جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

برنامه درسی رشته

مهندسی مواد

Materials Engineering

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته

گرایش

Welding	**جوشکاری**

گروه فنی و مهندسی

پیشنهادی دانشگاه صنعتی اصفهان

باسمه تعالی

نام رشته: مهندسی مواد | **عنوان گرایش: جوشکاری**

گروه: فنی و مهندسی | **دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته**

کارگروه تخصصی: مهندسی مواد و متالورژی | **نوع مصوبه: بازنگری**

پیشنهادی: دانشگاه صنعتی اصفهان | **تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۷/۱۱**

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی مواد گرایش جوشکاری، در جلسه شماره ۱۶۰ تاریخ ۱۴۰۰/۰۷/۱۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو –این برنامه درسی، بر اساس برنامه درسی رشته مهندسی مواد گرایش جوشکاری مصوب تاریخ ۱۳۹۹/۱۰/۰۷ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی بازنگری شده است.

ماده سه- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنچیان
دبیر کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

دانشگاه‌ها / موسسه‌های همکار		
	دانشگاه سهند تبریز	دانشگاه صنعتی اصفهان

برنامه درسی رشته

مهندسی مواد

MATERIALS ENGINEERING

مقطع کارشناسی ارشد

مشتمل بر گرایش:

۱. **جوشکاری|** Welding

تهیه‌کنندگان:

دکتر مسعود عطاپور	**عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی اصفهان**
دکتر مرتضی شمعانیان	**عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی اصفهان**
دکتر فتح اله کریم زاده	**عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی اصفهان**
دکتر توحید سعید	**عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی سهند تبریز**

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	اصول فیزیکی روش های پیشرفته جوشکاری	روش های پیشرفته جوشکاری
۲.	خطاهای اندازه گیری	از دروس تخصصی حذف شده، به دلیل عمومی بودن
۳.	روش اجزاء محدود	از دروس اختیاری حذف شد و در قالب درس جدید مدلسازی محاسباتی فرایندهای جوشکاری ارایه می شود.
۴.	طراحی جوشکاری با رایانه	از دروس اختیاری حذف شد و در قالب درس جدید مدلسازی محاسباتی فرایندهای جوشکاری ارایه می شود.
۵.	استانداردهای جوشکاری	از دروس اختیاری حذف شد، به دلیل همپوشانی زیاد با درس بازرسی و کنترل کیفی جوش
۶.	جنبه های مکانیکی خوردگی	خوردگی مقاطع جوشکاری شده
۷.	درس **آزمایشگاه جوشکاری پیشرفته** به عنوان یک درس یک واحدی به دلیل اهمیت و کاربرد آن به عنوان یک درس تخصصی در جدول دروس تخصصی جایگزین خطاهای اندازه گیری شد.	
۸.	درس **ساخت افزایشی** به عنوان یک درس ۲ واحدی به عنوان یک درس کاربردی و مهم در جدول درس های اختیاری منظور شد.	
۹.	درس **متالورژی جوشکاری پیشرفته ۲** به عنوان یک درس ۲ واحدی در جدول درس های اختیاری اضافه شد.	
۱۰.	درس **مواد نانوساختار** به عنوان یک درس ۲ واحدی در جدول درس های اختیاری منظور شد.	
۱۱.	**سمینار** به بصورت ۲ واحد به دروس تخصصی افزوده شد.	

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه

دوره کارشناسی ارشد رشته "مهندسی مواد گرایش جوشکاری" یکی از دوره‌های تحصیلی آموزش عالی است که هدف آن تربیت مهندسانی است که با بکارگیری دانش پدیده‌های متالورژیکی و ریزساختاری، شناخت استانداردها، مهارت بازرسی و تحلیل داده‌ها پاسخ‌گوی مشکلات صنعت باشد. فارغ التحصیلان این گرایش پس از اتمام دورس آموزشی و عملی، قادر به ارایه خدمات بزرگی به صنایع مختلف کشور در زمینه جوشکاری خواهند بود.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

جوشکاری علم و هنر اتصال مواد است. امروزه، جوشکاری بخش‌های وسیعی از تحولات و فرآیندهای مورد استفاده بشر را در تحت تاثیر قرار داده است. در دنیا مراکز تحقیقاتی و صنعتی زیادی در زمینه جوشکاری و فرایندهای اتصال فعال هستند. فرایندهای جوشکاری به منظور اتصال قطعات بسیار ظریف الکترونیکی تا جوشکاری سازه‌های عظیم فلزی بصورت گسترده بکار می‌رود. گفته می‌شود که بخش زیادی از تولیدات صنعتی هر کشوری حداقل از یک مرحله جوشکاری عبور کرده است. استفاده از تجهیزات مکانیزه و نیمه‌مکانیزه جوشکاری سبب پیشرفت‌های شگرف در زمینه استفاده از نیروی انسانی، دقت و سرعت تولید شده و پیشرفت‌های صنعتی بسیاری را فراهم نموده است.

هدف از این دوره تربیت مهندسینی است که علاوه بر توانایی‌های یک مهندس مواد، توانایی و مهارت‌های لازم برای طراحی، توسعه و مدیریت فرایندهای جوشکاری را داشته باشند. فارغ التحصیلان این رشته می‌توانند در مراکز تحقیقاتی و صنایع مرتبط با زمینه‌های سنتی یا پیشرفته مهندسی مواد شامل صنایع نفت و گاز، پالایشگاهی، هوافضا، دریایی، فولادسازی، معدنی و حمل و نقل و ... مشغول به کار شوند. هم اکنون در کشور صنایع مختلف نفت و گاز، پالایشگاهی، استخراج معادن، فولادسازی، دریایی، هوافضا و غیره به وجود متخصیصن این رشته شدیدا نیازمند هستند.

پ) ضرورت و اهمیت

امروزه ساخت و تولید از جمله موضوعات مهم و تاثیرگذار مورد توجه صنعتگران و محققان در همه کشورها بشمار می رود. جوشکاری و اتصال مواد جزئی لاینفک از ساخت و تولید است که بواسطه دامنه استفاده در صنایع مختلف بسیار مورد توجه می‌باشد و در تمام کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مورد توجه ویژه‌ای قرار دارد. از طرف دیگر، بر اساس تحولات شگرف صنعتی و تولید مواد نوین و به منظور گسترش ارتباط دانشگاه با صنایع ضرورت بازنگری برنامه درسی احساس می‌شود.

با توجه به اهمیت ویژه تولید قطعات مهندسی و بومی‌سازی تولید در داخل کشور، و با توجه به وجود تحریم‌های ظالمانه، توسعه امکانات آموزشی، آزمایشگاهی و پژوهشی این رشته بمنظور تربیت فارغ التحصیلان و متخصصین

باکیفیت این رشته می‌تواند سهم قابل توجه در توسعه اقتصاد بدون نفت و افزایش کارآفرینی در زمینه بهینه‌سازی تولید، ایجاد صنایع جدید و گسترش کاربردهای صنعتی مهندسی مواد ایفا کند. از جمله صنایع مرتبط می‌توان به صنعت حمل و نقل، صنایع دریایی، هوافضا، صنایع نفت و گاز، صنایع استخراج مواد و صنایع معدنی، فولادسازی و صنایع بیومواد اشاره کرد. این رشته پتانسیل بسیار بالایی در زمینه‌های ساخت و تولید، فرایندهای ساخت افزایشی، مقاوم سازی مواد در برابر سایش و خوردگی دارد.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس عمومی	-
دروس پایه	-
دروس تخصصی	۱۴
دروس اختیاری	۸
رساله / پایان‌نامه	۶
جمع	۲۸

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
استفاده از فناوری ها، علوم روز و ابزارهای مدرن در فعالیت های مرتبط جوشکاری و اتصال مواد	همه دروس
تحلیل پدیده های مرتبط با جوشکاری	همه دروس
آشنایی با فرایندهای سنتی و نوین جوشکاری	همه دروس
بازرسی جوشکاری و آشنایی با استانداردها	همه دروس
توانایی طراحی طرح اتصال بر اساس استانداردهای معتبر	همه دروس
مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	دروس مرتبط

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

داوطلبان با مدرک کارشناسی مهندسی مواد و سایر رشته هایی که مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مجاز می داند، می توانند در آزمون ورودی شرکت کنند.

تبصره: دانشجویانی که رشته مقطع قبلی آنان با این رشته غیرمرتبط می‌باشد بایستی تا ۱۲ واحد را به عنوان دروس جبرانی از میان دروس دوره قبل این رشته را در نیمسال اول تا دوم بگذرانند. انتخاب این دروس به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه می‌باشد و بایستی شامل دروسی باشد که دانش پایه و اصلی این رشته را در بر بگیرد. تعداد واحدهای جبرانی نیز به تشخیص گروه آموزشی دانشگاه / موسسه و بر مبنای میزان ارتباط رشته با رشته دوره قبلی دانشجو می‌باشد.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی گرایش جوشکاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	متالورژی جوشکاری پیشرفته	۲	✓			۳۲			
۲.	روش های پیشرفته جوشکاری	۲	✓			۳۲			
۳.	آزمایشگاه جوشکاری پیشرفته	۱		✓			۳۲		
۴.	روش های نوین آنالیز مواد	۲	✓			۳۲			
۵.	آزمایشگاه روشهای نوین آنالیز مواد	۱		✓			۳۲		روش های نوین آنالیز مواد
۶.	بازرسی و کنترل کیفی جوش	۲	✓			۳۲			
۷.	فرایندهای انجماد پیشرفته	۲	✓						
۸.	سمینار	۲	✓			۳۲			

جدول (۴)- عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری گرایش جوشکاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	شکست و خستگی در فلزات	۲	✓			۳۲			
۲.	لحیم کاری سخت و نرم	۲	✓			۳۲			
۳.	تجزیه تنش ها در سازه های جوشکاری شده	۲	✓			۳۲			
۴.	مهندسی سطح پیشرفته	۲	✓			۳۲			
۵.	تریبولوژی	۲	✓			۳۲			
۶.	خوردگی مقاطع جوشکاری شده	۲	✓			۳۲			
۷.	انتخاب مواد مهندسی	۲	✓			۳۲			
۸.	نفوذ در جامدات	۲	✓			۳۲			
۹.	اصول آنالیز حرارتی مواد	۲	✓			۳۲			
۱۰.	تغییر حالت های متالورژیکی	۲	✓			۳۲			
۱۱.	زیست فناوری در مهندسی مواد	۲	✓			۳۲			

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱۲.	مباحث ویژه	۲	✓			۳۲			
۱۳.	ساخت افزایشی	۲	✓			۳۲			
۱۴.	مواد نانوساختار	۲	✓			۳۲			
۱۵.	مدل سازی محاسباتی فرایندهای جوشکاری	۲	✓			۳۲			
۱۶.	متالورژی جوشکاری پیشرفته ۲	۲	✓			۳۲			
۱۷.									
۱۸.									
۱۹.									

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

عنوان درس به فارسی:	متالورژی جوشکاری پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Welding Metallurgy	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آشنایی با مباحث متالورژیکی جوشکاری

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مباحث متالورژیکی فرایندهای رایج جوشکاری
۲. معرفی مکانیزم های درگیر در ایجاد و تغییر ساختارهای جوش
۳. مباحث متالورژیکی مربوط به جوشکاری مواد مختلف

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- معرفی فرایندهای جوشکاری ذوبی
- جریان حرارت در جوشکاری
- واکنش های شیمیایی در جوشکاری
- تنش های باقیمانده، پیچیدگی و خستگی جوش
- انجماد فلز جوش و استحاله های فازی
- مباحث متالورژیکی منطقه متاثر از حرارت
- ریزساختارجوش فولادها
- جوشکاری فولادهای زنگ نزن

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان،

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Kou, Sindo. "Welding metallurgy." New Jersey, Wiley , ۲۰۰۳.
۲. Lippold, John C., and Damian J. Kotecki. Welding metallurgy and weldability of stainless steels. ۲۰۰۵.
۳. Lippold, John C. Welding metallurgy and weldability. John Wiley & Sons, ۲۰۱٤.

عنوان درس به فارسی:	روش های پیشرفته جوشکاری		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Welding Processes		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۲		اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آشنایی با روش های پیشرفته جوشکاری

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش های پیشرفته جوشکاری در مقایسه با روش های سنتی
- بررسی مزایا و معایب روش های مختلف برای مواد مختلف
- آشنایی با تجهیزات و کاربردهای صنعتی روش های مختلف

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- معرفی فرایندهای جوشکاری ذوبی
- جریان حرارت در جوشکاری
- واکنش های شیمیایی در جوشکاری
- تنش های باقیمانده، پیچیدگی و خستگی جوش
- انجماد فلز جوش و استحاله های فازی
- مباحث متالورژیکی منطقه متاثر از حرارت
- ریزساختارجوش فولادها
- جوشکاری فولادهای زنگ نزن

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان،

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Norrish, John. Advanced welding processes. Elsevier, ۲۰۰۶.
۲. Khan, Md Ibrahim. Welding science and technology. New Age International, ۲۰۰۷.
۳. Messler Jr, Robert W. Principles of welding: processes, physics, chemistry, and metallurgy. John Wiley & Sons, ۲۰۰۸.

عنوان درس به فارسی:	آزمایشگاه جوشکاری پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Welding Laboratory	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☐
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی ■ عملی ■
تعداد واحد:	۱	اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آشنایی با روش های رایج جوشکاری بصورت عملی

اهداف ویژه:

- دیدن روش های جوشکاری رایج در آزمایشگاه
- اجرای جوشکاری بصورت عملی
- انجام یک پروژه مشخص عملی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- معرفی فرایندهای جوشکاری رایج
- جوشکاری اکسی استیلن
- جوشکاری قوسی تنگستن- گاز
- فرایندهای جوشکاری حالت جامد
- فرایندهای جوشکاری مقاومتی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

حضور و انجام یک پروژه مشخص عملی و ارایه گزارش

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

حضور، نظم و ارایه گزارش ۱۰۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Norrish, John. Advanced welding processes. Elsevier, ۲۰۰۶.
۲. Kou, Sindo. "Welding metallurgy." New Jersey, Wiley , ۲۰۰۳.

عنوان درس به فارسی:	روش های نوین آنالیز مواد		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Characterization of Materials	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آشنایی با روش های نوین آنالیز مواد

اهداف ویژه:

آشنایی با روش های آنالیز ساختارها، فازها، عیوب و ترکیب شیمیایی مواد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- محدودیت های میکروسکوپ های نوری، انواع پرتوهای مطالعه مواد
- آشنایی با آنالیزهای بر پایه اشعه ایکس
- آشنایی با میکروسکوپ الکترونی روبشی
- میکروسکوپ الکترونی عبوری
- معرفی و کاربردهای روش های نوین آنالیز مواد مانند XPS
- آنالیز شیمیایی مواد

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان،

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Goldstein, J.I., Newbury, D.E., Michael, J.R., Ritchie, N.W., Scott, J.H.J. and Joy, D.C., ۲۰۱۷. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. Springer.

۲. Brandon, David, and Wayne D. Kaplan. Microstructural characterization of materials. John Wiley & Sons, ۲۰۱۳.

۳. Echlin, P., Fiori, C.E., Goldstein, J., Joy, D.C. and Newbury, D.E., ۲۰۱۳. Advanced scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. Springer Science & Business Media.

٤. Carter, C.B. and Williams, D.B. eds., ۲۰۱٦. Transmission electron microscopy: Diffraction, imaging, and spectrometry. Springer.

عنوان درس به فارسی:	آزمایشگاه روش های نوین آنالیز مواد		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Characterization of Materials Laboratory		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ☐
دروس هم‌نیاز:	- روش های نوین آنالیز مواد		تخصصی ■ عملی ■
تعداد واحد:	۱		اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

- آنجام آزمون های مختلف مشخصه یابی مواد و تحلیل نتایج

اهداف ویژه:

آشنایی با روش های آنالیز ساختارها، فازها، عیوب و ترکیب شیمیایی مواد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- آزمایش طیف سنجی پرتو ایکس
- آزمایش تعیین خطای پهن شدگی قله پراش پرتو ایکس و کار با رابطه شرر
- آزمایش تعیین پارامتر شبکه
- آزمایش مطالعه سطح مواد با میکروسکوپ الکترونی روبشی
- آزمایش شکست نگاری
- پروژه شنایی ساختاری و فازی یک ماده ناشناخته

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان،

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۵. Goldstein, J.I., Newbury, D.E., Michael, J.R., Ritchie, N.W., Scott, J.H.J. and Joy, D.C., ۲۰۱۷. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. Springer.

٦. Brandon, David, and Wayne D. Kaplan. Microstructural characterization of materials. John Wiley & Sons, ۲۰۱۳.

۷. Echlin, P., Fiori, C.E., Goldstein, J., Joy, D.C. and Newbury, D.E., ۲۰۱۳. Advanced scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. Springer Science & Business Media.

۸. Carter, C.B. and Williams, D.B. eds., ۲۰۱٦. Transmission electron microscopy: Diffraction, imaging, and spectrometry. Springer.

عنوان درس به فارسی:	بازرسی و کنترل کیفی جوش			
عنوان درس به انگلیسی:	Inspection and Quality Control of Welds		نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۲		اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ■ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

تشریح کیفیت و لزوم کنترل آن در سازه های جوشکاری شده، روشهای کنترل کیفیت و بازرسی خطوط جوش، روش های غیر مخرب و مخرب بازرسی، استانداردهای موجود در زمینه بازرسی خطوط جوش

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- معرفی روشهای جوشکاری و عیوب رایج در آن
- کیفیت جوش
- عوامل مؤثر در تأمین و تضمین کیفیت جوش
- مدارک و مستندات کیفیت شامل کدها- استانداردها- مشخصات (Specifications) و روندها(Procedures)
- تشریح آزمون های غیر مخرب بازرسی جوش ها شامل آزمونهای بازرسی چشمی، مایعات نافذ، رادیوگرافی، آلتراسونیک، ذرات مغناطیسی، جریان های گردابی، نشت سنجی، نشرأوائی با تاکید بر کاربرد در سازه های جوشکاری شده
- تشریح آزمون های مخرب بازرسی جوش ها شامل آزمون های مکانیکی (کشش، برش، خمش، خستگی، ضربه، سختی سنجی، چقرمگی شکست و ...)، متالوگرافی (ماکرو. میکرو)، شیمیائی (آنالیز شیمیائی، خوردگی یکنواخت، خوردگی موضعی، خوردگی تنشی و ...)

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. B. Raj, Nondestructive Testing of Welds, Alpha Science, ۲۰۰۲.

۲. P.E. Mix, Introduction to Nondestructive, ۲nd edition, John-Wiley publication, ۲۰۰۵.

عنوان درس به فارسی:	فرایندهای انجماد پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Solidification Processing		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۲		اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

آموزش مطالب تکمیلی به دانشجویان در خصوص اصول و مبانی علمی انجماد فلزات و چگونگی تاثیر این موارد بر ریزساختار و خواص قطعات ریخته شده

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر پدیده انجماد و اهمیت آن کاربرد انجماد در فرایند های مختلف مهندسی مواد؛ اصول فیزیکی حاکم بر پدیده انجماد (۱ ساعت)
- ساختار مایعات در مقایسه با ساختار گاز ها و جامدات کریستالی (۱ ساعت)
- ترمودینامیک انجماد؛ شامل یاد آوری و تکمیل مطالب در خصوص انرژی آزاد گیبس تعادل ترمودینامیکی پایدار و شبه پایدار، نیروی محرکه انجماد تحت تبرید سینتیکی؛ اثر عوامل مختلف از قبیل شعاع جبهه انجماد فشار؛ ترکیب درصد عناصر آلیاژی بر میزان تحت تبرید. ترمودینامیکی(۲ ساعت)
- جوانه زنی همگن و غیر همگن، و در مورد هرکدام از آن ها: محاسبه شعاع بحرانی تخمک برای جوانه زنی، سد انرژی جوانه زنی، سرعت جوانه زنی؛ جوانه زنی دینامیکی، انواع جوانه زا ها و خصوصیات آن ها (۳ ساعت)
- رشد؛ أنواع فصل مشترک جامد مایع؛ مکانیزم های رشد شامل رشد پیوسته؛ رشد دیسکی؛ رشد روی نابجایی های پیچی و رشد روی دو قلویی ها و معرفی روابط مربوط به چگونگی محاسبه سرعت رشد در هر مورد .(۳ ساعت)
- انجماد با جبهه مسطح در آلیاژ های تکفازی و معرفی و محاسبه روابط حاکم بر آنها شامل انجماد تعادلی و انواع انجماد غیر تعادلی با در نظر گرفتن میزان اختلاط در مذاب در حال انجماد و چگونگی توزیع عنصر آلیاژی در مذاب و در جامد و روابط گالیور شیل و توضیح تکنیک های مختلف جهت این نوع انجماد و رشد تک بلور ها و کاربرد های عملی این نوع انجماد از جمله روش ذوب منطقه ای. (۷ ساعت)
- تحت تبرید غلظتی، شرایط پایداری جبهه انجماد سطح برای ساخت تک بلور ها، چگونگی تشکیل ساختار سلولی؛ بررسی پروفیل غلظت در مقطع سلول ها، انجماد دندریتی؛ شرایط تحول سلولی به دندریتی: ارتباط بین سرعت سرمایش و فاصله بازو های دندریتی، درشت شدن ساختار در حین انجماد (Coarsening) .(۶ ساعت)
- انجماد با جبهه مسطح در آلیاژ های یوتکتیکی، کامپوزیت های درجا شامل ساختار های لایه ای و میله ای و شرایط تشکیل هر کدام از آن ها؛ شبه یوتکتیک های لایه ای و میله ای(۳ ساعت)
- جدایش ریز و جدایش درشت، انواع، علت ایجاد و راههای جلوگیری با کاهش اثرات مخرب هر کدام از آن ها(۳ ساعت)
- ساختار قطعات ریختگی؛ دانه های ستونی و محوری و مکانیزم ها تئوری ها و عوامل موثر در پیدایش آن ها(۳ ساعت)

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Solidification Processing, Merton C. Flemings, McGraw-Hill, ۱۹۷٤.

۲. Solidification and casting, G.J. Davis, Wiley, ۱۹۷۳.

۳. Fundamentals of Solidification, W. Kurz, D.J. Fisher, Trans Tech Publications, ۱۹۸٦.

٤. Science and Engineering of Casting Solidification, D.M. Stefanescu, Springer US, ۲۰۰۹.

عنوان درس به فارسی:	سمینار		
عنوان درس به انگلیسی:	Seminar	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	-	رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

آشنا شدن دانشجو با نحوه گرداوری مطالب تئوری و تحقیقاتی با استفاده از روش های متداول روز دنیا در ارتباط با یک موضوع خاص و ارائه مطالب تهیه شده به همراه تجزیه و تحلیل در یک ارائه شفاهی

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- بررسی مطالعاتی در یکی از موضوعات مبوط به انتخاب و شناسایی و خواص مواد مهندسی شامل تهیه لیست آخرین مقالات علمی در زمینه مورد نظر با استفاده از آخرین روش های جستجوی منابع و مراجع علمی
- جمع آوری مقالات با انجام مطالعات تئوریک و نقد و برسی کار های انجام شده و جمع بندی آن ها و نتیجه گیری نهایی
- در انجام سمینار هیچگونه آزمایشی صورت نمی گیرد و فقط بررسی و تحلیل مطالبی که توسط دیگر محققان صورت گرفته انجام می شود
- موضوع سمینار می بایست متفاوت از عنوان پروژه ارشد بوده ولی می تواند بخشی از مطالعات اولیه پروژه را دربرگیرد.
- سمینار بعد از تایپ و تدوین در یک جلسه از پیش تعیین شده با حضور استاد راهنما ، سرپرست گرایش و دانشجویان گرایش مربوطه ارائه می گردد.

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

برگزاری سمینارهای آشنایی با نگارش و ارایه توسط دانشکده ها

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ارایه گزارش ۲۰ درصد

ارایه شفاهی ۸۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Analytical Writing, William E. Winner, Morgan and Claypool Publishers, ۲۰۱۳

۲. Technical Report Writing Today, Daniel Riordan, ۱۰th Edition, Cengage Learning, ۲۰۱٤

۳. How to Write Technical Reports, Hering, Lutz, Hering, Heike, ۲۰۱۰ ٤. The Craft of Research, Wayne C. Booth and Gregory G. Colomb, ۳rd Edition, The university of Chicago press limited, ۲۰۰۸

٥. Academic Writing for Graduate Students: Essential Tasks and Skills, John M. Swales and E. B. White, ٤th Edition, Pearson press, ۲۰۰۰

عنوان درس به فارسی:	**شکست و خستگی در فلزات**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Failures and Fatigue in Metals**		
دروس پیش‌نیاز:	-		
دروس هم‌نیاز:	-		
تعداد واحد:	**۲**	**نوع درس و واحد**	
تعداد ساعت:	**۳۲**	**پایه** ☐	**نظری** ■
		تخصصی ☐	**عملی** ☐
		اختیاری ■	**نظری-عملی** ☐
		رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

آشنایی با اثر بارگذاری متناوب بر خواص داخلی و ساختاری مصالح مهندسی، جوانه زنی توک خستگی، اثر محیطهای مختلف بر جوانه زنی و رشد ترک، اثر عملیات سختکاری سطحی بر خستگی، جنبه های مهندسی خستگی، پیش بینی عمر خستگی، طراحی در مقابل خستگی، دستگاههای اندازی گیری خستگی

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه و تعاریف
- مکانیک شکست خطی
- رفتار نیمه ترد
- اثر متغیرهای محیطی و آزمایشی بر رفتار و نوع شکست
- آزمایش معیار مقاومت شکست
- اصول اندازه گیری به وسیله رشد دهانه ترک
- جنبه های میکروسکوپی شکست
- تئوری های شکست
- مطالعه موردی

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Mechanical metallurgy: principles and applications, Marc A. Meyers, Krishan Kumar Chawla, Prentice-Hall, Inc, ۱۹۸۳.

۲. Mechanical Metallurgy, George Dieter ,۳rd Edition, McGraw-Hill, ۱۹۸٦.

۳. Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, Richard W. Hertzberg, Richard P. Vinci, Jason L. Hertzberg, ٥th Edition, Wiley, ۲۰۱۲.

عنوان درس به فارسی:	لحیم کاری سخت و نرم		
عنوان درس به انگلیسی:	Brazing and Soldering		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۲		اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ■ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

- ارائه روش های لحیم کاری سخت و نرم با تأکید بر اصول فیزیکی و متالورژیکی، مواد پرکننده و روانسازها و محبط و اتمسفر مناسب، طراحی اتصال و کاربرد های آنها و روش های ارزیابی اتصالات لحیم

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه، تعریف، مشخصات کلی و کاربردی لحیم کاری سخت و نرم
- مطالعه خواص ترکندگی و خاصیت موئینگی فلز پرکننده لحیم کاری نرم و سخت و ترمودینامیک آنها
- روش های مختلف لحیم کاری سخت و روش های مختلف لحیم کاری نرم
- بررسی خواص و چگونگی انتخاب انواع فلز های پرکننده مورد استفاده در فرآیند لحیم کاری سخت و نرم
- بررسی خواص روانسازهای مورد استفاده در لحیم کاری سخت و نرم و حوزه کاربری آنها
- بررسی ترمودینامیک محیط و اتمسفر مناسب جهت انجام لحیم کاری سخت و نرم
- مواد پایه و قابلیت لحیم شوندگی آنها- اتصال فلزات به یکدیگر، اتصالات غیر فلزات به یکدیگر (سرامیک، کامپوزیت، شیشه). اتصال غبرهمجنس فلز به سرامیک (و یا به پلیمر و پا به شیشه)
- طراحی اتصال در لحیم کاری نرم و سخت و چگونگی محاسبه و بررسی خواص استحکامی و متالورژیکی آنها
- طراحی فاصله اتصال، روش های جاگذاری فلز پرکننده در منطقه اتصال لحیم سخت و نرم
- انتخاب دمای پیش گرم در لحیم کاری سخت و نرم در صورت نیاز
- روش های ارزیابی اتصال لحیم سخت و نرم (آزمون های ارزیابی تر شوندگی - آزمون های ارزیابی غیر مخرب و مخرب).
- ساختار و مشخصات عیوب در اتصالات لحیم سخت و نرم
- استانداردها در لحیم کاری سخت و نرم- چگونگی تکمیل فرم های روش انجام آزمایش لحیم کاری سخت و مشخصات آنها (BPS)و روش انجام آزمایش لحیم کاری نرم و مشخصات آنها (SPS)وروش انجام آزمایش های کنترل کیفی و ثبت آنها (PQR).

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و میان ترم	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. David M Jacobson, Giles, Humpston, Principles of Brazing, ASM International, ۲۰۰۵.

۲. Mel M. Schwartz, Brazing, ASM International, ۲۰۰۳.

۳. Dušan P Sekulić, Publisher, Advances in Brazing: Science, Technology and Applications, Woodhead Publishing Series in Welding and Other Joining Technologies, ۲۰۱۳.

عنوان درس به فارسی:	تجزیه تنش ها در سازه های جوشکاری شده		
عنوان درس به انگلیسی:	Analysis of Welded Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ■ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

ارائه مفاهیم پایه از تجزیه و تحلیل انتقال حرارت، دما، تنش ها و کرنش های حرارتی و پس ماند، ریش های اندازه گیری تنش و کرنش پس ماند، اعوجاج، شکست و خستگی با کاربری های طراحی و شبیه سازی در جوش و ساخت و تولید

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- انتقال حرارت و توزیع حرارت در جوشکاری
- تجزیه و تحلیل تغییر فرم، اعوجاج و تنش پس ماند در جوشکاری
- روش های اندازه گیری تنش پس ماند در جوشکاری
- اثر متغیرهای جوش (سرعت جوشکاری-گرمای ورودی و ...) بروی تنش پس ماند
- تنش های حرارتی گذراء
- مقدار و توزیع تنش پس ماند در جوشکاری (تئوری)
- ارائه فرمول های تجربی و تنوری اندازه گیری اعوجاج در سازه های جوشکاری شده
- تجزیه و تحلیل پدیده شکست در جوشکاری -مطالعات تئوری و آزمایشگاهی شکست ترد در جوشکاری
- تجزیه و تحلیل شکست بر اثر خستگی و ارتباط آن با تنش پس ماند
- أثر تنش پس ماند بر روی خوردگی تحت تنش و هیدروژن تردی
- اثر اعوجاج وتنش پس ماند بر روی
- تجزیه و تحلیل ترک ها و قید و بند در جوشکاری

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر، پروژه و میان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Koichi Masubuchi and D. W. Hopkins, Analysis of Welded Structures, Residual Stresses, Distortion, and Their Consequences, ۲۰۱۳.

۲. Oystein Grong, Metallurgical Modeling of Welding (Materials Modeling) CRC Press, ۱۹۹٤.

۳. Pan Michaleris, Minimization of Welding Distortion and Buckling, Woodhead Publishing ۲۰۱۱.

٤. L-E. Lindgren, Computational Welding Mechanics, ۲۰۰۷.

عنوان درس به فارسی:	مهندسی سطح پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Surface Engineering		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۲		اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ■ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با روش های نوین مهندسی سطح جهت افزایش خواص سطحی قطعات و بهبود عملکرد آنها

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- انواع فرایند های مهندسی نوین سطح شامل: فرایند های متالورژیکی(فرایندهای ذوب سطحی، پرتو لیزر، پرتو الکترونی سایر منابع متمرکز انرژی) و فرایند های حرارتی- شیمیایی (کربوراسیون پلاسمایی، نیتراسیون پلاسمایی، آلومینایزینگ ، کرومایزینگ ، ...) و فرایند های مکانیکی شامل: ساچمه کویی، شوک لیزری، سایر فرایندها شامل همزن اصطکاکی، .....
- پوشش دهی شامل: رسوب نشانی فیزیکی،رسوب نشانی شیمیایی، پاشش حرارتی
- روش های مبتنی بر پلاسما.
- روش های حرارتی با سرعت مافوق صوت
- روش های سرد با سرعت مافوق صوته
- لایه نشانی با لیزر
- مراحل اجرای روش مهندسی سطح شامل: انتخاب مواد، انتخاب فرایند، انتخاب روش.
- مراحل اجرای فرایند انتخابی
- نحوه ارزیابی خواص سطحی شامل: خواص مکانیکی (سختی، استحکام چسبندگی و چقرمگی) خواص شیمیایی شامل : ترکیب شیمیایی عناصر خوردگی، اکسیداسیون و خواص فیزیکی شمال: مطالعه زبری سطح ، ساختار میکروسکوپ، تخلخل، تشخیص فازهای موجود

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و میان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. ASM Metals Handbook Vol. ۵, Surface Engineering, ASM Interational.

۲. □.□. □□□□□□□□□, □. □□□□□□□□□, □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□: □ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□, ۱۹۹۱.

۳. □. □□□□□□□□□□□, □. □□□□□□□□□□, □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□, □□□□□□□□□□, □□□□□□□□□□, □□□□□□□□□□□□□□, □□□ □□□□□□, ۱۹۹۹.

۴. □. □ Bach, A.Laarmann,and T. Wenz, Modern Surface Technology, ۲۰۰٤.

عنوان درس به فارسی:	تریبولوژی		
عنوان درس به انگلیسی:	Tribology	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

طرح مبانی تماس انواع سطوح با یکدیگر و نوع سایشی که اتفاق می افتد به همراه مکانیزم ها و تئوری های مختلفی که در مباحث تریبولوژیک مطرح می شوند

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر تریبولوژی
- ویژگی سطوح و تماس سطحی: زبری سلح، ناهنجاری های سطوح مهندسی
- اصطکاک: قوانین اصطکاک ، اصطکاک چسبنده همراه با تاثیرات فیلم های سطحی و پوششها بر اصطکاک چسبنده، بزرگ شدن محل اتصال، اصطکاک بوسیله تغییر شکل پلاستیک، تاثیرات نیرو ، سرعت ، محیط ، دما، ساختار ، فیلم های سطحی و ناهنجاری سطح بر اصطکاک
- محاسبه و اندازه گیری دمای سطح در تریبولوژی
- سایش: سایش چسبنده ، تئوری سایش چسبنده ، انتخاب مواد ، سایش بوسیله تغییر شکل پلاستیک و سایش خراشی، تئوری مربوطه ، انتخاب مواد، سایش خستگی، سایش خوردگی و شیمیایی ، سایش رفتگی و سایش فرتینگ (تماسی نوسانی ریز با دامنه بسیار اندک)
- سایش و اصطکاک روانکاری جامد، سایش و اصطکاک پلیمر ها و سرامیک ها

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال، میان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Engineering Tribology, G. W. Stachowiak and A. W. Batchelor, ٤th edition, Elsevier, ۲۰۱٤.

۲. Tribology, I. M. Hutchings, ۱۹۹۲.

۳. □.□. □□□□□, □□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□ □□□ □□□□ □□□□□□□□□□, □□□ □□□□□□□□□□□□□, ۲۰۰۱

عنوان درس به فارسی:	خوردگی مقاطع جوشکاری شده		
عنوان درس به انگلیسی:	Corrosion of Weldments	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

طرح مبانی مهندسی خوردگی و آشنایی را روش های کاهش خوردگی در نمونه های جوشکاری شده

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر مهندسی خوردگی
- پایه های الکتروشیمیایی خوردگی
- انواع خوردگی مقاطع جوش
- خوردگی مقاطع جوش فولادهای ساده کربنی و زنگ نزن
- خوردگی مقاطع جوش آلیاژهای غیر آهنی
- روش های کاهش خوردگی مقاطع جوش

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و میان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Davis JR, editor. Corrosion of weldments. ASM international; ۲۰۰۶.

۲. McCafferty, Edward. Introduction to corrosion science. Springer Science & Business Media, ۲۰۱۰.

۳.Revie, R. Winston. Corrosion and corrosion control: an introduction to corrosion science and engineering. John Wiley & Sons, ۲۰۰۸.

عنوان درس به فارسی:	انتخاب مواد مهندسی		
عنوان درس به انگلیسی:	Selection of Engineering Materilsa		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۲		اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

معرفی و دسته بندی مواد مهندسی و آشنایی با معیارهای انتخاب مواد بر حسب کلریرد و مشخصات مد نظر

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه و معرفی مواد مهندسی
- اهداف مهم انتخاب مواد مهندسی
- قیمت و اقتصاد در انتخاب مواد
- انتخاب مواد بر اساس خواص مکانیکی
- انتخاب مواد برای کاربردهای مقاومت به سایش
- انتخاب مواد برای کاربردهای مقاومت به خوردگی
- مواد کاربردی در دمای بالا
- معرفی استانداردهای لازم جهت انتخاب مواد
- گزارش نویسی استاندارد به منظور معرفی یا ماده مشخص

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و میان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Crane, F. Selection and use of engineering materials. Elsevier, ۱۹۹۷.

عنوان درس به فارسی:	نفوذ در جامدات		
عنوان درس به انگلیسی:	Diffusion in Solids		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۲		اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

طرح کلیه مباحث مربوط به نفوذ اتم ها در جامدات شامل قوانین، معادلات، سرعت، مکانیزم ها، ضرایب نفوذ و غیره

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- قوانین اول و دوم فیک.
- حل قانون دوم فیکه برای چند حالت خاص
- تسهیل نفوذ توسط اعمال تنش
- نرخ استحاله های فازی بر اساس روابط نفوذ.
- تنوری اتمی نفوذ.
- تأثیر فشار هیدرواستاتیک بر نفوذ
- نفوذ در آلیاژهای رقیق
- نفوذ ناخالصی در فلزات خالص
- ضریب نفوذ در خود،ضریب نفوذ ذاتی و ضریب نفوذ درهم (شیمیایی)
- پدیده کرکندال روابط دارکن
- نفوذ در جامدات یونی و سرامیک ها

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و میان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Shewmon, Paul, ed. Diffusion in solids. Springer, ۲۰۱۶.

۲.Diffusion in Solids (Fundamentals, Methods, Materials, Diffusion-Controlled Processes). Springer, ۲۰۰۷.

۲. Martin Eden, Diffusion in Solids, field theory, solid state principle & applications, John Wiley Sons, ۲۰۰۰.

عنوان درس به فارسی:	اصول آنالیز حرارتی مواد		نوع درس و واحد	
عنوان درس به انگلیسی:	Principles of Thermal Analysis of Materials		پایه ☐	نظری ■
دروس پیش‌نیاز:	-		تخصصی ☐	عملی ☐
دروس هم‌نیاز:	-		اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد واحد:	۲		رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۳۲			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان به اصول روش های آنالیز حرارتی مواد و نقش متغیرهای موثر در حصول جواب های قابل اطمینان

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- آشنایی کلی با روش های آنالیز حرارتی
- آنالیز حرارتی جرم سنجی افتراقی و متغیر های مؤثر روی این آزمایش
- نحوه مطالعات سینتیکی فرآیندها با این روش
- آنالیز حرارت و متغیر های مؤثر در اخذ جواب مناسب از این روش
- نحوه مطالعات سینتیکی با این روش
- روش های آنالیز حرارتی هم زمان
- روش های شناسایی و آنالیز گازها در دستگاه های آنالیز حرارتی
- ترکیب روش های EGA و EGD با TG و DSC یا DTA
- روش های آنالیز حرارتی مکانیکی-حرارتی
- سایر روش های آنالیز حرارتی و روش های کالری متری در دمای ثابت

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و میان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Micheal E. Brown, Introduction to Thermal Analysis Techniques and Applications, ۲۰۰۱.

۲. Paul Gabbott, Principles and Application of Thermal Analysis, ۲۰۰۸.

۳. Haines, Peter J. Thermal methods of analysis: principles, applications and problems. Springer, ۲۰۱۲.

٤. P.J. Haines, Principles of Thermal Analysis and Calorimetry, ۲۰۰۲, RSC.

٥. Stephen Z.D. Cheng" Hand book of Thermal Analysis and Calorimetry" Elsevier, ۲۰۰۲.

٦. Joseph D. Menczel and R. Bruce Prime "Thermal Analysis of Polymers: Fundamentals and Applications" Wiley, ۲۰۰۹.

عنوان درس به فارسی:	تغییر حالت های متالورژیکی		نوع درس و واحد	
عنوان درس به انگلیسی:	Metallurgical Phase Transformation		پایه ☐	نظری ■
دروس پیش‌نیاز:	-		تخصصی ☐	عملی ☐
دروس هم‌نیاز:	-		اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد واحد:	۲		رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۳۲			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

آشنایی با تغییر حالت های ممکن فازی در سیستم های متالورژیکی و بررسی ترمودینامیکی و سینتیکی آنها

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- تعریف تغییر حالت و انواع تغییر حالت.
- تئوری تغییر حالت بر اساس ترمودینامیک أصول تعادل پایدار و نیمه پایدار.
- طبقه بندی تغییر حالت، تعریف سرعت تغییر حالت و نیروی محرکه برای تغییر حالت
- ترمودینامیک و سینتیک تغییر حالت
- روش های اندازه گیری سرعت تغییر حالت
- معادلات سرعت تغییر حالت
- معادلات سرعت برای تغییر حالت غیر همگن انرژی محرکه تجربی و پارامترهای موثر
- منحنی های تغییرات زمان
- درجه حرارت و تغییر حالت اسپیندودالی بازیابی و تبلور مجدد
- بازیابی، تغییر حالت توام با جوانه زنی و بازیابی
- حرکت مرز دانه ها و سرعت رشد دانه ها
- مکانیسم و مشخصات کریستالوگرافی فاز بینیت
- تغییر حالت منظم به غیرمنظم و قوانین سرعت تغییر حالت
- مناطق جوانه زنی و رشد مناطق
- تغییر حالت های بدون نفوذ و جا به جا شدن اتم ها. مشخصات تغییر حالت بدون نفوذ اتم ها
- خصوصیات سرعت تغییر حالت های مارتنزیتی

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ومیان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Porter, David A., and Kenneth E. Easterling. Phase transformations in metals and alloys (revised reprint). CRC press, ۲۰۰۹.

۲.Perez, Nestor. Phase Transformation in Metals: Mathematics, Theory and Practice. Springer Nature, ۲۰۲۰.

۳. Thermodynamics in Materials Science, Robert Dehoff, ۲nd Edition, Taylor and Francis Group, ۲۰۰۶.

٤. Kinitics of Materials, Robert W. Balluffi, Samuel M. Allen,and W. Craig Carter, John Wiely and Sons Inc, ۲۰۰۵.

عنوان درس به فارسی:	زیست فناوری در مهندسی مواد			
عنوان درس به انگلیسی:	Biotechnology in Materials Engineering		نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲		اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

مطالعه کلی میکروارگانیسم ها و سینتیک و انواع آنها

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر میکروارگانیسم ها و کاربردهای آن
- انواع میکروارگانیسم ها در متالورژی (باکتری ها، قارچ ها، مخمرها و جلبک ها).
- مقایسه میکروارگانیسم ها (سینتیک، عملکرد، تحمل و ...)
- اسیدهای تولیدی توسط میکروارگانیسم ها شامل: اسیدهای معدنی و اسید های آلی (اسید سیتریک، اسید اگزالیکه اسید گلوکونیک، اسید مالیک، اسیدهای دیگر)
- روش های صنعتی تولید اسیدهای آلی به روش بایولوژیک
- خالص سازی محصولات بایولوژیکی
- انحلال زیستی (بایولیچینگ) در صنعت
- سینتیک و ترمودینامیک، مدل های کنترل کننده، مدل های جذب (لانگ میور و ...)، مدل های انحلال (SCM)
- راکتورها، موازنه جرم در راکتورها، روشهای مختلف تماس (هیپ، در جا، ستونی و ...)
- روش های آنالیزی
- شمارش میکروارگانیسم ها

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و میان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Villadsen, John, Fundamental Bioengineering, John Wiley & Sons, ۲۰۱٦.

۲. Tkacz, Jan S., and Lene Lange, Advances in fungal biotechnology for industry, agriculture, and medicine. Springer, ۲۰۰٤.

۳. Gadd, Geoffrey Michael, Ed. Fungi in biogeochemical cycles, Vol. ۲٤, Cambridge University Press, ۲۰۰٦.

٤. Kavanagh, Kevin, Ed. Fungi: biology and applications, John Wiley & Sons, ۲۰۱۱.

٥. Murr, Lawrence, Ed. Metallurgical applications of bacterial leaching and related microbiological phenomena, ۲

۱. Kawatra, S. Komar, and K. A. Natarajan, Mineral Biotechnology, SME, ۲۰۰۱.

عنوان درس به فارسی:	ساخت افزایشی	
عنوان درس به انگلیسی:	Additive Manufacturing	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۲	اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

آشنایی با روش های نوین و سنتی ساخت مواد، ساخت افزایشی، محدودیت ها و صنعتی شدن این فرایندها.

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- معرفی و تاریخچه ساخت افزایشی
- مختصات پودری در فرایندهای ساخت افزایشی
- انواع فرایندهای ساخت افزایشی
- فرایندهای تکمیلی بعد ساخت
- متالورژی ساختارهای پرینت شده فلزی
- خواص مکانیکی قطعات فلزی ساخته افزایشی
- بررسی و ارایه موارد صنعتی

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و میان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱.Gu, Dongdong. Laser additive manufacturing of high-performance materials. Springer, ۲۰۱۵.

۲. Kumar, L. Jyothish, Pulak M. Pandey, ۳D printing and additive manufacturing technologies. Springer, ۲۰۱۹.

۳. Zhang, Jing, and Yeon-Gil Jung, Additive manufacturing: materials, processes, quantifications and applications. Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۸.

٤. Singh, Rupinder, and J. Paulo Davim, eds. Additive Manufacturing: Applications and Innovations. CRC Press, ۲۰۱۸.

٥.Brandt, Milan, ed. "Laser additive manufacturing: materials, design, technologies, and applications." ۲۰۱٦.

عنوان درس به فارسی:	مواد نانوساختار		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanostructured Materials		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۲		اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

مطالعه کلی میکروارگانیسم ها و سینتیک و انواع آنها

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مواد پیشرفته
- مبانی نانوفناوری
- تعریف و تقسیم‌بندی مواد نانوساختار و برخی خواص آنها
- نانو مواد صفر بعدی، نانو خوشه ها
- نانو مواد یک بعدی، نانوساختارهای کربنی
- نانو مواد دو بعدی، گرافن، باکی پیپر، لایه های نازک
- نانو مواد سه بعدی، نانوکریستال‌ها و نانو کامپوزیت ها: خواص، تولید و کاربرد
- مشخصه‌یابی مواد نانوساختار

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و میان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Philippe Serp, Bruno Machado, Nanostructured Carbon Materials for Catalysis, Royal Society of Chemistry, ۲۰۱۵.

۲. Ruslan Z. Valiev, Alexander P. Zhilyaev, Terence G. Langdon, Bulk Nanostructured Materials: Fundamentals and Applications, John Wiley & Sons, OCT ۲۰۱۳.

۳. Sivakumar, P. M, ''Nanostructure, nanosystems, and nanostructured materials: theory, production'', Apple Academic Press, ۲۰۱٤.

٤. Arvey Goldestein, Handbook of nanophase materials, Marcel Dekker Inc., ۱۹۹۷.

عنوان درس به فارسی:	مدل سازی محاسباتی فرایند های جوشکاری		نوع درس و واحد	
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Modeling of Welding Processes		پایه ☐	نظری ■
دروس پیش‌نیاز:	-		تخصصی ☐	عملی ☐
دروس هم‌نیاز:	-		اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد واحد:	۲		رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۳۲			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

ارائه مفاهیم پایه طراحی جوش با استفاده از نرم افزارهای این حوزه، بررسی انتقال حرارت، شکل هندسی، محاسبه تنش پسماند، آشنایی با دینامیک سیالات محاسباتی، قابلیت پیش بینی شرایط جوشکاری، کمک به درک بهتر فیزیک جوشکاری.

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- اصول اولیه مدل سازی فرآیندهای جوش و اتصال
- مدل سازی انتقال حرارت و توزیع شار حرارتی در جوشکاری
- بررسی انواع نیروهای وارد بر حوضچه جوش (نیروهای وارد بر حجم، وارد بر سطح و شرایط مرزی)
- آشنایی با مفاهیم دینامیک سیالات محاسباتی (بقای جرم، مومنتوم و انرژی، دیورژانش، معادلات ناویر استوکس و تابع جریان، دیدگاه لاگرانژی و اویلری)
- مروری بر روش های عددی حل معادلات دیفرانسیل جزئی (اجزا محدود – حجم محدود و تفاضل محدود، تکنیک رهگیری سطح آزاد)
- آشنایی با انواع حل گرهای عددی شامل ضمنی و صریح، تکنیک های همگرایی و رفع خطا، تعریف گام های زمانی، انواع مش بندی فعال و غیرفعال
- تجزیه و تحلیل تغییر فرم، اعوجاج و تنش پسماند حین جوشکاری
- پیش بینی اثر متغیرهای جوشکاری (سرعت جوشکاری، گرمای ورودی و ...) بر روی طراحی جوش و خواص آن
- مقدمه ای بر نرم افزارهای پیشرو منطبق بر روش های حل عددی

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و میان ترم	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. ۱- H. Cerjak, K.E. Easterling, Mathematical Modeling of Weld Phenomena, The Institute of Materials, ۱۹۹۳.

۲- John A. Goldak, M. Akhlaghi, Computational Welding Mechanics, Springer, ۲۰۰۵.

۳- Joel H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, ۳rd Edi., ۲۰۰۲.

٤- P. Michaleris, Minimization of welding distortion and buckling, Modelling and implementation, WP, ۲۰۱۱.

٥- G. Takacs, Temperature Controlled Welding Simulation, ۲۰۱٦.

عنوان درس به فارسی:	متالورژی جوشکاری پیشرفته ۲	
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Welding Metallurgy ۲	
دروس پیش‌نیاز:	-	
دروس هم‌نیاز:	-	
تعداد واحد:	۲	
تعداد ساعت:	۳۲	

نوع درس و واحد		
نظری ■	پایه □	
عملی □	تخصصی □	
نظری-عملی □	اختیاری ■	
	رساله / پایان‌نامه □	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □کارگاه □ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

آشنایی با مباحث نوین در جوشکاری و اتصال مواد پیشرفته

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:

- جوانه زنی و رشد دانه ها در فلز جوش
- ریزجدایش ها و درشت جدایش ها در ضمن انجماد فلز جوش
- ترک خوردن گرم ، ترک خوردن حالت جامد و ترک خوردن در منطقه مجاور جوش
- افت خواص مکانیکی در منطقه مجاور جوش
- شکست و خستگی در مقاطع جوش
- آزمون های جوش پذیری
- اتصال فلزات غیرمشابه
- روکش کاری جوشی
- جوشکاری فولادهای زنگ نزن
- جوشکاری سوپرآلیاژها
- جوشکاری آلیاژهای منیزیم
- ÷جوشکاری مواد نانوساختار و نانوکامپوزیت ها
- جوشکاری آلیاژهای انتروپی بالا

پ) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان

ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال و میان ترم	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. John C. Lippold , Welding Metallurgy and Weldability, , Wiley, ۲۰۱۵.

۲. John N. DuPont, John C. Lippold, Samuel D. Kiser, Welding Metallurgy and Weldability of Nickel-Base Alloys, Wiley, ۲۰۰۹.

۳. John C. Lippold and Damian J. Kotecki, Welding Metallurgy and Weldability of Stainless Steels, Wiley, ۲۰۰۵.