



سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

بسمه تعالی
معاونت آموزش
دفتر طرح و برنامه های درسی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی

استاندارد آموزش شایستگی

تولید نانو ذرات به روش هیدروترمال

گروه

فناوری نانو

کد ملی آموزش شایستگی

۳۱۱۷-۹۵-۰۱۳-۱

تاریخ تدوین استاندارد: ۹۴/۶/۱۵



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

کد ملی شناسایی آموزش شایستگی: ۳۱۱۷-۹۵-۰۱۳-۱

اعضاء کمیسیون تخصصی برنامه ریزی درسی رشته فناوری نانو:

علی موسوی

رامک فرح آبادی

سکینه هاشمی زاده

زهرا میرزاده مدرسی

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

- اداره کل آموزش فنی و حرفه ای استان آذربایجان شرقی

فرآیند اصلاح و بازنگری:

-

-

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

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 ۶۶۵۶۹۹۰۷ - ۶۶۹۴۴۱۲۰

دورنگار ۶۶۹۴۴۱۱۷

آدرس الکترونیکی: Daftar_tarh@irantvto.ir



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	روزبه جعفری	کارشناسی ارشد	مهندسی نانو الکترونیک	مربی	۳ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۱۰۶۸۶۷۵ ایمیل : rzbhjafari@gmail.com
۲	افشین زمانی زکریا	دانشجوی کارشناسی ارشد	مهندسی ساخت و تولید	کارشناس مدعو	۳ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۶۴۲۷۹۳۶ ایمیل : afshin.zamani89@gmail.com
۳	علی محمدی سفیدان	کارشناسی ارشد	مهندسی مکانیک	مربی	۲ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۷۳۷۰۷۱۶ ایمیل : ams.1367@yahoo.com آدرس :
۴	امیر لطفی کلجاهی	کارشناسی ارشد	فیزیک	پژوهشگر و مدیرعامل شرکت رایا نانو صنعت	۴ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۱۰۱۶۲۹۹ ایمیل : amir.lotfi.k@gmail.com
۵	احمد فرهمند	کارشناسی	مهندسی الکترونیک	کارشناس آموزشی		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 :

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 شایستگی^۱ :	
تولید نانو ذرات به روش هیدروترمال	
شرح استاندارد آموزش شایستگی :	
تولید نانوذرات به روش هیدروترمال از شایستگی‌های حوزه فناوری نانو بوده و کارهایی از قبیل تشکیل ماتریس مقایسه، آماده سازی مواد و فرایند تولید نانو ذرات به روش هیدروترمال، اجرای فرایند تولید نانوذرات، آنالیز نانو ذرات تولید شده و تصحیح خطاهای موجود در فرایند تولید و نگهداری نانو ذرات تولید شده را شامل می‌شود.	
ویژگی های کارآموز ورودی:	
حداقل میزان تحصیلات : کاردانی رشته های فنی و علوم پایه مرتبط حداقل توانایی جسمی و ذهنی : سلامت کامل جسمی، ذهنی مهارت های پیش نیاز : ندارد	
طول دوره آموزش :	
طول دوره آموزش	: ۱۱۸ ساعت
- زمان آموزش نظری	: ۳۶ ساعت
- زمان آموزش عملی	: ۸۲ 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 شیمی ، مواد ، مکانیک و فیزیک با ۲ سال سابقه کار مرتبط	



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

استفاده از روش هیدروترمال برای تولید نانوذرات مختلفی از جمله انواع اکسیدهای فلزی به عنوان یک روش تولید صنعتی بسیار مورد استفاده است. سرعت تولید بالا و توانایی اتوماسیون از قابلیت های این روش می باشد. کاربرد نانوذرات اکسید فلزی در صنایعی مانند کاتالیست ها، وسایل الکتریکی، مخازن ذخیره سوخت، انباره های مغناطیسی و نانوکامپوزیت های ایتیکی رو به افزایش است. به علت عدم استفاده از کاتالیزورهای سمی، این روش در صنعت بسیار مورد استقبال است. نانوذرات صنعتی قابل تولید به روش هیدروترمال عبارتند از: تیتانیا، زیرکونیا، آلومینیا، اکسید روی، همایت، اکسید مس، اکسید نیکل، اکسید قلع، پلاتینیوم، نقره و بسیاری نانوذرات دیگر. بازه وسیع نانوذرات موجود قابل تولید به این روش، سهولت کنترل اندازه نانوذرات و عدم استفاده از کاتالیزور نشان از توسعه رو به رشد این روش در در آینده را دارد. در این شایستگی، کارآموز با آماده سازی و تولید نانوذرات مختلف و قابل تولید به روش هیدروترمال آشنا شده و همچنین روشهای آنالیز و نگهداری نانوذرات تولید شده را فرا می گیرد.

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

Syntheses of nanoparticles by hydrothermal method

*** 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 شایستگی^۲

- کارها^۳

ردیف	عناوین
۱	تشکیل ماتریس مقایسه
۲	آماده سازی مواد و فرایند تولید نانو ذرات به روش هیدروترمال
۳	اجرای فرایند تولید نانو ذرات
۴	آنالیز نانو ذرات تولید شده و تصحیح خطاهای موجود در فرایند تولید
۵	نگهداری نانو ذرات تولید شده

^۱. Competency Standard

^۳. task



	زمان آموزش			عنوان : تشکیل ماتریس مقایسه
	جمع	عملی	نظری	
	۲۰	۱۰	۱۰	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
فیلم و اسلاید های مربوطه ویدیو پروژکتور سیستم کامپیوتری ماژیک و وایت برد				دانش : - مزایا و محدودیت‌های روش هیدروترمال نسبت به سایر روش‌های تولید نانوذرات - مفهوم فرایندهای هیدروترمال و شرایط واکنش - مفاهیم ترمودینامیکی و شیمیایی واکنش‌های فوق بحرانی (supercritical) و زیر بحرانی (subcritical) سنتز نانوذرات به روش هیدروترمال - فرایندهای موجود در حالت فوق بحرانی (supercritical) برای تولید نانوذرات اکسید فلزی - فرایندهای هیدروترمال برای تولید نانوذرات چندجزئی - اصول هیدرولیز موجود در فرایند هیدروترمال - روش و فرایند هیدروترمال برای تولید نانوذرات، مزایا و محدودیت‌های این روش نسبت به سایر روش‌ها - انواع نانوذرات و قابل تولید به روش هیدروترمال - کاربردهای نانوذرات پرکاربرد قابل تولید به روش هیدروترمال - معرفی مواد کریستالی قابل تولید به روش هیدروترمال به غیر از نانوذرات - انواع متدهای موجود در روش هیدروترمال برای تولید نانوذرات - روش تغییرات دمایی مزایا و محدودیت‌های آن



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : تشکیل ماتریس مقایسه
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش : - روش کاهش دمایی مزایا و محدودیت‌های آن - روش فازی نیمه پایدار مزایا و محدودیت‌های آن - اصول گرم و سرد کردن مرحله ای در فرایند تولید انبوه نانوذرات به روش هیدروترمال - ساختار و خواص شیمیایی، فیزیکی و الکتریکی نانوذرات قابل تولید به روش هیدروترمال (تیتانیا، زیرکونیا، آلومینیا، اکسید روی، همایت، اکسید مس، اکسید نیکل، اکسید قلع، پلاتینیوم، نقره و ...)
				- مواد اولیه مورد استفاده در فرایند تهیه نانوذرات به روش هیدروترمال - تجهیزات مورد استفاده در فرایندهای هیدروترمال - عیوب موجود در نانوذرات تولید شده به روش هیدروترمال - تفاوت‌های اساسی در خواص نانوذرات قابل تولید به روش هیدروترمال و سایر روش‌های تولید نانوذرات (TiO_2 ، اکسید قلع، اکسید آلومینیوم و ...)
				- ماتریس مقایسه - اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
				مهارت :
				- بررسی و تایید سهولت تولید نانوذرات مورد نظر به روش هیدروترمال



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : تشکیل ماتریس مقایسه
	نظری	عملی	جمع	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				مهارت :
				-اصول فوق اشباع سازی در هریک از روش‌های تولید نانوذرات به روش هیدروترمال
				-مشخص کردن روش مناسب برای تولید نانوذرات مورد نظر با اندازه و خواص مورد نظر
				-مشخص کردن اندازه و خواص نانوذرات برای مصرف در کاربرد مورد نظر
				-تهیه ماتریس مقایسه و تصحیح آن
				-رعایت موارد ایمنی
				نگرش :
				-دقت در انتخاب روش تولید نانو ذرات بر حسب اندازه و نوع نانو ذرات -پیروی از دستورالعمل‌ها
				ایمنی و بهداشت :
				-رعایت اصول ارگونومی
				توجهات زیست محیطی :
				-دقت در مصرف بهینه انرژی -آراستگی محیط کار -جمع‌آوری و دفع مناسب ضایعات بعد از کار



	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۲۰	۱۵	۵	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			آماده سازی مواد و فرایند تولید نانوذرات به روش هیدروترمال
ترازوی دیجیتالی دقیق ارلن مایر استوانه مدرج بشر بیپت کاردک قاشق جابجایی پودر کپسول گاز H_2 کپسول گاز O_2 آب مقطر آب دیونیزه آب اکسیژنه اتانول متانول آمونیاک اتیلن گلیکول LiOH NaOH KOH Glycine (NH_2CH_2COOH) PVP TIPT کلرید تیتانیوم کلرید آلومینیوم نیتрат آلومینیوم				دانش : - نحوه مشخص کردن روش مناسب برای تولید اقتصادی و با کیفیت نانوذرات مورد نظر در اندازه و خواص دلخواه - نحوه آماده سازی محلول مورد استفاده در فرایند هیدروترمال با رعایت نسبت‌های استوکیومتری - نحوه مشخص کردن حلالیت محلول نمکی از طریق مدل تعمیم یافته HKF و یا مدل‌های پیشرفته‌تر در انواع PH ها - آماده سازی محلول مورد استفاده در فرایند هیدروترمال - انواع اشکال نانوذرات (میله‌ای، مکعبی شکل، کروی و ...) مورد نظر قابل تولید به روش هیدروترمال - نحوه کنترل دما و فشار در فرایند هیدروترمال برای کنترل شکل و اندازه ذرات - نحوه همگن سازی محلول فرایند با افزودن جریان گاز H_2 ، H_2O_2 و O_2 - مواد مصرفی مورد استفاده در فرایند هیدروترمال - نکات موجود در ترکیب و هم زدن مواد - تجهیزات مورد استفاده در فرایند هیدروترمال - معرفی پارامترهای قابل کنترل فرایند - نکات لازم در پوشش دهی نانوذرات با سورفکتانت برای کاربرد مورد نظر - اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی



	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
				آماده سازی مواد و فرایند تولید نانوذرات به روش هیدروترمال
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی				دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط
نیترات زیرکونیوم $Zn(CH_3CO_2)_3$				مهارت :
نیترات روی				- رعایت موارد ایمنی
نیترات آهن				-آماده سازی محلول نمکی مورد نظر برای استفاده در فرایند با مولار مشخص
کلرید آهن				-مشخص کردن دما و فشار فرایند با در نظر گرفتن جنس نانوذرات مورد نظر برای تولید
نیترات مس				-مشخص کردن مدت زمان انجام فرایند با توجه به اندازه لوله راکتور و دبی ورودی
کلرید مس				-مشخص کردن شرایط لازم برای سنتز نانوذرات با کمترین دما و فشار
کلرید قلع				-مشخص کردن دما و فشار سنتز نانوذرات
کلرید کروم				-مشخص کردن اندازه ذرات از روی اصول فوق اشباع سازی (supersaturation)
کروم نیترات				-مشخص کردن زمان سنتز برای بدست آوردن ذرات در اندازه مورد نیاز
هگزا کلرو پلاتینیک اسید				- مشخص کردن مواد مصرفی مورد نیاز در فرایند تولید نانوذرات
نیترات نقره				تیتانیا، زیرکونیا، آلومینیا، اکسید روی، همایت، اکسید مس، اکسید نیکل، اکسید قلع، پلاتینیوم، نقره و ... (قابل تولید به روش هیدروترمال)
سورفکتانت				
سیستم اتوکلاو				
کوره با دمای بالا				
همزن مغناطیسی				
همزن التراسونیک				
فیلتر غشایی نانوذرات				
کوره با خروجی بخار				
ماسک مخصوص				
دستکش مخصوص				
لباس ضد حریق				
کپسول آتش نشانی				



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
				آماده سازی مواد و فرایند تولید نانوذرات به روش هیدروترمال
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
کفش محافظ عینک محافظ جعبه کمک‌های اولیه دوش اضطراری				مهارت : -مشخص کردن پارامترها وتنظیمات ویژه در حین پروسه تولید برای تولید نانوذرات خاص
				-انتخاب گروه‌های شیمیایی سیلانی برحسب کاربرد نانوذرات (مورد استفاده در پوشش دهی نانوذرات)
				-انتخاب مدت زمان و دمای لازم برای خشک کردن در روش هیدروترمال بمنظور عدم کلوخه شدن نانوذرات به همدیگر
				-مشخص کردن مدت زمان تکلیس نانوذرات
	نگرش : -دقت در انتخاب دما و فشار فرایند -توجه در انتخاب پارامترهای تنظیمی برای بدست آوردن بیشترین نرخ تولید -رعایت اخلاق حرفه ای			
ایمنی و بهداشت : -استفاده از دستکش و ماسک ، لباس محافظ و کفش حفاظتی هنگام کار -رعایت اصول ایمنی در برخورد با پمپ فشار -رعایت اصول ایمنی در برخورد برخورد و مدیریت بخارهای سمی و داغ -حفظ نظافت محیط -استفاده از محافظ ماسک و متعلقات، دستکش مخصوص				



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : آماده سازی مواد و فرایند تولید نانوذرات به روش هیدروترمال
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	توجهات زیست محیطی : -دقت در کار با نانوذرات به منظور عدم پخش در محیط اطراف -مدیریت مصرف انرژی -آراستگی محیط کار			



	زمان آموزش			عنوان : اجرای فرایند تولید نانوذرات
	جمع	عملی	نظری	
	۴۰	۳۰	۱۰	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
ترازوی دیجیتالی دقیق				دانش :
ارلن مایر				- اندازه گیری ثابت دی الکتریک محلول هیدروترمال
استوانه مدرج				- دما و زمان مناسب برای خشک کردن نانوذرات تولید شده
بشر				- اصول سوسپانسیون سازی از مواد اولیه (تهیه سل)
بیپت				- نحوه اندازه گیری PH محلول در حین فرایند
کاردک				- اصول هیدرولیز محلول نانوذرات
قاشق جابجایی پودر				- نحوه سرد کردن و تبرید در حین فرایند تولید نانوذرات
کپسول گاز H ₂				- نکات موجود در کنترل اجرای فرایند
کپسول گاز O ₂				- نحوه مشخص کردن زمان شروع جوانه زنی نانوذرات
آب مقطر				- نحوه کنترل زمان لازم برای رشد نانوذرات تا اندازه مورد نظر
آب دیونیزه				- روش های خشک کردن و استخراج نانوذرات از محلول در فرایند هیدروترمال
آب اکسیژنه				- نحوه فیلتراسیون و جمع آوری نانوذرات با پمپ خلاء و یا روش جایگزین
اتانول				- فرایند تکلیس نانوذرات
متانول				- نحوه خالص سازی نانوذرات تولید شده
آمونیاک				مهارت :
ایتیلن گلیکول				- تهیه محلول سوسپانسیون از پیش ماده و حلال
LiOH				- کنترل ثابت دی الکتریک محلول به هنگام اجرای فرایند
NaOH				- اعمال فشار لازم بر روی سیستم اتوکلاو مخصوص فرایند
KOH				هیدروترمال
Glycine (NH ₂ CH ₂ COOH)				
PVP				
TIPT				
کلرید تیتانیوم				
کلرید آلومینیوم				
نیترات آلومینیوم				



	زمان آموزش			عنوان : اجرای فرایند تولید نانوذرات
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
نیترات زیرکونیوم $Zn(CH_3CO_2)_3$ نیترات روی نیترات آهن کلرید آهن نیترات مس کلرید مس کلرید قلع کلرید کروم کروم نیترات هگزا کلرو پلاتینیک اسید نیترات نقره سورفکانت سیستم اتوکلاو کوره با دمای بالا همزن مغناطیسی همزن التراسونیک فیلتر غشایی نانوذرات کوره با خروجی بخار ماسک مخصوص دستکش مخصوص لباس ضد حریق کپسول آتش نشانی کفش محافظ				مهارت : -تنظیم دمای کوره‌های القایی دستگاه هیدروترمال -انتقال محلول سل تهیه شده به مخزن مربوطه سیستم هیدروترمال -اجرای فرایند با توجه به نکات ایمنی - اندازه گیری PH محلول در حین انجام فرایند -کنترل دقیق زمان فرایند و کوئچ کردن سریع نانوذرات -فیلتراسیون آنالین نانوذرات هنگام اجرای فرایند برای زدودن ذرات درشت‌تر تولید شده -کنترل فشار داخل راکتور با استفاده از رگلاتور backpressure -جمع آوری و فیلتراسیون نانوذرات تولید شده از جریان خروجی -خشک کردن نانوذرات تولید شده -مانیتورینگ فرآیند - هیدرولیز نانوذرات موجود در محلول -خشک کردن نانوذرات تولید شده محلول در کوره با خروجی بخار -جمع آوری نانوذرات تولید شده -تکلیس (Calcination) نانوذرات - خالص سازی نانوذرات تولید شده



	زمان آموزش			عنوان : اجرای فرایند تولید نانوذرات
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
عینک محافظ جعبه کمک‌های اولیه دوش اضطراری	<p>نگرش :</p> <p>- شناخت پارامترها و تنظیمات قابل استفاده در روش هیدروترمال برای بدست آوردن نتایج بهینه در تولید نانوذرات</p> <p>ایمنی و بهداشت :</p> <p>- عدم برخورد مستقیم با پیش ماده‌های نانوذرات</p> <p>- دقت در انتخاب صحیح دبی وارده به اتوکلاو به منظور عدم ایجاد کلوخگی نانوذرات در ورودی، خروجی و داخل اتوکلاو و اطمینان از مسدود نبودن آنها با نانوذرات</p> <p>- استفاده از لباس، ماسک، عینک و کفش محافظ هنگام اجرای فرایند</p> <p>- اتاق اجرای فرایند دارای تهویه مناسب حداقل با سرعت ۳۰۰ متر مکعب بر دقیقه باشد.</p> <p>- در صورت استنشاق گرده نانوذرات، ابتدا شخص را به هوای آزاد برده و ماسک در جلوی دهان وی قرار داده شده و با اورژانس تماس گرفته شود.</p> <p>- در صورت تماس دست با نانوذرات، فوراً با آب و صابون شسته شده و با اورژانس تماس گرفته شود.</p> <p>- استفاده از دستکش مخصوص به هنگام جابجایی نانوذرات</p> <p>توجهات زیست محیطی :</p> <p>- استفاده از فیلترهای مناسب در محل خروجی گازهای سمی</p> <p>- دارا بودن تهویه مناسب در اتاق تولید نانوذرات</p> <p>- تمیز کردن اطراف پس از اجرای فرایند و دفع مناسب ضایعات</p> <p>- مدیریت مصرف انرژی</p>			



	زمان آموزش			عنوان: آنالیز نانوذرات تولید شده و تصحیح خطاهای موجود در فرایند تولید
	جمع	عملی	نظری	
	۲۵	۱۷	۸	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
HRTEM AFM با قابلیت جابجایی نانوذرات SEM XRF دستگاه آنالیز عنصری FTIR BET Quantachrome Photo Luminescence UV-Vis-NIR vibrating sample magnetometer دستگاه جذب نور ظروف شیشه ای مخصوص برای حمل نانوذرات دستکش لباس محافظ ترازوی دیجیتالی دقیق ماسک تمام صورت				دانش : - روش های آنالیز تمامی نانو ذرات قابل تولید به روش هیدروترمال - روش های آماده سازی نمونه برای هر آنالیز - نحوه مشخص کردن اندازه و ترکیب شیمیایی نانو ذرات بترتیب بوسیله SEM و EDX - نحوه TEM و SAED نانوذرات با استفاده از HRTEM - نحوه مشخص کردن خواص مکانیکی نانولوله بوسیله AFM - نحوه آنالیز PL برای اندازه گیری خواص اپتیکی و عیوب موجود در ساختار نانوذرات - نحوه آنالیز optical band gap با استفاده از UV-Vis-NIR - نحوه آنالیز عنصری نانو ذرات مختلف - نحوه آنالیز XRF مورد استفاده برای نانوذرات - نحوه آنالیز SAXS برای نانو ذرات - روش اندازه گیری سطح ویژه نانو ذرات با BET - روش آزمون FTIR مورد استفاده برای نانو ذرات - روش اندازه گیری خواص اپتیکی نانوذرات با استفاده از دستگاه جذب نور



	زمان آموزش			عنوان: آنالیز نانوذرات تولید شده و تصحیح خطاهای موجود در فرایند تولید
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				دانش : - روش اندازه گیری خواص مغناطیسی نانوذرات با استفاده از vibratingsamplemagnetometer
				- روش تحلیل دقیق نتایج آنالیزها
				- نحوه بررسی علل بروز کیفیت نامطلوب
				- شناخت تصحیح های لازم در تنظیمات ورودی
				مهارت : -انتخاب نوع صحیح آنالیز بر حسب موارد خواسته شده -مشخص کردن موارد خواسته شده از هر آنالیز -آماده سازی نمونه برای آنالیز خواسته شده - تحلیل داده های آنالیز -تطبیق نتایج تحلیل با ماتریس مقایسه -تشخیص منابع خطا -تصحیح خطاهای ایجاد شده
				نگرش : -دقت در انجام آنالیز - دقت در تحلیل دقیق نتایج آنالیز
				ایمنی و بهداشت : -رعایت اصول بهداشت در حمل و نقل نانوذرات -استفاده از ماسک و عینک ایمنی در برخورد با نانوذرات -شستن دست و صورت با آب و صابون قبل و بعد از برخورد با نانوذرات



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان: آنالیز نانوذرات تولید شده و تصحیح خطاهای موجود در فرایند تولید
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	توجهات زیست محیطی : -مراقبت از عدم پخش نانوذرات در محیط اطراف هنگام آنالیز -تهویه مناسب اتاق آنالیز -آراستگی محیط کار -مدیریت مصرف انرژی -جمع آوری و دفع مناسب ضایعات			



	زمان آموزش			عنوان: نگهداری نانوذرات
	نظری	عملی	جمع	
	۳	۱۰	۱۳	
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
ظروف پلاستیکی یا شیشه‌ای مخصوص دستکش لباس محافظ ماسک محافظ ترازوی دیجیتالی دقیق جاروبرقی مخصوص جعبه کمک های اولیه				دانش:
				- اصول نگهداری صحیح نانوذرات قابل تولید شده به روش هیدروترمال
				- اصول بسته بندی هریک از نانوذرات تیتانیا، زیرکونیا، آلومینیا، اکسید روی، همایت، اکسید مس، اکسید نیکل، اکسید قلع و ...
				- شناخت مکان‌های مناسب برای نگهداری نانوذرات
				- مضرات تنفس گرده نانوذرات و تماس آن با پوست
				- معرفی اصول تمیز کاری منطقه آلوده به نانوذرات
				- آشنایی با موارد ذکر شده در استاندارد به روز شده ASTM E 2535
				- کمک های اولیه در صورت برخورد یا تنفس نانوذرات
				مهارت:
				- نگهداری نانوذرات تیتانیا، زیرکونیا، آلومینیا، اکسید روی، همایت، اکسید مس، اکسید نیکل، اکسید قلع و ...
				- کنترل و نظارت بر تهویه انبار نگهداری نانوذرات
				- تبعیت از اصول نگهداری درج شده در استاندارد به روز شده ASTM E 2535
				- نحوه نگهداری نانوذرات تولید شده بصورت خشک و بدون جذب آب
			- مقدار زمان و دمای لازم برای خشک کردن نانوذرات از قبل نگهداری شده	



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان: نگهداری نانوذرات
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	نگرش :			
	-دقت در انجام کار -جلوگیری از هدر رفت نانوذرات			
	ایمنی و بهداشت :			
	-استفاده از ماسک و عینک ایمنی در برخورد با نانوذرات -محافظت از نانوذرات در ظرف سر بسته با نشت بندی کامل گاز			
	توجهات زیست محیطی :			
	-تمیز کردن محیط آلوده به نانوذرات -مراقبت از عدم پخش نانوذرات در محیط اطراف -تهویه مناسب اتاق نگهداری نانوذرات -آراستگی محیط کار -مدیریت مصرف انرژی			



- برگه استاندارد تجهیزات

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	رایانه	core-i7- 8GB ram	۱	
۲	ویدیو پروژکتور	بی سیم	۱	
۳	ماژیک	در انواع رنگها	۱	
	وایت برد	بزرگ	۱	
۴	دستکش مخصوص	نیتریلیک ضد مواد شیمیایی و با مقاومت بالا	۵	
۵	ماسک	تمام صورت- دارای استاندارد P100 و N100 موسسه NIOSH و یا ماسک MBE3-10	۱۵	
۶	کفش	ضد حریق	۱۵	
۷	عینک ایمنی	دارای محافظ کناری و مطابق استاندارد ANSI 787	۵	
۸	لباس محافظ	ضد آتش و بصورت سرهم از جنس کتان	۵	
۹	کپسول آتش نشانی	CO2 پودری، خشک	۱	
۱۰	سیستم اتوکلاو	جنس فولاد آلیاژی (اینکونل) با روکش تیتانیوم یا تانتالیوم (مقاوم به خوردگی) با فشار ۴۰۰ بار و ظرفیت نیم لیتر		با متعلقات مربوطه مخصوص فرایند هیدروترمال
	کوره القایی	دمای ۵۰۰ درجه		
۱۱	پمپ خلاء	۵۰۰ میلی متر جیوه	۱	
۱۲	ظروف شیشه ای	مخصوص برای حمل نانوذرات به آزمایشگاه	۵	
۱۳	ترازوی دیجیتالی دقیق	دارای دقت اندازه گیری ۰.۰۰۱ گرم	۱	
۱۴	جاروبرقی مخصوص	دارای فیلتر با مش بالا برای جذب نانوذرات	۱	
۱۵	همزن	مغناطیسی	۵	
۱۶	همزن	التراسونیک	۱	
۱۷	کوره	با خروجی بخار تا دمای ۷۰۰ درجه	۱	
۱۸	کپسول	گاز H2	۱	
۱۹	کپسول	گاز O2	۱	

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	ارلن مایر	به حجم نیم لیتر	۵	
۲	بشر	مدرج	۵	
۳	کاردک	مخصوص جابجایی پودر	۵	
۴	استوانه مدرج	با درجه بندی دقیق	۵	
۵	پیت	مدرج	۵	
۶	قاشق	جابجایی پودر	۵	
۷	آمونیاک	مایع	۱ لیتر	
۸	اتانول	با خلوص ۹۹,۹٪	۵ لیتر	
۹	متانول	با خلوص ۹۹,۹٪	۵ لیتر	
۱۰	آب	مقطر	۱۰ لیتر	
۱۱	آب	دیونیزه	۱۰ لیتر	
۱۲	آب اکسیژنه	H ₂ O ₂	۱ لیتر	
۱۳	اتیلن گلیکول	خالص	۱ لیتر	
۱۴	LiOH	محلول	۱ لیتر	
۱۵	NaOH	محلول	۱ لیتر	
۱۶	KOH	محلول	۱ لیتر	
۱۷	Glycine	NH ₂ CH ₂ COOH	۱ لیتر	
۱۸	PVP	Polyvinylpyrrolidone	۰,۵ لیتر	0.375 molar
۱۹	محلول TIPT	محلول در آب Ti(OC ₃ H ₇) ₄	۱ لیتر	
۲۰	کلرید تیتانیوم	محلول در آب TiCl ₄	۱ لیتر	
۲۱	کلرید آلومینیوم	محلول در آب AlCl ₃	۱ لیتر	
۲۲	نیتрат آلومینیوم	محلول در آب Al(NO ₃) ₃	۱ لیتر	
۲۳	نیترات زیرکونیوم	محلول در آب ZrO(NO ₃) ₂	۱ لیتر	
۲۴	Zn(CH ₃ CO ₂) ₃	محلول در آب	۱ لیتر	
۲۵	نیترات روی	محلول در آب Zn(NO ₃) ₂	۱ لیتر	
۲۶	نیترات آهن	محلول در آب Fe(NO ₃) ₃	۱ لیتر	
۲۷	کلرید آهن	محلول در آب FeCl ₃	۱ لیتر	



- برگه استاندارد مواد

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۲۸	نیتрат مس	محلول در آب $Cu(NO_3)_2$	۱ لیتر	
۲۹	کلرید مس	محلول در آب $CuCl_2$	۱ لیتر	
۳۰	کلرید قلع	محلول در آب $SnCl_4$	۱ لیتر	
۳۱	کلرید کروم	محلول در آب $CrCl_3$	۱ لیتر	
۳۲	کروم نیترات	محلول در آب $Cr(NO_3)_3$	۱ لیتر	
۳۳	هگزا کلرو پلاتینیک اسید	$H_2PtCl_6.6H_2O$	۱ لیتر	
۳۴	نیترات نقره	$AgNO_3$		
۲۵	سورفکانت	محلول	نیم لیتر	

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	HRTEM	بازگنمایی ۵ میلیونبرابر	۱	
۲	AFM	با قابلیت جابجایی نمونه و اندازه گیری خواص مکانیکی	۱	
۳	SEM	با بزرگنمایی ۱ میلیون برابر	۱	
۴	XRD	قابلیت اندازه گیری در بازه ۱ تا ۹۰ درجه	۱	
۵	XRF	قابلیت اندازه گیری در بازه ۱ تا ۹۰ درجه	۱	
۶	FTIR	دارای رزولوشن کمتر از ۴cm-1	۱	
۷	BET	با فشار پایین	۱	
۸	Quantachrome	قابل استفاده برای نانوذرات	۱	
۹	Photo Luminescence	قابل استفاده برای نانوذرات	۱	
۱۰	دستگاه جذب نور	قابل استفاده برای نانوذرات	۱	
۱۱	UV-Vis-NIR	قابل استفاده برای نانوذرات	۱	
۱۲	vibrating sample magnetometer	قابل استفاده برای نانوذرات	۱	

توجه :

- 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	نانوشیمی ۱	دکتر مسعود صلواتینیا ساری، زینبفرشته		۱۳۹۱	تهران	انتشارات سخنوران
۲	Hydrothermal Synthesis of Metal Oxide Nanoparticles in Supercritical Water	Hiromichi Hayashi and Yukiya Hakuta		۲۰۱۰		Materials 3, 3794-3817
۳	Hydrothermal synthesis of metal oxide nanoparticles at supercritical conditions	Tadafumi Adschiri, Yukiya Hakuta, Kiwamu Sue and Kunio Arai		۲۰۰۱	Netherlands	Journal of Nanoparticle Research 3: 227–235
۴	Synthesis of ZnO nanoparticles by hydrothermal method	P. M. Aneesh, K. A. Vanaja, M. K. Jayaraj		۲۰۰۷	India	Proc. of SPIE Vol. 6639, 66390J
۵	Morphology-controlled synthesis of SnO ₂ nanostructures using hydrothermal method and their photocatalytic applications	Nasrin Talebian, Farzaneh Jafarizhad		۲۰۱۳	Ceramics International 39: 8311–8317	Elsevier

– 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	Standard Guide for Handling Unbound Engineered Nanoscale Particles in Occupational Settings	2013		-	ASTM International, West Conshohocken, PA	ASTM Standard E 2535	



فهرست سایت های قابل استفاده در آموزش استاندارد

ردیف	عنوان
1	http://en.wikipedia.org/Hydrothermal_synthesis
2	http://www.slideshare.net/RamalingamGopal/sol-gel-synthesis-of-nanoparticles
3	http://edu.nano.ir/index.php?actn=papers_view&id=82

فهرست معرفی نرم افزارهای سودمند و مرتبط

(علاوه بر نرم افزارهای اصلی)

ردیف	عنوان نرم افزار	تهیه کننده	آدرس	توضیحات
۱	Lammps		http://lammps.sandia.gov	