک استفاده بهینه از انرژی

	زمان آموزش			عنوان : کنترل و بازرسی پوشش نهایی
	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 - 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			

- برگه استاندارد تجهیزات

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	دستگاه لایه نشانی انباشت اتمی ALD	Beneq TFS200	۱ دستگاه	
۲	دستگاه حمام التراسونیک	۳ لیتری مدل E30 H	۱ دستگاه	
۳	اسپکتروفتومتر	اسپکتروفتومتر uv-visible	۱ دستگاه	
۴	ضخامت سنج	Stylus Profilometer	۱ دستگاه	
۵	دستگاه AFM	Multi Model AFM	۱ دستگاه	

توجه :

- تجهیزات برای یک کارگاه به ظرفیت 15 نفر در نظر گرفته شود .

- برگه استاندارد مواد

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
1	الکل	خلوص 99/99	1 لیتر برای هر دوره	
2	استون	خلوص 99/99	1 لیتر برای هر دوره	
3	ویفر	سیلیکونی، شیشه ای، فلزی و سرامیکی	20 عدد از هر کدام برای هر دوره	
4	پیش ماده	H ₂ O , TiCl ₄	100 میلی لیتر از هر کدام	
5	گاز نیتروژن	خلوص 99/99	10 لیتری	
6	نیتروژن مایع	خلوص 99/99	3 لیتری	

توجه :

- مواد به ازاء یک نفر و یک کارگاه به ظرفیت 15 نفر محاسبه شود .

- برگه استاندارد ابزار

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
1	رایانه	کامپیوتر رومیزی ویندوز 7	1 عدد	
2	پروژکتور	MP-CL1 Portable	1 عدد	
3	کپسول آتشنشانی	6 کیلو گرمی کف شیمیایی و CO ₂	2 عدد	
4	جعبه کمک های اولیه	با تمام وسایل	1 جعبه	
7	وایت برد	بزرگ	1 عدد	
8	ماژیک وایت برد	در رنگ های مختلف	از هر کدام 1 عدد برای هر دوره	
9	لباس کار	مخصوص آزمایشگاه	1 دست برای هر نفر	
10	کفش	مخصوص آزمایشگاه	1 جفت برای هر نفر	
11	ماسک ایمنی	فیلتر دار	2 عدد برای هر نفر	
12	دستکش	نخی	1 جفت برای هر نفر	

توجه :

- ابزار به ازاء هر سه نفر محاسبه شود .

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

ردیف	نام کتاب یا جزوه	سال نشر	مolf / مولفین	مترجم / مترجمین	محل نشر	ناشر	توضیحات
1	Atomic Layer Deposition for Semiconductors	2014	Cheol Seong Hwang Cha	-	New York	Springer	-
2	Atomic Layer Deposition Principles, Characteristics, and Nanotechnology Applications	2013	Tommi Kääriäinen, David Cameron, Marja-Leena Kääriäinen,	-	New Jersey	WILEY	-

فهرست سایت های قابل استفاده در آموزش استاندارد

ردیف	عنوان
1	http://beneq.com/atomic-layer-deposition.html