



سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی

معاونت پژوهش، برنامه‌ریزی و سنجش مهارت

دفتر پژوهش، طرح و برنامه‌ریزی درسی

## استاندارد آموزش شایستگی

# تحلیل مسائل چندفیزیکی با نرم افزار

# COMSOL Multiphysics

## گروه شغلی

## مکانیک

کد ملی آموزش شایستگی

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

تاریخ تدوین استاندارد: ۱۳۹۸/۹/۲

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

کد ملی شناسایی آموزش شایستگی: ۵۱۰۰۰۰۰۴۱۰۴۴۴۲۱۴۴۴

اعضاء کارگروه برنامه ریزی درسی: مکانیک					
ردیف	نام و نام خانوادگی	آخرین مدرک تحصیلی	رشته تخصصی	شغل و سمت	سابقه کار
۱	محمدشیرکش	دانشجوی دکتری	مکانیک	دانشجوی دکتری	۵ سال
۲	محمدعلی برزگری	دانشجوی دکتری	فیزیک ماده چگال	کارشناس پژوهش و برنامه ریزی	۱۵ سال
۳	غلام رضا مرامی	دکترای تخصصی	مکانیک	هیات علمی دانشگاه تبریز	۱۵ سال
۴	مهدی وکالتی	کارشناسی ارشد	نانو الکترونیک	کارشناس آموزش	۱۸ سال
۵	زهرا میرزاده مدرسی	کارشناسی ارشد	صنایع	دبیر کارگروه برنامه ریزی درسی مکانیک	۱۳ سال
۶					
۷					
۸					
۹					

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 برنامه ریزی درسی  
تهران، خیابان آزادی، نبش خیابان خوش جنوبی، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور  
دورنگار ۶۶۵۸۳۶۵۸  
تلفن ۶۶۵۸۳۶۲۸  
آدرس الکترونیکی: [rpc@irantvto.ir](mailto:rpc@irantvto.ir)

## **تعاریف :**

### **استاندارد شغل :**

مشخصات شایستگی‌ها و توانمندی‌های مورد نیاز برای عملکرد موثر در محیط کار را گویند در بعضی از موارد استاندارد حرفه‌ای نیز گفته می‌شود.

### **استاندارد آموزش :**

نقشه‌ی یادگیری برای رسیدن به شایستگی‌های موجود در استاندارد شغل.

### **نام یک شغل :**

به مجموعه‌ای از وظایف و توانمندی‌های خاص که از یک شخص در سطح مورد نظر انتظار می‌رود اطلاق می‌شود.

### **شرح شغل :**

بیانیه‌ای شامل مهم‌ترین عناصر یک شغل از قبیل جایگاه یا عنوان شغل، کارها ارتباط شغل با مشاغل دیگر در یک حوزه شغلی، مسئولیت‌ها، 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 شایستگی‌ها و توانایی‌هایی که از یک کارآموز در هنگام ورود به دوره آموزش انتظار می‌رود.

### **کارورزی:**

کارورزی صرفاً در مشاغلی است که بعد از آموزش نظری یا همگام با آن آموزش عملی به صورت محدود یا با ماکت صورت می‌گیرد 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 می‌آموزد و ضرورت دارد مدتی در یک مکان واقعی آموزش عملی ببیند و شامل بسیاری از مشاغل نمی‌گردد.)

### **ارزشیابی :**

فرآیند جمع‌آوری 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 حرفه‌ای مربیان :**

حداقل توانمندی‌های آموزشی و حرفه‌ای که از مربیان دوره آموزش استاندارد انتظار می‌رود.

### **شایستگی :**

توانایی انجام کار در محیط‌ها و شرایط گوناگون به طور موثر و کارا برابر استاندارد.

### **دانش :**

حداقل مجموعه‌ای از معلومات نظری و توانمندی‌های ذهنی لازم برای رسیدن به یک شایستگی یا توانایی که می‌تواند 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 مهارت‌های عملی ارجاع می‌شود.

### **نگرش :**

مجموعه‌ای از رفتارهای عاطفی که برای شایستگی در یک کار مورد نیاز است و شامل مهارت‌های غیر فنی و اخلاق حرفه‌ای می‌باشد.

### **ایمنی :**

مواردی است که عدم یا انجام ندادن صحیح آن موجب بروز حوادث و خطرات در محیط کار می‌شود.

### **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 :	
تحلیل مسائل چندفیزیک با نرم افزار COMSOL Metaphysics	
شرح استاندارد آموزش شایستگی :	
تحلیل مسائل چندفیزیک با نرم افزار COMSOL Metaphysics یکی از شایستگی های حوزه مکانیک است و شامل کارهای طراحی قطعات ، آنالیز المان محدود سازه ها به صورت استاتیک و دینامیک، شبیه سازی چند فیزیک به طور همزمان و ارائه نتایج به صورت حرفه ای را دارد. این شغل با تمام مشاغل مهندسی مکانیک در ارتباط است.	
ویژگی های کارآموز ورودی :	
حداقل میزان تحصیلات : کارشناسی مکانیک	
حداقل توانایی جسمی و ذهنی : داشتن سلامت کامل جسمی و ذهنی	
مهارت های پیش نیاز : ندارد	
طول دوره آموزش :	
طول دوره آموزش	: ۶۰ ساعت
- زمان آموزش نظری	: ۲۷ ساعت
- زمان آموزش عملی	: ۳۳ 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 حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک (کلیه گرایش ها) و تسلط بر نرم افزار مربوطه	

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

نرم افزار COMSOL Metaphysics یک مجموعه کامل شبیه سازی است که می تواند معادلات دیفرانسیل سیستم های غیر خطی را توسط مشتق های جزئی به روش اجزاء محدود در فضاهای یک، دو و سه بعدی حل نماید. کارور با این نرم افزار شایستگی هایی از قبیل طراحی قطعات ، آنالیز المان محدود سازه ها به صورت استاتیک و دینامیک، شبیه سازی چند فیزیک به طور همزمان و ارائه نتایج به صورت حرفه ای را دارد. این نرم افزار می تواند در حضور چالش هایی نظیر میدان های الکترومغناطیسی، کشش، دینامیک سیالات و دینامیک گاز به خوبی راهگشا باشد.

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

COMSOL Metaphysics

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

-آنالیز المان محدود با Algor design check

**\* جایگاه استاندارد شغلی از جهت آسیب شناسی و سطح سختی کار :**

- |  |                      |
|--|----------------------|
| الف : جزو مشاغل عادی و کم آسیب <input type="checkbox"/>              | طبق سند و مرجع ..... |
| ب : جزو مشاغل نسبتاً سخت <input type="checkbox"/>                    | طبق سند و مرجع ..... |
| ج : جزو مشاغل سخت و زیان آور <input type="checkbox"/>                | طبق سند و مرجع ..... |
| د : نیاز به استعلام از وزارت کار <input checked="" type="checkbox"/> |                      |

استاندارد آموزش شغل

- شایستگی

ساعت آموزش			ردیف	عناوین
جمع	عملی	نظری		
۸	۴	۴	۱	انجام ترسیمات و تهیه مدل
۶	۴	۲	۲	انتخاب جنس برای اجزای مختلف
۱۵	۸	۷	۳	انتخاب و اعمال فیزیک های مطلوب مساله
۸	۴	۴	۴	اعمال شرایط اولیه، شرایط مرزی، قیود و بارگذاری به هندسه مساله
۵	۳	۲	۵	مش بندی هندسه مساله
۱۰	۶	۴	۶	انتخاب و اجرای انواع آنالیزها برای حل مساله
۸	۴	۴	۷	دریافت خروجی و پردازش نتایج
۶۰	۳۳	۲۷	جمع ساعات	

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۸	۴	۴	
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست‌محیطی مرتبط			انجام ترسیمات و تهیه مدل
- نرم افزار Cmsol - کامپیوتر				دانش :
				- ترسیمات هندسی
				- اصول ایجاد سطوح دو بعدی و حجم سه بعدی
				- اصول ایجاد نقطه، خط و صفحه
				- اصول ویرایش سطوح دو بعدی و حجم سه بعدی
				مهارت :
				- کار با جعبه ابزار Build
				- کار با جعبه ابزار Draw
				- کار با جعبه ابزار Operations
				- کار با جعبه ابزار Import/Export
				نگرش :
				- عدم استفاده از نرم افزار قفل شکسته
				ایمنی و بهداشت :
				- رعایت ارگونومی کار با کامپیوتر
			-	
			توجهات زیست‌محیطی :	
			- بهینه سازی مصرف انرژی	
			-	

	زمان آموزش			عنوان : انتخاب جنس برای اجزای مختلف
	جمع	عملی	نظری	
	۶	۴	۲	
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
- نرم افزار Comsol - کامپیوتر				دانش :
				- دسته بندی مواد مختلف
				- کتابخانه مواد نرم افزار
				- اختصاص جنس به قطعه مورد نظر
				مهارت :
				- کار با جعبه ابزار Materials
				- اختصاص جنس به اجزای مجموعه
				نگرش :
				- دقت در انتخاب جنس -
				ایمنی و بهداشت :
			- رعایت ارگونومی کار با کامپیوتر -	
			توجهات زیست محیطی :	
			- بهینه سازی مصرف انرژی -	



	زمان آموزش			عنوان : انتخاب و اعمال فیزیک های مطلوب مساله
	جمع	عملی	نظری	
	۱۵	۸	۷	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
- نرم افزار Cmsol - کامپیوتر				دانش :
				- فیزیک های موجود در نرم افزار
				- اصول دسته بندی فیزیک ها و کاربرد هر یک
				- نحوه اعمال فیزیک ها به مجموعه یا قطعه
				مهارت :
				- کار با جعبه ابزار Physics
				-دسته بندی فیزیک های مساله
				-اعمال فیزیک ها به مجموعه یا قطعه
				نگرش :
				-دقت در انجام کار
				-
				ایمنی و بهداشت :
			- رعایت ارگونومی کار با کامپیوتر	
			-	
			توجهات زیست محیطی :	
			- بهینه سازی مصرف انرژی	
			-	

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۸	۴	۴	
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
- نرم افزار Comsol - کامپیوتر				دانش :
				- شرایط اولیه، شرایط مرزی و قیود
				- انواع بارگذاری
				- نحوه اعمال شرایط اولیه، شرایط مرزی، قیود و بارگذاری بسته به هندسه و فیزیک مساله
				مهارت :
				- کار با جعبه ابزار Domain
				- کار با جعبه ابزار Boundary
				- کار با جعبه ابزار Point
				- اعمال شرایط اولیه، شرایط مرزی، قیود و بارگذاری
				نگرش :
				- دقت در انجام کار -
				ایمنی و بهداشت :
			- رعایت ارگونومی کار با کامپیوتر -	
			توجهات زیست محیطی :	
			- بهینه سازی مصرف انرژی -	

	زمان آموزش			عنوان : مش بندی هندسه مساله
	جمع	عملی	نظری	
	۵	۳	۲	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
- نرم افزار Comsol - کامپیوتر				دانش :
				- مفهوم مش بندی
				- انواع مش بندی
				- انواع المان
				- نحوه مش زنی مطلوب با توجه به فیزیک و هندسه
				مهارت :
				- کار با جعبه ابزار Physics Controlled
				- کار با جعبه ابزار Generators
				- کار با جعبه ابزار Operations
				- کار با جعبه ابزار Attributes
				- مش زنی با توجه به فیزیک و هندسه
				نگرش :
				- دقت در انجام کار
				-
			ایمنی و بهداشت :	
			- رعایت ارگونومی کار با کامپیوتر	
			-	
			توجهات زیست محیطی :	
			- بهینه سازی مصرف انرژی	
			-	

	زمان آموزش			عنوان : انتخاب و اجرای انواع آنالیزها برای حل مساله
	جمع	عملی	نظری	
	۸	۴	۴	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
- نرم افزار Comsol - کامپیوتر	دانش :			
	- انواع آنالیزها			
	- اصول آنالیزهای متناسب با هر فیزیک			
	- نحوه اعمال نحوه انجام آنالیز و متغیرهای هر آنالیز			
	مهارت :			
	- کار با جعبه ابزار Study			
	- کار با جعبه ابزار Study step			
	- اعمال نحوه انجام آنالیز و متغیرهای هر آنالیز			
	نگرش :			
	- دقت در انجام کار			
	-			
	ایمنی و بهداشت :			
	- رعایت ارگونومی کار با کامپیوتر			
	-			
توجهات زیست محیطی :				
- بهینه سازی مصرف انرژی				
-				

	زمان آموزش			عنوان :  دریافت خروجی و پردازش نتایج
	جمع	عملی	نظری	
	۸	۴	۴	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
- نرم افزار Comsol - کامپیوتر				دانش :
				- انواع روش های نمایش نتایج
				- نحوه رسم نمودار با توجه به ابعاد مساله و تعداد متغیرها
				- نحوه ایجاد انیمیشن و چاپ اطلاعات
				مهارت :
				- کار با جعبه ابزار Plot Group
				- کار با جعبه ابزار Data set
				- کار با جعبه ابزار Export
				- رسم نمودار
				- ایجاد انیمیشن و چاپ اطلاعات
				نگرش :
				- دقت در انجام کار
				-
				ایمنی و بهداشت :
				- رعایت ارگونومی کار با کامپیوتر
			-	
			توجهات زیست محیطی :	
			- بهینه سازی مصرف انرژی	
			-	

- برگه استاندارد تجهیزات

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	نرم افزار	COMSOL Multiphysics	۱ عدد	
۲	رایانه	پردازشگر دو هسته ای - حداقل دو گیگابایت رم - بلندگو - شبکه - سیم های رابط	۷ دستگاه	
۳	پروژکتور	موجود در بازار	۱ دستگاه	
۴	میز کامپیوتر	استاندارد	۱۵ عدد	
۵	صندلی کامپیوتر	استاندارد	۱۵ عدد	
۶	پرینتر	A۴	۱ دستگاه	
۷	وایت برد	۲ × ۱	۱ عدد	

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	کاغذ	A۴	۱ بسته	
۲	ماژیک	وایت برد	۳ عدد	
۳				
۴				
۵				

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	تخته پاک کن	معمولی	۵ عدد	
۲	فلش مموری	۸ گیگ	۱۵ عدد	
۳				
۴				
۵				

توجه :- ابزار به ازاء هر سه نفر محاسبه شود.