جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی

# رشته مهندسی ساخت در صنایع دریایی

دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته

گروه فنی و مهندسی

**به استناد مصوبه جلسه شماره ۸۶۱ تاریخ ۱۳۹۴/۰۳/۱۶ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی**

باسمه تعالی

**نام رشته: مهندسی ساخت در صنایع دریایی** **عنوان گرایش:-**

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

**کارگروه تخصصی: دریا** **نوع مصوبه: تدوین**

**پیشنهادی دانشگاه: صنعتی امیرکبیر**

به استناد مصوبه جلسه ۸۶۱ شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی در تاریخ ۱۳۹۴/۰۳/۱۶؛ در مورد تایید برنامه‌های مدون و دارای مجوز و تا زمان بازنگری در شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی و یا دانشگاه مجری سطح یک و دو با عنایت به مصوبه تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای برنامه‌ریزی آموزشی دانشگاه صنعتی امیرکبیر در مورد تصویب برنامه درسی مهندسی ساخت در صنایع دریایی در مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته این برنامه تا زمان بازنگری، مصوب تلقی می شود.

**دکتر محمدرضا آهنچیان**

**دبیر شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی**

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی‌تکنیک تهران)

# مشخصات کلی، برنامه و سر فصل دروس

## دوره کا رشنا سی ارشد

## مهندسی ساخت در صنایع دریایی

**بسم الله الرحمن الرحیم**

# برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی ساخت در صنایع دریایی

گروه : فنی و مهندسی – بین رشته ای　　کمینه تخصصی : فنی و مهندسی

رشته : مهندسی ساخت در صنایع دریایی　　گرایش :

دوره : کارشناسی ارشد　　کد رشته :

شورای عالی برنامه ریزی در ..... بر اساس طرح دوره کارشناسی ارشد مهندسی ساخت در صنایع دریایی که توسط گروه ..... تهیه شده و به تایید رسیده است. برنامه آموزشی این دوره را در سه فصل (مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرد و مقرر می دارد :

ماده ۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی ساخت در صنایع دریایی از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم الاجرا است.

الف : دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اداره می شوند.

ب : موسساتی که با اجازه رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و بر اساس قوانین تاسیس می شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی می باشند.

ج : موسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده ۲) از تاریخ ..... کلیه دوره های آموزشی و برنامه های مشابه موسسات آموزشی در زمینه کارشناسی ارشد مهندسی ساخت در صنایع دریایی در همه دانشگاه ها و موسسات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مذکور در ماده ۱ منسوخ می شوند و دانشگاه ها و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری یاد شده مطابق مقررات می توانند این دوره را دایر و برنامه جدید را اجرا نمایند.

ماده ۳) مشخصات کلی و برنامه درسی و سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد مهندسی ساخت در صنایع دریایی در سه فصل جهت اجرا به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ابلاغ می شود.

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
شورای برنامه ریزی

## فصل اول

**۱-۱- عنوان :** کارشناسی ارشد مهندسی ساخت در صنایع دریایی

**۱-۲- تعریف و هدف :**

دوره کارشناسی ارشد مهندسی ساخت در صنایع دریایی مجموعه ای است از دروس نظری، آزمایشگاهی پیشرفته و پروژه تحقیقاتی که به منظور تربیت نیروهای متخصص در زمینه روشهای ساخت سازه های ثابت ومتحرک دریایی از مواد مختلف فلزی وغیرفلزی برای صنایع و مراکز تحقیقاتی و آموزشی برنامه ریزی شده است. از این رو، هماهنگی های آموزشی و تحقیقاتی منسجم با وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، کشور وسایر موسسات آموزشی و تحقیقاتی در رابطه با علوم و فنون اتصالات و کنترل کیفی در صنایع دریایی و موضوعات جانبی آن الزامی می باشد. محور اصلی و استراتژی برنامه ریزی انجام شده تربیت نیروی متخصصی است که بتواند با افزایش توانایی های دانش فنی، قدرت درک و تجزیه و تحلیل بیشتر بر مبنای اصول مشخص (استانداردهای بین المللی) در جهت انجام هر چه مطلوب تر وظایف محوله را داشته تا بتواند جوابگوی نیازهای صنا یع دریایی کشور در زمینه شناورها- سکوها – اسکله ها و لوله گذاری در دریاهاو .. موضوعات جنبی آن باشد.

**۱-۳- طول دوره و شکل و نظام آن :**

زمان لازم آموزش این دوره به طور متوسط (۲) سال می باشد. حداقل و حداکثر مجاز آن مطابق آئین نامه دوره کارشناسی ارشد می باشد. نظام آموزشی واحدی است و دروس در چهار ترم طبق مقررات آموزشی دوره کارشناسی ارشد دانشگاه برگزار می گردد. زمان هر نیمه سال ۱۶ هفته و مدت تدریس یک واحدنظری ۱۶ ساعت و یک جلسه آزمون، آموزش عملی آزمایشگاهی ۳۲ ساعت و آموزش کارگاهی ۴۸ ساعت به اضافه یک جلسه آزمون مربوطه در طول ترم می باشد.

**۱-٤- شرایط پذیرش دانشجو :** (دانشجویان این گرایش می توانند از جنسیت مذکر و مونث باشند)

**۱-٤- ۱-گزینش علمی :**

مطابق مقررات عمومی در دانشگاه ها بوده و امتحانات ورودی شامل:

امتحانات کتبی از دروس ذیل در سطح کارشناسی می با شد.

**٤-١-٢- موضوعات امتحان کتبی عبارتند از :**

| | |
|---|---|
| زبان خارجی (انگلیسی)، | ضریب ۱ |
| ریاضیات مهندسی، | ضریب ۲ |
| علم مواد، | ضریب ۳ |
| تکنولوژی جوشکاری، | ضریب ۳ |
| متالورژی جوشکاری | ضریب ۳ |
| تکنولوژی ساخت کشتی و سازه های دریایی | ضریب ۳ |
| موادمرکب | ضریب ۳ |

**٥-١- گرایش های تحصیلی مورد نیاز (شرایط پذیرش دانشجو)**

دارا بودن مدرک کارشناسی مهندسی شامل :

کشتی سازی و صنایع دریایی

زیرشاخه های مواد و متالورژی

جوشکاری و مهندسی صنایع (تکنولوژی صنعتی)

زیر شاخه های رشته مکانیک : طراحی جامدات - سیالات - ساخت تولید - هوافضا

برق - الکترونیک - شیمی

**٦-١-نقش و توانایی**

دنیای صنعت در سالهای اخیر شاهد اکتشافات علمی و فنی به همراه سایر تحولات در حوزه های اقتصاد، سیاست، فرهنگ و تعامل اجتماعی بوده که این خود شدیدا تاثیرگذار بر یکپارچگی نظام صنایع ملی در هر کشور شده است. از جمله این تحولات شروع عصر فراصنعتی در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و چالشها و فرصت های ناشی از آن برای کشورهای در حال توسعه می باشد. به باور بسیاری از صاحب‌نظران عصر جدیدی از انتقال برخی رشته فعالیت‌های صنعتی از جهان غرب به کشورهای در حال توسعه فراهم شده است که به شرط تامین بسترها و زیربناهای لازم می‌توان از این فرصت‌ها در جهت عبور هر چه سریع‌تر از مرحله در حال توسعگی به توسعه یافتگی صنعتی و اقتصادی بهره برد.

از جمله زیربناهای لازم برای بهره برداری از فرصت های به وجود آمده جهانی، ساماندهی و قانونمند کردن حوزه-های مختلف صنعتی نظیر مهندسی ساخت در صنایع دریایی و انطباق آن با کد و استانداردها و رویه های اجرایی بین‌المللی است که از ضروری‌ترین تلاش های لازم برای بهره برداری از فرصت های مذکور در این صنعت به شمار می‌رود. صنعت دریایی با دامنه وسیعی از تعاملات با سایر تخصص ها و فعالیت های علمی به گونه‌ای است که هیچ سیاستگذار و

برنامه ریزی را چاره‌ای جز توجه به تنگناها و امکانات این صنعت به منظور عملی نمودن آرمان های توسعه صنعتی نمی‌باشد.

مهندسی ساخت درصنایع دریایی رشته‌ای از مهندسی است که در ارتباط با علوم و فن‌آوری ساخت محصولاتی نظیر کشتی، سازه‌های فراساحل، سازه‌های شناور و سازه های غوطه‌ور، از مواد متداول مهندسی نظیر فولاد و فلزات آلیاژی و همچنین از مواد پیشرفته مهندسی نظیر انواع کامپوزیتهای پلیمری می‌باشد. در بخش ساخت محصولات فلزی، مباحثی نظیر روشهای برشکاری و شکل دهی ورقهای فلزی و همچنین روشهای اتصال قطعات ورقهای فلزی به یکدیگر و به عبارت دیگر تکنیک جوشکاری ورقهای فلزی دارای مهمترین جایگاه می‌باشند. به دلیل گستردگی انواع فلزات آلیاژی مورد استفاده در ساخت محصولات دریایی که دارای اشکال هندسی متنوعی هستند، روشهای جوشکاری جهت اتصال این فلزات و استانداردهای مربوطهٔ متنوعی نیز در دنیا ارائه گردیده‌اند. از طرف دیگر در بخش ساخت محصولات کامپوزیتی، مباحثی نظیر روشهای ساخت قالب مناسب، فرآیندهای مختلف ساخت، روشهای لایه‌گذاری، و کاربرد الیاف ولایه های مختلف از مواردی است که امروزه مورد توجه رشته مهندسی ساخت هستند.

اولین کد و دستورالعمل های اجرائی ساخت کشتیهای فولادی بر اساس فناوری پیچ و پرچ به ترتیب در سال ۱۸۵۵ میلادی به وسیله کمپانی لویدز رجیستر[1] و در سال ۱۸۵۸ به وسیله کمپانی وریتاس[2] منتشر و لازم الاجراء گردیدند. در سال ۱۸۹۸ میلادی در انگلستان ساخت قسمت هایی از یک کشتی یخ شکن به نام Ermak Ice Breaker به وسیله جوشکاری انجام گردید. در سال ۱۹۰۵ میلادی صنعت جوش در تعمیر کشتی های روسی که در جنگ با ژاپنی ها صدمه دیده بودند مورد استفاده قرار گرفت. این پیشرفت شگرف این جسارت را به متخصصین داد و آنان را بر آن داشت تا از ابتدا در مراحل ساخت کشتیها از فناوری جوشکاری استفاده نمایند. در سال۱۹۱۸ میلادی در انگلستان اولین دستورالعمل اجرائی (کد) جهت طراحی و ساخت کشتی با فرایند جوشکاری به وسیله لویدز رجیستر منتشر و به کار گرفته شد. از سال ۱۹۱۹میلادی در انگلستان و سوئد اولین کشتی های بزرگ قاره پیما با ظرفیت حمل بار ۳۹۸ تن به طور کامل با فرایند جوشکاری ساخته و مورد بهره برداری قرار گرفتند.

---

[1] Lloyds Register
[2] Bureau Veritas

در مسیر تکامل صنعتی انتشار اولین دستور العمل اجرائی (کد) جدید جوشکاری در کشور آلمان در سال ۱۹۲۶ میلادی منتشر و لازم الاجراء گردید. از آن پس در سال های ۱۹۳۲ به ترتیب قسمت هایی از کشتی های جنگی و زیر دریاییها در کشور انگلستان، ایتالیا و ایالات متحده امریکا به وسیله فرایند جوشکاری ساخته شدند. از جمله فعالیت های شگرف قابل ذکر دیگر این صنعت در امریکا، طراحی و ساخت حدود ۵۰۰۰ تانکر از نوع Ship Liberty با استفاده کامل از فرایند جوشکاری است که امروزه زیرساختار ناوگان جنگی دریایی امریکا را تشکیل میدهند. در آن سال ها به علت پدیده شکست ترد[۲] قسمت اعظم آنها به مرحله بهره برداری نرسیدند. در طی سال های بعد این مشکل به وسیله متخصصین و دانشمندان مورد بررسی قرار گرفت تا بالاخره با اعمال اصول مکانیزم شکست ترد این معضل صنعتی برطرف گردید.

از سالهای ۱۹۵۳ به بعد، موضوع برطرف نمودن مشکل پدیدهٔ خستگی از سازه های جوشکاری شده مورد تحقیق و بررسی قرار گرفت تا سرانجام در سال ۱۹۸۱ کد و دستورالعمل های اجرایی مقاومت به خستگی تدوین و به مرحله اجرا درآمد. هر چند که امروزه بزرگ ترین معضل سیاستگذاران صنعتی عبارتست از کاربرد بحرانی سازه های جوشکاری شده که به سن بحرانی رسیده و فرسوده شده اند و عملا هنوز مانند دوران جوانی شان مورد استفاده بشر قرار دارند می باشد. لذا ابداع راهکارهای علمی و فنی برای تجزیه و تحلیل کلیه مراحل چرخه عمر کاری به ویژه ارزیابی و طولانی تر کردن عمر سازه ها و تجهیزات مختلف که همواره در حال بهره برداری هستند از اهداف استراتژیک این صنعت می باشد.

تغییرات شرایط سیاسی، رقابت تجارت جهانی و منافع کشورهای صنعتی در دهه ۷۰ و ۸۰ میلادی انگیزه اتوماسیون به همراه نیازهای سیستم مدیریت کیفیت در صنعت جوش به ویژه برای تایید و استاندارد کردن مواد مصرفی و تجهیزات جوشکاری کارکنان در سطوح مختلف را آشکار ساخت. امروزه بیشتر از هزارکارخانه کشتی سازی وسکوهای دریایی در اروپا در رقابت تنگاتنگ با صنایع کشتی سازی کره جنوبی و ژاپن می باشند. در این رقابت دیگر روش های سنتی و قدیمی نظیر الکترود دستی پاسخگو نبوده و منسوخ گردیده اند. فناوری های پیشرفته جوشکاری و برشکاری نظیر لیزر و یا جوشکاری قوس توپودری (FCW) که قابلیت کاربرد اتوماتیک برای بهره وری بیشتر، هزینه کمتر و همچنین افزایش Operator Factor و بهبود Flexible Manufacturing System را دارند جایگزین گردیده و به این طریق توانسته اند با کار برد فرایند های پیشرفته جایگاه صنعتی برتر خود را در بازار بین المللی حفظ نمایند.

کاربرد کامپوزیت‌ها در صنایع دریایی حدودا از سال ۱۹۴۵ آغاز گردید. کامپوزیتهای پلاستیکی با کاربرد سازه‌ای موادی هستند که از ترکیب الیاف تقویت‌کننده که دارای سختی و

---

[۲] Brittle Fracture Mechanism

استحکام بالاو دانسیتهٔ پایین می‌باشد با ماده پلاستیک زمینه که دربرگیرندهٔ الیاف است بدست می‌آیند. این کامپوزیتها در ابتدا تنها برای ساخت شناورهای کوچک نظیر قایقهای نجات و قایقهای تفریحی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. این امر درطول سالهای گذشته کاملا متحول گردید تاجایی که امروزه سازه هایی با وزن چندصد تن بطور معمول از مواد کامپوزیت ساخته می‌شوند. پیشرفت کامپوزیتها در ۳۰ سال گذشته انفجار تکنولوژی دراین زمینه بوده است. این امر به دلیل پیشرفت صنایع درساخت الیاف مستحکم شیشه و الیاف سخت بورون درسال ۱۹۶۰ و همچنین سرمایه‌گذاری صنایع هوا فضا برای پیشرفت مواد کامپوزیت سبک بوده است. در سال ۱۹۶۴ الیاف کربن در حد تحقیقاتی تولید گردید و به تدریج تولید انبوه آن جهت استفاده در صنایع مختلف آغاز شد. الیاف آرامید[۴] نیز درسال ۱۹۷۱ بطور تجاری در دسترس صنایع قرار گرفت که امروزه دارای کاربردهایی درصنایع دریایی است.

اولین قایقها با بدنه‌ای از جنس کامپوزیت با الیاف شیشه[۵] پس از جنگ جهانی دوم درآمریکا ساخته شدند. پس از آن در یک دورهٔ ۲۵ ساله، قایقهایی تا طول ۳۰ متر درتعدادی از کشورهای صنعتی تولید گردیدند. درسال ۱۹۷۹ یک کشتی مین‌روب با طول ۶۰ متر از مواد کامپوزیت با ساختار تک پوسته‌ای[۶] برای نیروی دریایی سلطنتی انگلیس ساخته شد. بعدها بدنه هایی از مواد کامپوزیت با ساختار دوپوسته‌ای[۷] ویا ساندویچ پانل برای تولید شناورهای سبک تندرو مورد استفاده قرار گرفتند. سازه های کامپوزیتی دارای تنوع گسترده ای هستند بطوریکه از پوستهٔ محافظ رادار شناور گرفته تا دکل، لوله ها، سازهٔ فوقانی کشتی، و بدنهٔ کامل کشتی، زیردریای و مدولهای مختلف سازه های فراساحل را امروزه از مواد پیشرفته کامپوزیتی می‌سازند. رشد کاربرد کامپوزیتها در صنایع دریایی به دلیل پیشرفتهای ایجاد شده در فن آوری مواد تشکیل دهنده آنها و روشهای تولید بوده است. امروزه می‌توان سازه های کامپوزیتی ساخت که از نظر وزن و استحکام و قیمت تمام شده نسبت به سازه های فلزی برتری دارند بطوریکه این مواد در گروهی از محصولات دریایی بطور کامل جایگزین فلزات گردیده‌اند.

کنترل متغیرهای طراحی به وسیله رایانه و به ویژه بکار گرفتن روشهای خودکار فرآیند های ساخت که از اوایل دههٔ ۱۹۵۰ میلادی در آمریکا اغاز گردیده را میتوان از مهم ترین آثار مثبت تکامل این صنعت که هنوز در صنایع دریایی کشور مان متداول نگردیده است نام برد. در این سیر تکامل در دهه ۹۰ میلادی کار برد فرآیند جوشکاری روباتیک به همراه سیستم هوشمند در صنایع دریایی قابل ذکر می باشد. بدین ترتیب امید است با تاخیر زمانی حداقل ۵۰ ساله بتوان با اعمال برنامه-ای به شرح ذیل به اهداف استراتژیک جدید در فناوری ساخت دست یافت: (الف) کنترل و کاهش هزینه ها، (ب) به کارگیری فناوری ها پیشرفته و مواد جدید به ویژه به منظور همزمانی در مراحل

---

[۴] Aramid (Kevlar) Fiber
[۵] Glass Reinforced Plastics (GRP)
[۶] Single Skin Panel
[۷] Double Skin (Sandwich) Panel

ساخت، (ج) توسعه فناوری به همراه آشنایی و توسعه کاربرد مواد جدید، (د) حفاظت محیط زیست، (ه) تنوع در فناوری و اتوماسیون، به همراه تامین کیفیت محصول و اطمینان از مرغوبیت آن و بالاخره (و) آموزش، تعلیم و تربیت به روز نمودن دانش کارکنان در تمام سطوح و در تمام مدت عمر کاری آن ها، به منظور دسترسی به محصول بر اساس دانش امروزی (Knowledge Base Production).

در بازار پر رقابت جهانی تولید کنندگان مراکز صنعتی خواهان تولید بیشتر با کیفیت بالاتر هستند. مدیریت برای فراهم آوردن چنین شرایطی متکی به استفاده از جدیدترین پدیده های تکنولوژی، کاربرد مواد جدید و نهایتا اقدام به نوسازی ماشین آلات خط تولید نموده و در نتیجه نیازمند تربیت پرسنل متخصص و آگاه از دانش روز با مهارت زیاد می باشند. تامین این اهداف نیازمند به کارگرفتن آموزش های عملی تخصصی و مداوم بر طبق دستورالعمل های مشخص و به ویژه در دست داشتن ابزار و روش های لازم برای ارزشیابی آنها بر اساس اصول و استانداردهای معتبر میباشد. با پیشرفت تکنولوژی گستردگی گرایش های علمی و تخصص های مختلف در صنایع دریایی و ضرورت بازآموزی مداوم پرسنل و آگاهی از دانش روز و انجام برنامه های آموزش، آزمون، تعیین و تایید میزان تخصص و مهارت پرسنل در شرایط کاری جدید این مهم را به عهده محیط های دانشگاهی و سایر مراکز علمی و تحقیقاتی قرار داده است. بدیهی است که در این زمینه فراگیری و کار برد صحیح علوم و فنون و تخصص های فنی که بتواند به نحو کامل و شایسته ای هر کدام این مجموعه ها را تکمیل و آماده کارائی و بهره وری نماید حائز اهمیت می باشد. از طرفی با توجه به پیشرفت سریع فناوریها و تولید روزافزون و متنوع مواد مصرفی و نیازمندی های صنایع به آن، دیگر فارغ التحصیلان کارشناسی گرایش های مختلف دوره های علوم و فنون مهندسی کشور نمی توانند اطلاعات فنی و تخصصی خود را محدود به گرایش تحصیلی کارشناسی نموده و از مواد و فناوریهای جدید و نحوه کاربرد آنها بر مبنای اصول واستانداردهای بین المللی تولید مطلع نباشند، بلکه آنان نیازمند افزایش دانش علمی فنی تخصصی خود به صورت جامع تر یعنی ورای دانشی که در دوره کارشناسی اندوخته‌اند می باشند. امید است این دوره کارشناسی ارشد بتوانند تا حد ممکن نیازمندی ها را جبران و کمبود موجود نیروی انسانی متخصص فنی کشور را در زمینه مهندسی ساخت و کنترل کیفی آن در صنایع دریایی ( کشتی و سکو و...) تامین نمایند تا پس از این دیگر نیاز به خرید های خارجی و یا به متخصصین خارجی که امروزه بنامهای مختلف به طور مستقیم و غیرمستقیم به عنوان ناظر و مشاور از طرف کمپانی های متعدد در صنایع دریایی کشوربه طور مرئی و نا مرئی فعالیت مینمایند نیازی نباشد. لذا بدین ترتیب ارائه و اجرای این دوره آموزشی را میتوان قدم اولیه و مفیدی به منظور تربیت نیروی انسانی متخصص که عامل اصلی در رسیدن به خودکفائی آموزشی، پژوهشی در صنایع دریایی کشور میباشد تلقی کرد که مسلماً این خود نیز از اهداف راهبردی در توسعه صنعتی در جمهوری اسلامی ایران می باشد.

**خلاصه فعالیت ها و توانایی های فارغ التحصیلان این گرایش :**

الف) طراحی و ارائه روش های ساخت و تولید صنایع دریایی بر مبنای استانداردهای بین المللی.

ب) انجام آزمایش های کنترل کیفی بر مبنای استانداردهای ملی و بین المللی و تعیین کیفیت قطعه کار.

ج) بهینه سازی شرایط جوشکاری در واحدهای مختلف صنایع دریایی و نوآوری در این زمینه.

د) بررسی علل تخریب در اتصالات و ارائه روش های مناسب برای جلوگیری از آنها.

و) تحقیق و نوآوری در مواد مصرفی جوشکاری (اتصالات) و آزمایشگاه های کنترل کیفی.

ه) استفاده از فرایندهای پیشرفته اتصالات به کمک کامپیوتر و ربات در صنایع دریایی کشور.

ی) ارائه طرحهای جدید برای ساخت قطعات بدنه ازمواد پیشرفته مهندسی

## فصل دوم: برنامه آموزشی

### ۲- واحد های درسی

واحدهای درسی و تحقیقاتی این دوره ۳۲ واحد به شرح ذیل می باشد.

| | |
|---|---|
| ۲- ۱ -دروس جبرانی ( بسته به گرایش دوره کارشناسی دانشجو) | ۲۴ واحد |
| ۲-۲- دروس اجباری | ۲۰ واحد |
| ۲-۳- دروس اختیاری (انتخابی) | ۴ واحد |
| ۲-۴- پروژه تحقیقاتی | ۶ واحد |
| ۲-۵- سمینار | ۲ واحد |

### شرایط انتخاب دروس جبرانی :

**الف)** چنانچه دانشجویان به خاطر

۱ - گرایش تحصیلی دوره کارشناسی ۲ - تشخیص استاد راهنما ۳ - تصویب شورای آموزشی گروه کارشناسی ارشد

نیازمند انتخاب دروس جبرانی ذیل و پیشنیازهای آنها و یا سایر دروس دیگر از سرفصل دروس گرایش مهندسی مواد و یا مهندسی مکانیک و کشتی سازی باشند، بایستی دروس را انتخاب و پس از گذراندن موفقیت آمیز آن به ادامه تحصیل بپردازند.

**ب)** چنانچه بنا به تشخیص استاد راهنما و شورای آموزشی گروه، پروژه تحقیقاتی دانشجویان در ارتباط و نیازمند دروس جبرانی، تخصصی، اختیاری این دوره باشند، بایستی دروس مورد نیاز را با موفقیت گذرانیده تا پس از آن قادر به شروع پروژه گردد.

**ج)** در هر صورت انتخاب دروس پیشنیاز، جبرانی و اختیاری با موافقت گروه آموزشی می باشد.

**د)** لیست دروس جبرانی بر مبنای سرفصل دروس کارشناسی وا بسته به گرایش دوره کارشناسی دانشجو به صورت ذیل می باشند :

- ساختمان کشتی
- تکنولوژی ساخت کشتی
- طراحی کشتی
- طراحی و ساخت سکوهای فلزی دریایی
- فناوری روش های جوشکاری
- کارگاه فناوری روش های جوشکاری

- کاربرد مواد مرکب درصنایع دریایی
- مقاومت مصالح
- آزمایشات غیرمخرب
- آزمایشگاه بررسی های غیرمخرب
- خواص مکانیکی مواد
- اصول متالورژیکی ریخته گری و انجماد
- ترمودینامیک مواد
- طراحی اتصالات

**تبصره :** با توجه به مدرک کارشناسی دانشجو گروه آموزشی محق است چنانچه درسی را اضافه بر دروس مندرج در برنامه تشخیص بدهد، داوطلب موظف به گذراندن آن می باشد.

## *مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس*

## *دوره کارشناسی / رشته مهندسی ساخت در صنایع دریایی*

### ۱ - عناوین دروس اجباری :

| نام درس | تعداد واحد | ساعات |
|---|---|---|
| ۱-۱ تغییرات رفتار مواد اتصال | ۳ واحد | نظری |
| ۱-۲ خوردگی و خوردگی (پوسیدگی) در منطقه جوشکاری شده | ۳ واحد | نظری |
| ۱-۳ تحلیل تنشها در سازه های جوشکاری شده | ۳ واحد | نظری |
| ۱-۴ رئولوژی موادمرکب | ۳ واحد | نظری |
| ۱-۵ سمینار | ۲ واحد | نظری و عملی |
| ۱-۶ پروژه | ۶ واحد | عملی |
| **جمع واحد های اجباری** | ۱۷واحد | |

## ۲ – عناوین دروس اختیاری

| نام درس | تعداد واحد | ساعات |
|---|---|---|
| ۲ – ۱ مباحث ویژه | ۲ واحد | نظری |
| ۲ – ۲ عیوب در اتصالات (جوش ذوبی) | ۲ واحد | نظری |
| ۲ – ۳ لحیم کاری سخت و نرم | ۲ واحد | نظری |
| ۲ – ۴ مواد مصرفی در جوشکاری ذوبی | ۲ واحد | نظری |
| ۲ – ۵ روشهای اجزاء محدود درجوشکاری | ۲ واحد | نظری |
| ۲ – ۶ ایمنی و بهداشت در صنعت اتصالات | ۱ واحد | نظری |
| ۲ – ۷ مهندسی پیشرفته سطوح | ۲ واحد | نظری |
| ۲-۸ چسب ها و سایرفرا یندهای اتصا ل | ۲ واحد | نظری |
| ۱-۹ منابع انرژی در فرآیندهای جوشکاری | ۲ واحد | نظری |
| ۱- ۱۰ آزما یشات غیر مخرب مواد | ۲ واحد | نظری |
| ۱- ۱۱ طراحی و دستور العملهای | ۲ واحد | نظری |
| ۱-۱۲ کار بردکا مپیوتر و ربا ت درساخت | ۲ واحد | نظری |
| ۱- ۱۳ آزمایشات مخرب و مکانیزم شکست مواد در منطقه جوش | ۲ واحد | نظری |
| ۱-۱۴ آزمایشات جوشکاری پیشرفته (ذوبی وغیرذوبی ) | ۱ واحد | عملی |
| ۱-۱۵ خواص فیزیکی – مکانیکی پلیمرها | ۲ واحد | نظری |
| ۱-۱۶ روشهای ساخت مواد مرکب | ۲ واحد | نظری |
| **جمع واحد های اختیاری** | ۳۰ | |

## منابع انرژی در فرآیندهای جوشکاری

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

اجباری

**سر فصل دروس :**

مبانی تئوری تولید. کاربردی و مکانیزم کنترل منابع انرژی (دانسیته کم و زیاد) درفرایند های اتصالات ذوبی و غیر ذوبی و برشکاری موادصنعتی. فرآیند انتقال حرارت در اتصال مواد و بررسی تاثیر متالورژیکی سیکل حرارتی در منطقه جوش.

فرآیندهای اتصال ذوبی و غیرذوبی و برشکاری مواد صنعتی ( انواع ماشین‌ها ، انواع روشهای کار بردی با پار مترهای مو ثر فرآیند).

پیشرفتهای جدید در زمینه منابع انرژی (منابع قدرت – ترانزیستور - اینورتور) فرآیند های اتصال (ـ قابلیت ها و محدودیتهای کاربرد فرآیند) .

فعل و انفعالات و مکانیزم انتقال ماده به حوضچه مذاب(فلاکس ، سرباره ، انتقال عناصر آلیاژی) و تاثیر انها بر کیفیت جوش .

کار برد منابع انرژی در رابطه با هزینه های تمام شده اتصالات و برشکاری مواد.

کاربرد منابع انرژی در فرآیندهای پوشش دادن و مقاوم‌سازی سطوح .

انتخاب منابع انرژی جهت اتصال در شرایط خاص صنایع کشتی سازی از نقطه نظر تغییرات و توزیع نیروهای اعمالی و مقاومت منطقه اتصال .

انتخاب مواد اولیه مصرفی و اعمال تکنیک‌های مربوطه اتصالات بسته به نیاز و شرایط کاری.

بررسی مزایا و معایب روشهای اتصال و کاربرد آنها (خواص مکانیکی ، تغییرات ساختاری اتصالات) نسبت به یکدیگر.

فرآیندهای اتصالات پلاستیکها مواد پیشرفته و (سرامیکها - کامپوزیتها).

فرآیند اتصالات ظریف Micro joining.

روشهای مخصوص برشکاری آلیاژهای صنعتی.

## تغییرات رفتار مواد در اتصال

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

اجباری

### سرفصل دروس :

آنالیز ریاضی جریان حرارتی و مطالعات تجربی آن در رابطه با پارامترهای اتصالات وتغییرات حاصله در قطعه کار .

اثر منابع حرارتی بر روی منطقه اتصال.

سیکل حرارتی و تاثیرات آن به منطقه جوش

نقش عملیات حرارتی بر سرعت سرد شدن و تنش زدایی جوش .

ترمودینامیک پیشرفته در حوضچه مذاب جوش(واکنشهای فلز گاز ـ سرباره -تاثیر انها در ترکیب شیمیایی، ساختار وعیوب حاصله در منطقه جوش).

عوامل موثر بر انجماد –ساختار و خواص فلز جوش.

قابلیت جو ش پذیری آلیاژهای فلزات آهنی و غیرآ هنی به صورت اتصا لات همجنس و غیر همجنس.

علل متالورژیکی و مکانیکی ایجاد عیوب:تخلخل ، ترکیدگی ( سرد ) هیدرژن ـ ترکیدگی گرم - تورق ضعف مقاومت خوردگی .اتصالات در فولادها: کم آلیاژ= فولادهای ساختمانی = زنگ نزن=فولادهای فو ق مستحکم.

DBT (Ductile Brittle transition Temperature)

اتصالات آلیاژهای آهنی و غیر اهنی اختصاصی در صنایع حمل و نقل - کشتی سازی - نفت ، گاز ، پتروشیمی، نیروگاهی و.....

اتصال آلیاژهای مقاوم در حرارتهای پائین (Cryogenic Alloys ) و حرارتهای بالا (High Temperature) فولادهای مقاوم به خزش.

اتصالات آلیاژهای غیرآهنی: آلو مینیوم = نیکل = تیتانیم =زیر کونیم = هافمیم _نا یو بیم _مو لیبدینیم.

اتصالات آلیاژهای کار سخت و یا رسوب سختی شده .

اتصالات چد نها .

اتصا لات فلزات ( الیاژ های) نسوز .

تاثیر میزان کارسرد و نا خا لص و سیکل حرارتی بر دمای (DBT) فلزات ( الیاژهای ) نسوز .

اتصالات آلیاژهای گرانبها.

## خوردگی و خوردگی (پوسیدگی) در منطقه جوشکاری شده

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : از ترم دوم به بعد

اجباری

**سرفصل دروس :**

مشخصات عمومی خوردگی – انواع خوردگی : خوردگی یکنواخت – خوردگی گالوانیکی – خوردگی حفره ای – خوردگی شکافی – خوردگی بین لانه ای – خوردگی فرسایشی – خوردگی سایشی – خوردگی در اثر فلزات مذاب – خوردگی در خط جوش - علل خوردگی جوش- عوامل موثر در تشدید خوردگی خط جوش

تاثیر سیکل حرارتی جوش بر خوردگی جوش

خوردگی توام با تنش (Stress Corrosion Cracking)

مقدمه، روش و نحوه برخورد از دیدگاه مکانیک شکست، روش های آزمایش، $K_{Iscc}$ یک خاصیت ماده، صحت اطلاعات $K_{Iscc}$ ملاحظات عمومی، آزمایشات سرعت رشد ترک، تاثیر ترکیب شیمیایی و پتانسیل اعمال شده.

خوردگی خستگی (Corrosion Fatigue)

مقدمه، رفتار عمومی، رفتار خوردگی خستگی در پایین تر از $K_{Iscc}$، مکانیزم های خستگی در محیط های خورنده، مکانیزم رشد ترک، جوانه زنی، خستگی در محیط های خورنده، اثر محیط های خورنده در $\Delta K_{th}$ و پارامترهای باریس (با ذکر مثالهای کار بردی از صنایع دریایی ).

روشهای حفاظت از خوردگی : عوامل طراحی ، انتخاب مواد از نظر خواص آنها ، ایجاد تغییرات در محیط خورنده ، پوشش دادن ، روشهای جلوگیری از پوشیدگی ناشی از خوردگی در جوش.

## آزمایشات غیرمخرب مواد

تعداد واحد :۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

اجباری

**سرفصل دروس :**

خواص و روشهای کنترل کیفی آزمایشات غیر مخرب در منطقه اتصال با رعایت استاندارد و کدهای مربوطه بازرسی بشرح ذیل :

شامل اشنایی با علائم و سمبلها - وصول آزمایشات ، کالیبراسیون- دامنه کاربرد و محدودیتها - نتایج ، تفسیر و گزارش نویسی.

| | |
|---|---|
| مواد نفوذ کننده | Die penetrant |
| امواج مافوق صوت | Ultrasonic Inspection |
| میدان مغناطیس | Magnetic Fidd Test |
| جریان گردابی | Field Eddy current |
| پرتونگاری | Radiography Inspection |
| نشر صوتی | Acoustic ، Acoustic Emission Inspection |
| | microscopy |
| نشت‌یابی | Leak Testing |
| میدان الکتریکی : | Electric current perturbation(NDE) |

روشهای میکروسکپ الکترونی

(surfaceReplicas - Replication microscopy Technics) - mass absorption NDE

اندازه گیری تنش های باقیماهده با روشهای ذیل :

Electro magnetic Techniques
Micro wave inspsction test
Industrial camputed Temography (CT)
CT Reconstruction Technigues

Neutron Radiography
Thermal inspection
Optical holography (holography system)
(Strain Gauge) Strain measurement for stress analysis
Digital image Enhancement
use of Colure NDE

## طراحی و دستور العمل‌های جوشکاری

تعداد واحد :۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

اجباری

### سرفصل دروس :

عوا مل موثر در انتخاب فرآیند جوشکاری در طراحی، مقایسه جوشکاری با سا یر فرآیندها.

اصول طراحی و آماده سازی نمونه

آشنایی با علا ئم و سمبلها در نقشه خوانی و اجرای مبا نی استانداردهای ملی و بین المللی در طراحی.

طراحی برشکاری و آماده سازی قبل از جوشکاری.

اهمیت ترتیب و تقسیم عملیات جوشکاری و نحوه اجراء در طرا حی جوشکاری.

جلوگیری از پیچید گی و راههای کنترل آن محا سبه اندازه و استحکام جوش در سازه ها از نقطه نظر طراحی.

بر آورد هزینه طرا حی - زمان جوشکاری و ساخت

محاسبات طراحی و رفتار سازه‌های جوشکاری شده تحت با ر گذاری استاتیکی و دینامیکی

طرا حی سازه هامخازن و مخازن تحت فشار

طرا حی سازه‌هاو جوشکاری Mg , AL و آلیاژهای آن همچنین الیاژ های صنعتی –Ni – Zr – Hf - U Nb -Mo -Ti

طرا حی اتصالات مواد غیرهم‌جنس فوق الذکر .

اتصالات الیاژهای ا هنی و غیر اهنی هم جنس و غیر همجنس از جمله

فولادهای فریتیک – استنیتیک و دو بلکس

Ferritic-Austenitic- Duplex

فو لاد های فریتیک – مارتنسیتیک

Ferritic- Martensitic

آلیاژهای غیرآهنی . غیرهم جنس Cu - Al - Mg

آلیاژهای آهنی به غیرآهنی (Cu- Al - Fe)

در آلیاژهای کارو رسوب سختی شده

## کاربرد کامپیوتر و ربات درساخت

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

**سرفصل دروس :**

اصول اولیه طراحی در مهندسی و مبانی پیشرفته آن، محدودیتهای انتخاب مواد در ارتباط با جوش پذیری آنها و جلوگیری ازشکست ترد و خستگی و غیره .

تاثیر متغیرهای جوشکاری و طراحی در کیفیت جوش و هزینه ساخت.

استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری در طراحی جوش ، پیچیدگی و کنترل آن ، محاسبه اندازه و استحکام جوش ، برآورد هزینه برمبنای استانداردهای ملی و بین المللی .

روشهای اتوماتیک جوشکاری و کاربرد رباتها در صنعت جوشکاری شامل : ربات‌ها ، ساختار و آناتومی ربات ، فضاهای کاری رباتها ، انواع ساختار ربات پنجه و قدرت تفکیک ، نرم‌افزار زبانهای ربات سطح بالا ، طراحی سلول ربات ، کاربردهای ربات‌ها در جوشکاری

کت کام (CAM - CAT) نرم‌افزارهای طراحی اتوماتیک ، نرم‌افزارهای پیشرفته و پرقدرت‌تر، بررسی آنالیز تنش‌های جوش (Finite element )

روشهای برنامه‌نویسی (CNC) با استفاده از استانداردهای ISO ـ برنامه‌نویسی به زبان (APT) و (Compect II) و ایجاد برنامه (CNC) مستقیم روی (CAT) ، سیستمهای تکنولوژی گروهی (CAP) ، سیستمهای حمل و نقل پیشرفته برای استفاده از کامپیوتر در کنترل کیفی و اتومات کردن جوشکاری

## آزما یشا ت مخرب و مکانیزم شکست مواد در منطقه جوش

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد

اجباری

**سرفصل دروس :**

انواع شکست مفهوم تمرکز تنش ، تئوری الاستیکی جامدات

متد کاترل ، بیلبی وسونیدن

تحلیل شکست با استفاده از مکانیک شکست خطی

تئوری گریفیث متدانطباقی ، روش استفاده از شدت میدان تنش ترک رفتار نیمه ترد

اثر متغیرهای آزما یشی (ضخا مت) بر رفتار و نوع شکست

شکست تنشی ساده و تغییر فرمی ساده

آزمایش معیار مقاومت شکست

اثر بار گذاری متناوب بر خواص داخلی و ساختاری مصالح مهندسی .

جوانه‌زنی ترک خستگی ، اثر عوامل مختلف بر جوانه‌زنی و گسترش ترک.

جنبه‌های مهندسی خستگی تغییر فرم الاستیک ، پلاستیک در خستگی

پیش‌بینی عمر خستگی قطعات مهندسی

مطالعه خزش بر پایه مکانیک شکست

اثر شکل و اندازه دانه و دیگر متغیرهای مهندسی برخستگی

محا سبه رشد ترک

تعیین تنشهای استاندارد

## تحلیل تنش‌هادر سازه های جوشکاری شده

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

اجباری

**سرفصل دروس :**

آنالیز ریاضی پیشرفته جریان حرارت و مطالعات تجربی روی پارامترهای جوشکاری

تجزیه و تحلیل تنشهای بوجود آمده و تاثیر آن در تغییر شکل قطعه جوشکاری شده

طبقه‌بندی و کاربرد روشهای اندازه‌گیری تنشهای بوجود آمده در منطقه اتصال

روشهای پیشرفته آنالیز تنشهای اعمالی و تنشهای عکس العملی (Reaction Stresses ) در اتصالات مختلف

محاسبه و توزیع تنشها در شرایط کاربردی برای فلزات و آلیاژهای صنعتی مختلف

بررسی اصول ریاضی و روشهای مختلف آنالیز پیچیدگی (زاویه‌ای و Buckling ) در اتصالات

تاثیر پارامترهای جوشکاری بر روی تغییرات و نوع پیچیدگی و راههای به حداقل رسانیدن آن

استانداردهای حد مجاز پیچیدگی (سازه‌ها ، کشتی‌های تجاری، نظامی ...)

تاثیر پیچیدگی و تنشهای پس ماند بر روی مقاومت خمشی اتصالات

تاثیر پیچیدگی و تنشهای پس ماند بر روی مقاومت خستگی و شکست محل اتصال

تاثیر تنشهای پس ماند روی خوردگی تحت تنش (Scc ) و هیدرژن تردی در منطقه جوش

آنالیز و تجزیه و تحلیل انواع ترکها و اشاعه آن در قطعات جوشکاری شده تحت تنش

روشهای اصلاح تنش‌های پس ماند با روشهای مختلف از جمله :

الف : عملیات حرارتی

ب : ساچمه‌زنی (Shot Peening ) و کاربرد آنها

## سمینار

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری و عملی

پیشنیاز : از ترم سوم به بعد

اجباری

### سرفصل دروس :

بنا به تشخیص استاد راهنما وتایید گروه اموزشی، دانشجو یک موضوع علمی تخصصی جدید که تکراری نباشد را در ارتباط با اتصالات (جوشکاری) مواد و تست های کنترل کیفی (مخرب و غیرمخرب) و موضوعات جنبی آنها در صنایع دریایی ( شناورها – سکوها و لوله گذاری در دریا و.....) انتخاب مینمایند. دانشجو ملزم به گرداوری و نگارش پیشرفته ترین اطلاعات و نتایج تحقیقات و پدیده های جدید درباره محتوی و هدف آن می باشد. دانشجو با هماهنگی استاد راهنما مطالب راگرداوری و نتایج مطالعات تهیه شده خود را به صورت مکتوب تهیه وتدوین و به تایید استاد راهنما میرساند. سپس دفاع از آن به صورت ارائه سخنرانی حداقل به مدت یکساعت الزاما" در حضوراستاد راهنما و کارشناسان صاحب نظر از صنعت و سایر اساتید دانشگاه، دانشجویان صورت می گیرد.

## پروژه

تعداد واحد : ۶

نوع واحد : عملی

پیشنیاز :

اجباری

**شرایط انتخاب موضوع و انجام پروژه تحقیقاتی پایان نامه (رساله) :**

**انتخاب موضوع پروژه با توجه به :**

۱- سوابق علمی، تجربه و گرایش تحصیلی دوره کارشناسی دانشجو

۲- واحدهای گذرانیده شده جبرانی، اختیاری و اجباری دانشجو

۳- نیاز صنایع دریا یی کشور و همگام با پیشرفت های علمی سایر کشورها توسط استاد راهنما (دانشگاه – صنعت) در رابطه با اتصالات (جوشکاری)و کنترل کیفی و موضوعات جنبی آن تعیین و پس از تایید کمیته پروژه و گروه آموزشی کارشناسی ارشد (از نظر تعداد واحد کیفیت پروژه) به دانشجو ابلاغ و به صورت زیر انجام می گیرد :

الف) تحقیق در مورد آخرین و جدیدترین دستاوردهای تحقیقاتی انجام شده در صنایع در پایی در داخل و خارج از کشور.

ب) انجام کارهای تحقیقاتی (آزمایشات عملی) پروژه.

ج) تدوین پایان نامه (تز) از کلیه مطالعات و نتایج آزمایشات با رعایت اصول نگارش پایان نامه.

د) ارائه و دفاع از پایان نامه در جلسه ای با حضور استاد راهنمای پروژه و حداقل یک استاد متخصص دیگر (ممتحن خارجی ) و مدعوین و دانشجویان برگزار می گردد.

ه) بر مبنای نتایج حاصله از پروژه بایستی حداقل یک مقاله علمی در یک از مجلات علمی معتبر به چاپ برسد.

## آزمایشگاه جوشکاری پیشرفته ( ذوبی و غیر ذوبی )

تعداد واحد : ۱

نوع واحد : عملی

پیشنیاز : (دروس ۱-۱ و ۱-۲)

۱-۱ منابع انرژی و دسته بندی فرآیندهای جوشکاری و برشکاری مواد و چگونگی استفاده آنها

۱-۲ تغییرات ساختاری- خواص مکانیکی و رفتار مواد (جوش پذیری)در منطقه اتصال اجباری

**سرفصل دروس :**

در این آزمایشگاه طراحی و اجرای حداقل ۱۰ آزمایش با این هدف و محتوی که ضمن آشنایی با انواع فرایندهای جوشکاری و لحیم کاری، تاثیر متغیرهای فرایند بر روی کمیت (از نقطه نظر حرارت ورودی –دانسیته انرژی – امتزاج با فلز پایه - طراحی و شکل جوش) و کیفیت جوش (خواص مکانیکی –نوع ساختار –عیوب و محدوده پذیرش آن) بررسی می شوند.

به عنوان مثال با تغییر حرارت ورودی - طراحی جوش و یا تغییردرجه حرارت پیش گرم ضمن جوشکاری ساختار جوش و اطراف آن از نظر متالورژیکی بررسی می شود. و نیز با تغییر نوع فلز پر کننده و در نهایت تغییر ترکیب شیمیایی فلز جوش، نوع ساختار، خواص مکانیکی و مقاومت به خوردگی آن تحقیق می شود.

یکی دو آزمایش هم در ارتباط با مسایل طراحی در جوش نظیر پیچیدگی یا هزینه و زمان جوشکاری انجام می شود.

## مطالب ویژه

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : از ترم سوم به بعد

اختیاری

### سرفصل دروس :

موضوع این درس با توجه به پروژه و سمینار و رشته، تخصصی دوره، کارشناسی دانشجو و توصیه استاد راهنما انتخاب می شود.این درس همچنین می تواند از دروس کارشناسی ارشد گرایش های دیگر یا موضوع جداگانه ای در زمینه های طراحی جوش، کنترل کیفی و اطمینان از مرغوبیت (QA, QC) و یا مطالب جنبی آنها در صنایع دریایی باشد.

## عیوب دراتصا لات جوش ذوبی

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

اختیاری

### سرفصل دروس :

الف ـ کنترل کیفی فلزات :

۱ - انواع عیوب و بررسی اهمیت آنها در محل اتصال بر طبق استانداردها ی ملی و بین‌المللی نظیر EN - 25817 ISO

۲ – ا ستا ندارد‌های بین‌ا لمللی، تائید روشهای WPS (1-14) ISO 15609 و جوشکار (1-9) ISO 9606.

۳ - روشها ی کنترل ابعا دی، مواد مصرفی و کنترل کیفی در محل اتصال بر مبنا ی استا ندارد‌ها ی ملی وبین‌ا لمللی.

۴ - روشها ی بازرسی و نظارت در عملیا ت کارگاهی و خارج از کارگاه قبل از عملیا ت اتصال، در اثناء و بعداز اتصال

۵ - مقایسه فرآیندهای جوشکاری در تامین مرغوبیت جوش.

اصول مدیریت کیفیت استانداردهای ISO ۹۰۰۰ -2000 و ISO 3834 (1-6), ISO 13916, ISO 9712, ISO 14731,2, ISO 15607, ISO 15610 – 18, ISO 17635 – 40, ISO 17662,63, ISO 17671, 72

ب ـ کنترل کیفی غیرفلزات :

۱ - بررسی تاثیر عوامل مختلف از جمله شرایط کار بری (رطوبت ) روی کیفیت اتصالات از جمله فلز به پلیمر ـ تغییر فاز حاصله بخاطر هیدراته شدن اکسیدها ـ روشهای کاهش یا جلو گیری از فا سد شدن موضعی سا ختار اتصالات اپوکسی آلومینیم و تیتا نیم.

Aluminum epoxy , Titanium epoxy

۲ - آزمایشات کنترل کیفی ، روشهای تعیین مقاومت اتصالات و میزان چسبندگی فصل مشترک آنها بر مبنای استانداردهای ملی و بین‌المللی . (Interfacial failure )

## لحیم کاری سخت و نرم

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

اختیاری

**لحیم کاری نرم :** روش های لحیم کاری نرم (با هویه، شعله، کوره، غوطه وری، مقاومتی، القایی و ...)، انواع لحیم های نرم (قلع سرب، قلع آنتیموان سرب، قلع روی، قلع نقره، قلع آنتیموان، کادمیم روی، روی آلومینیوم+ ایندیم، زود ذوب ها) و مشخصات آنها (درجه حرارت خیس کنندگی، استحکام، میزان لقی، نوع روش لحیم کاری، کاربردها)، روانسازها (خورنده، غیرخورنده، بینابین) مواد تشکیل دهنده آنها و ترمودینامیک عمل روانسازها قبل در حین لحیم کاری و بعد از آن، اتمسفر در لحیم کاری نرم، عملیات تمیزکاری قبل و بعد از لحیم کاری نرم، لحیم کاری نرم انواع آلیاژهای آهنی و غیرآهنی (فولادها، آلومینیوم، مس، نیکل، روی، فلزات گرانبها و ...) لحیم کاری نرم غیر فلزات (سرامیک ها، کامپوزیت ها، شیشه و ...) و اتصالات فلز به غیرفلز.

روش های پیشرفته لحیم کاری سخت، انواع لحیم سخت و مشخصات و کاربرد آنها در صنایع دریایی، ترمودینامیک روانسازها و اتمسفر و نقش آنها در بهبود کیفیت اتصال عملیات تمیزکاری قبل و بعد از لحیم کاری سخت (تکنولوژی و کنترل) – لحیم کاری سخت انواع فلزات صنعتی – لحیم کاری سخت ویژه در اتصال فلزات ، سرامیک ها، کامپوزیت ها، شیشه و ... و اتصال غیرفلزات به یکدیگر.

## مواد مصرفی درجوشکاری ذوبی

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

اختیاری

### سرفصل دروس :

هزینه تا مین مواد مصرفی - تجهیزات – نیروی انسانی در جوشکاری وتعمیرات و.... اقتصاد جوش و بهره و ری در این صنعت.

فرآیند جوشکاری به عنوان فرآیند ویژه – کنترل کیفیت و تا مین مرغوبیت جو ش - انواع عیوب جوش و مبنای پذیرش حد مجاز آنها در استاندارد، کدهای ملی و بین المللی.

تا یید فرآیندهای اتصال بر اساس کد های ملی و بین المللی در مراحل ساخت وسرویس دهی - تعمیرات ( جوشکاری تر میمی ). آشنایی و مطا بقت با ساختار کد - استاندارد و مشخصات ملی و بین المللی

مدیریت کنترل کیفیت و کاربری ان در صنعت اتصالات

استانداردهای مراکز صنعتی و محصو لات جوشکاری شده انها

گسترش (توسعه) رو یه های اجر ا یی

اصول کنترل و تضمین کیفیت در مراحل تو لید و کار بر د :

ساختار سازمانی

کنترل طراحی

اندازه گیری و ثبت سوابق

کنترل اسناد و مدارک

کنترل روش تولید –ا مکا نا ت کارگا ه –کارخا نه –تجهیزات و نگهدارنده ها و..... دراتصالات

کنترل عدم تطابق‌ها

تصحیحات

سوابق

باز بینی

## روش اجزاء محدود درجوشکاری

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ریاضیات مهندسی

اختیاری

**سرفصل دروس :**

معرفی روش اجزاء محدود در مسائل مهندسی ، مقدمه‌ای بر الاستیسیتر دو بعدی ، مروری در مفاهیم تحلیل ماتریسها ، تحلیل همه جائی (Global) در تجزیه ماتریس سختی (Substructuring ) ، روشهای مستقیم ، کار مجازی و پس‌ماند متعادل شده در فرموله کردن یک جزء (Element Formulation ) ، اصول فرموله کردن به روش تغییر (Variational Method )، مینیمم انرژی پتانسیل ، روشهای تقریبی شامل : ریلی ، ریتزروگالارگین ، کاربرد روش اجزاء محدود در محاسبه تنش وکرنش ، رفتار و هندسه ، یک جزء جزءهای صفحه‌ای ملاحظات در تعیین مدل : خمش صفحه‌ها ، روشهای مخلوط (Mixed) و هیبرید (Hybrid) در خمش صفحه‌ها

کتب پیشنهادی :

1. Finite Element analysis: R. H. Gallegher , Pub. Prentlce Hill.
2. Numerical Method in Finite Element Analysls. by: K. J. Bathe & E. Wilson Pub. Englewood Cliffs.
3. the Finile Element Method, by: O. Czienkiewicz third , Pub. Mc Gra Hill

مثا لهای کا ربردی در زمینه متغییرها در فرآیند های جوشکا ری و برشکا ری به منظور بهینه سا زی کیفیت جوش کاری در صنا یع دریا یی انتخاب گردند.

## ایمنی و بهداشت در صنعت اتصالات

تعداد واحد : ۱

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

اختیاری

### سرفصل دروس :

عوامل زیان آور در جوشکاری بر روی متا بولیسم بدن و آلودگیهای زیست محیطی

عوامل فیزیکی : تشعشعات ، صدا ، حرارت ...

عوامل شیمیائی : آلاینده‌های ذره ای ، گازهای سمی ، محرکهای ریوی ، مواد پا ک کننده ، هیدروکربنهای کلره ، آزبستوز....

عوامل ارگونومیکی : چگونگی طراحی سیستمها و پستهای جوشکاری در ار تباط با وضعیت بدنی کارگر در هنگام جوشکاری و رعایت مسائل ایمنی

معرفی جنبه های مخا طره آمیز هر فرآیند اتصال ، ایمنی حریق ، برق گرفتگی ، مواد قا بل احتراق و اشتعا ل ، اتصا ل در مواضع و محلهای خطرناک ، جوشکاری در محفظه‌ها و محلهای سربسته در صنایع دریایی .

کنترل : تهویه موضعی ، استفاده از وسائل حفاظت فردی .....

آموزش جوشکاران و آشنا نمودن آنها به مخا طرات بهداشتی و ایمنی در حرفه جوشکاری .

بررسی قوانین و کد استانداردهای ایمنی ملی و بین‌المللی در جوشکاری از جمله :

IIW ,EN , ISO و ANSI/AWSF1.1,F3.1,F4.1,ANSIZ49.1,...

## مهندسی پیشرفته سطوح

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

اختیاری

**پدیده سطح**

بافت سطح و سطوح مهندسی و ایده آل، کیفیت و پرداخت سطوح، اندازه گیری زبری سطوح، توپوگرافی سطح، پدیده جذب فیزیکی و شیمیایی، آزمایشات بررسی کیفیت سطوح، پدیده های استهلاک سطوح، معرفی روش های آماده سازی و تمیزکاری سطح نمونه.

مکانیک تماس

انواع تماس، تماس یک کره با یک صفحه، تماس دو کره، محاسبه تماس واقعی و ظاهری، تغییر شکل پلاستیک و الاستیک سطوح.

تریبولوژی

سایش، اصطکاک و روانکاری، مروری بر طبیعت سایش، مکانیزم های سایش، سایش خراشان، سایش چسبندگی، سایش ورقه ای شدن، سایش نوسانی، سایش فرسایشی و سایش تریبوشیمیایی، فرایندهای سایش، لغزشی، لغزشی / چرخشی و فرسایشی، سایش در قطعات مهندسی، تشخیص منشاء سایش و انتخاب مواد مقاوم به سایش.

تعاریف اصطکاک

مکانیزم اصطکاک، قوانین اصطکاک، اندازه گیری اصطکاک، مکانیزم های روانکاری، مواد اصطکاکی و ضد اصطکاکی.

عملیات سطحی

سطوح و پوشش های مقاوم به سایش، طبقه بندی فرایندهای متالورژی سطح، مقدمه ای بر تکنولوژی خلاء، کاربرد پلاسما در فرایندهای سطحی، پلاسمانیتراسیون، پوشش های مدرن، رسوب فیزیکی و شیمیایی بخار، پوشش های الماسی و شبه الماسی و دیفوزیونی کاربرد پرتوهای پر انرژی در لایه های سطحی، سطح سختی با استفاده از پرتوهای لیزر الکترون، آلیاژی نمودن سطح با استفاده از پرتوهای لیزر و الکترون.

تعیین مشخصه های لایه های سطحی

سطح سختی، شیب سختی و سختی لایه، تعیین سختی ذاتی لایه، اندازه گیری ضخامت لایه، آزمایشات سایش، آزمایشات تعیین استحکام چسبندگی، روش های اندازه گیری تنش های باقیمانده در لایه سطحی، اندازه گیری پارپذیری دینامیکی و استاتیکی لایه های سطحی، اثر مشخصه های ذاتی لایه های سطحی بر رفتار فیزیکی، مکانیکی و تریبولوژی ماده ( با ذکر مثالها ی کار بردی از صنایع دریایی ).

## چسب ها و سایر فرایند ها ی ا تصا ل

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد

اختیاری

**سرفصل دروس :**

مقدمه و تاریخچه اتصالات چسبی تئوری و مکانیسم پیشرفته چسب‌ها (قفل داخلی مکانیکی ، تئوری نفوذ ، تئوری الکترونیک ، تئوری جذب)، پارامترهای سطحی ، انواع چسب‌های جدید ( اپوکسی، پلیسترها ، RTV سیلیکن، انورویک Anaerobic ، فنولیک Ackrylic , Phenolic , Urethane ، ذوب گرم و ... ) ، مکانیسم‌های سخت شدن چسب‌ها (با حلالها ، با سرد شدن ، با واکنش‌های شیمیایی)، کاربرد چسب‌ها در اتصالات مواد (Elastomeric ) چوب ، شیشه ، سرامیک ، مواد پلاستیکی ، کامپوزیت‌ها و بعضی فلزات) ، بررسی‌های خاص رفتار مکانیک اتصالات چسبی ، آزمایشات کنترل کیفی و مشخصات چسب‌ها بر حسب استانداردهای ملی و بین المللی، جوشکاری پلاستیک‌ها ، جوشکاری مواد پیشرفته نو.

## جنبه های مکا نیکی خوردگی

**تعداد واحد : ۲**

**نوع واحد : نظری**

**پیشنیاز : ا ز ترم سوم به بعد**

**اختیاری**

**سرفصل دروس :**

مروری بر شکست (Fracture)

- تمرکز تنش در نوک ترک، تئوری Inglis

مبانی مکانیک شکست (Fracture Mechanics)

- تئوری گریفیت، آنالیز تنش در ترک ها، رابطه بین سرعت آزاد شدن انرژی و میدان های تنش، تئوری و سترگارد، تجزیه و تحلیل از شدت تنش، تخمین ناحیه پلاستیکی در نوک ترک، انتقال در نوع شکست، تنش صفحه ای نسبت به کرنش صفحه ای، آزمایشات تافنس شکست مواد مهندسی، آزمایشات روش تعیین تافنس شکست و آنالیز الاستیکی – پلاستیکی با انتگرال J

خوردگی توام با تنش (Stress Corrosion Cracking)

- مقدمه، روش و نحوه برخورد از دیدگاه مکانیک شکست، روش های آزمایش، $K_{Iscc}$ یک خاصیت ماده، صحت اطلاعات $K_{Iscc}$ ملاحظات عمومی، آزمایشات سرعت رشد ترک، تاثیر ترکیب شیمیایی و پتانسیل اعمال شده.

خوردگی خستگی (Corrosion Fatigue)

- مقدمه، رفتار عمومی، رفتار خوردگی خستگی در پایین تر از $K_{Iscc}$، مکانیزم های خستگی در محیط های خورنده، مکانیزم رشد ترک، جوانه زنی، خستگی در محیط های خورنده، اثر محیط های خورنده در $\Delta K_{th}$ و پارامترهای باریس (با ذکر مثالهای کار بردی از صنایع دریایی ).