بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه هرمزگان

پردیس دانشگاهی قشم

پایان نامه برای دریافت کارشناسی ارشد مهندسی عمران– رشته سازه‌های دریایی

عنوان

تأثیر روش چکش‌زنی بر کاهش معایب سازه‌ای ناشی از جوشکاری ترمیمی بر روی خطوط لوله فولادی دریایی

استاد راهنما

جناب آقای دکتر مصطفی زین‌الدینی

استاد مشاور

جناب آقای دکتر محمدطاهر کمالی

دانشجو

مهدی ابراهیمی

شهریور ۱۳۹۳

به نام خدا

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه هرمزگان

مدیریت تحصیلات تکمیلی

صورتجلسه دفاعیه پایان‌نامه کارشناسی ارشد

با عنایت به آیین نامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد، جلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد آقای **مهدی ابراهیمی** به شماره دانشجویی **۸۹۴۹۱۰۰۴۲** در رشته **مهندسی عمران-سازه های دریایی** با عنوان **" تاثیرات چکش‌کاری بر کاهش معایب سازه‌ای ناشی از جوش ترمیمی در خطوط لوله فولادی فراساحل "** در تاریخ **۱۳۹۳/۰۶/۳۱** در محل پردیس دانشگاهی قشم دانشگاه هرمزگان با حضور هیات داوران برگزار گردید و براساس کیفیت پایان نامه، ارائه دفاعیه و نحوه پاسخ به سوالات، پایان نامه مورد قبول هیات داوران قرار گرفت و نمره پایان نامه(نمره به عدد و حروف نوشته شود) ۱۷/۷۰ هفده و هفتاد صدم اعلام گردید.

مشخصات هیات داوران	نام و نام خانوادگی	نام دانشگاه/ موسسه	امضاء
استاد راهنما	آقای دکترمصطفی زین‌الدینی	دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی	
استادمشاور	آقای دکتر محمدطاهر کمالی	دانشگاه هرمزگان	
استاد داور داخلی	آقای دکترمحمدرضا محمدی‌زاده	دانشگاه هرمزگان	
استاد داور خارجی	آقای دکتر بابک شکرالهی‌زاده حاجی‌آبادی	دانشگاه هرمزگان	
نماینده تحصیلات تکمیلی	آقای دکتراصغر حسینیان	دانشگاه هرمزگان	

دکتر رسول مهدوی

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه

امضاء

۹۳/۱۲/۱۳

تقدیم به معلمان زندگی

پدر و مادر عزیزم

چکیده

انجام جوشکاری ترمیمی یکی از راهکارهای مؤثر و رایج برای رفع نقایص ناشی از جوشکاری نامناسب در حین ساخت و یا آسیب‌های وارده در طول دوران بهره‌برداری می‌باشد. لیکن جوش ترمیمی عموماً تأثیرات نامطلوب فراوانی بر میدان تنش‌های پسماند و مقاومت اتصال بر جای خواهد گذاشت. در اتصالات جوشی تنش‌های پسماند کششی نسبتاً بزرگی در نواحی مجاور جوش‌ها به وجود می‌آید که موجب کاهش مقاومت خستگی این اتصالات می‌شود. در صورتی که تنش‌های پسماند در لایه‌های سطحی نواحی جوش این اتصالات، از کششی به فشاری تغییر یابند، عمر خستگی اتصال به طور چشمگیری افزایش می-یابد. چکش‌زنی فرآیندی است که می‌تواند با اعمال تغییر شکل پلاستیک لایه فشاری با عمق مناسبی را در پنجه جوش ایجاد نماید. این امر باعث کاهش یا حذف تنش‌های پسماند کششی و جایگزینی آن با تنش‌های پسماند فشاری در پنجه جوش می‌گردد. تأثیر روش چکش‌زنی بر توزیع تنش‌های پسماند خطوط لوله زیردریایی، تاکنون کمتر مورد توجه محققین و پژوهشگران قرار گرفته است.

در بخش مطالعات آزمایشگاهی این تحقیق، پس از تهیه سه اتصال لوله‌ای فولادی به قطر ۸ اینچ که دارای جوشکاری اصلی، ترمیم موضعی و ترمیم کلی می‌باشند بر روی عرشه دوبه لوله گذار و انتخاب ۶ قطاع بر روی آنها، آزمون‌های اندازه‌گیری تنش‌های پسماند و تعیین عمر خستگی بر روی آنها در حالت‌های چکش‌زنی شده و فاقد چکش‌زنی، انجام گردیده و با یکدیگر مقایسه شده‌اند. نتایج این مطالعات آزمایشگاهی بیان‌گر بهبود قابل توجهی در میدان تنش‌های پسماند و افزایش ۱۴ تا ۶۶ درصد عمر خستگی نمونه‌ها پس از استفاده از عملیات چکش‌زنی می‌باشد.

کلمات کلیدی: اتصال خطوط لوله زیردریایی، جوشکاری ترمیمی، تنش پسماند، عمر خستگی، چکش‌زنی

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می دانم از کلیه کسانی که در انجام این تحقیق مرا یاری داده اند، قدردانی و تشکر نمایم. از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر زین الدینی که همواره با راهنمایی های ارزشمند و با صبر و حوصله فراوان اینجانب را یاری نموده و پاسخگوی سوالاتم بودند، جناب آفای دکتر کمالی که مشاوره های ایشان همواره چراغ راهم بود، جناب آقای دکتر ارنواز و جناب آقای مهندس زندی و آقای مهندس پویان انصاری که در انجام آزمایش تنش‌های پسماند همکاری فرمودند و آقای مهندس زهره وند که در انجام آزمایش‌های خستگی مرا یاری نمودند، کمال قدردانی را دارم.

فهرست مطالب

فهرست مطالب ..... أ

فصل۱- مقدمه ۲

۱-۱- کلیات ۲

۱-۲- اهداف و روش تحقیق ۳

۱-۳- روند ارائه مطالب ۳

فصل۲- مفاهیم کلی و مرور ادبیات فنی ۶

۲-۱- مقدمه ۶

۲-۲- اهمیت جوش ترمیمی ۸

۲-۳- تاریخچه مطالعات قبلی در خصوص جوش ترمیمی ۹

۲-۴- پدیده خستگی ۱۱

۲-۵- تاریخچه مطالعات قبلی در مورد خستگی ۱۶

۲-۶- عوامل ایجاد ترک‌های خستگی ۱۸

۲-۷- اثرات تنش‌های پسماند بر خستگی ۲۱

۲-۸-راهکارهای بهبود میدان تنش ۲۴

۲-۸-۱- بهبود میدان تنش با اصلاح هندسه جوش ۲۴

۲-۸-۲- بهبود میدان تنش با تغییر در وضعیت تنش‌های پسماند ۲۶

۲-۹- روش های اندازه‌گیری تنش‌های پسماند ۲۷

فصل۳- روش چکش‌زنی و تاریخچه مطالعات انجام شده ۳۱

۳-۱- مقدمه ۳۱

۳-۲- تاریخچه مطالعات قبلی در مورد چکش‌زنی ۳۲

۳-۳- تجهیزات مورد استفاده در عملیات چکش‌زنی ۴۲

۳-۴- تمهیدات اجرایی لازم قبل از چکش‌زنی ۴۳

۳-۵- تمهیدات ایمنی ۴۳
۳-۶- عوامل مؤثر در بهسازی حاصل از عملیات چکش‌زنی ۴۴
۳-۷- اطمینان از صحت انجام عملیات چکش‌زنی ۴۶

فصل۴- مطالعات آزمایشگاهی ۴۸

۴-۱-دسته بندی مطالعات آزمایشگاهی انجام شده ۴۸
۴-۲- مطالعات آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری تنش‌های پسماند ۴۹
۴-۲-۱- آماده‌سازی نمونه‌های اصلی ۴۹
۴-۲-۱-۱- آماده سازی لبه‌ها ۵۲
۴-۲-۱-۲- جوشکاری نمونه‌ها ۵۲
۴-۲-۱-۲-۱-معرفی فرآیند جوشکاری با گاز محافظ (GMAW) ۵۲
۴-۲-۱-۲-۲- معرفی فرآیند جوشکاری FCAW ۵۴
۴-۲-۱-۲-۳- معرفی فرآیند جوشکاری SMAW ۵۵
۴-۲-۱-۲-۴- جوشکاری اصلی و ترمیمی ۵۷
۴-۲-۱-۲-۵- اطمینان از نتایج جوشکاری ۶۴
۴-۲-۱-۳- برشکاری نمونه‌ها ۶۵
۴-۲-۲- عملیات چکش‌زنی ۶۵
۴-۲-۳- اندازه‌گیری تنش‌های پسماند به روش تقطیع ۶۹
۴-۲-۳-۱- کلیات روش تقطیع ۶۹
۴-۲-۳-۲- فرآیند اندازه‌گیری روی نمونه‌ها ۷۰
۴-۲-۳-۳- نتایج ثبت شده در حین برشکاری ۷۷
۴-۳- مطالعات آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری عمر خستگی پرچرخه (HCF) ۹۱
۴-۳-۱- مقدمه ۹۱
۴-۳-۲- آزمایش کشش ۹۲
۴-۳-۳- آماده‌سازی نمونه‌ها ۹۴
۴-۳-۴- انجام آزمایشات اصلی بر روی نمونه‌ها ۹۷

فصل۵- جمع‌بندی و پیشنهادات.....۱۱۲

۵-۱- جمع‌بندی ۱۱۲

۵-۲-پیشنهادات برای تحقیقات آینده.....۱۱۴

فهرست شکل‌ها

شکل ۴-۱- نمایش شماتیک از قطعه لوله اصلی ۶۰ سانتیمتری دارای اتصال جوش در وسط لوله ۵۱
شکل ۴-۲- مقطع جوشکاری لوله شماره۱(a) لوله شماره۲(b) و لوله شماره۳(c) ۵۱
شکل ۴-۳- تجهیزات جوشکاری GMAW..... ۵۳
شکل ۴-۴- نمایش شماتیک جوشکاری به روش GMAW ۱- جهت جابجایی ۲- لوله تماس ۳- الکترود ۴- گاز محافظ ۵- فلز جوش ذوب شده ۶- فلز جوش جامد شده ۷- قطعه کار[۱۲] ۵۴
شکل ۴-۵- تجهیزات مورد استفاده در فرآیند جوشکاری FCAW ۵۵
شکل ۴-۶- نمایش شماتیک روش جوشکاری در فرآیند FCAW ۵۵
شکل ۴-۷- نمایش شماتیک تجهیزات و روش جوشکاری در فرآیند SMAW ۵۷
شکل ۴-۸- اطلاعات مربوط به جوشکاری اولیه (اصلی) بر روی لوله شماره ۱ ..... ۵۹
شکل ۴-۹- اطلاعات مربوط به جوشکاری اولیه (اصلی) بر روی لوله شماره ۲ ..... ۶۰
شکل ۴-۱۰- اطلاعات مربوط به جوشکاری ترمیمی موضعی بر روی لوله شماره ۲ ..... ۶۱
شکل ۴-۱۱- اطلاعات مربوط به جوشکاری اولیه (اصلی) بر روی لوله شماره ۳ ..... ۶۲
شکل ۴-۱۲- اطلاعات مربوط به جوشکاری ترمیمی کامل بر روی لوله شماره ۳..... ۶۳
شکل ۴-۱۳- بریدن دو سر لوله توسط اره نواری..... ۶۵
شکل ۴-۱۴- چکش الکتریکی مدل Metabo Khe32..... ۶۶
شکل ۴-۱۵- قلم فابریک مربوط به چکش Metabo Khe32 (پایین) و قلم اصلاح شده توسط دستگاه تراش(بالا) ۶۶
شکل ۴-۱۶- عملیات چکش‌زنی بر روی پنجه جوش اتصال..... ۶۷
شکل ۴-۱۷-کدگذاری قطاعهای مورد مطالعه ۶۸
شکل ۴-۱۸- سطح صیقلی شده قطاع آزمایشی و موقعیت نصب کرنشسنجها ۷۲
شکل ۴-۱۹- موقعیت نصب کرنش‌سنجها بر روی قطاع آزمایشی ۷۲
شکل ۴-۲۰- شماره گذاری کرنش‌سنجها و موقعیت Cut Line 1 و Cut Line 2 بر روی قطاع آزمایشی..... ۷۳
شکل ۴-۲۱- پوشش ضد آب بر روی کرنش‌سنجها و سیمهای شیلددار ۷۴
شکل ۴-۲۲- آزمایش تقطیع-برشکاری Cut Line1 ..... ۷۵
شکل ۴-۲۳- آزمایش تقطیع-برشکاری Cut Line2 ..... ۷۵

شکل ۴-۲۴- نوار جدا شده از لوله پس از آزمایش تقطیع ۷۶
شکل ۴-۲۵- تکیه‌گاه و نحوه مهار لوله بر روی آن..... ۷۷
شکل ۴-۲۶- ثبت کرنشها توسط دستگاه ثیت دادهها (Data Logger) در حین فرآیند تقطیع ۷۸
شکل ۴-۲۷- منحنی تاریخچه زمانی کرنشهای آزاد شده در روش تقطیع برای نوار OW..... ۸۰
شکل ۴-۲۸- منحنی تاریخچه زمانی کرنشهای آزاد شده در روش تقطیع برای نوار OH ۸۱
شکل ۴-۲۹- منحنی تاریخچه زمانی کرنشهای آزاد شده در روش تقطیع برای نوار PR ۸۱
شکل ۴-۳۰- منحنی تاریخچه زمانی کرنشهای آزاد شده در روش تقطیع برای نوار PRH ۸۲
شکل ۴-۳۱- منحنی تاریخچه زمانی کرنشهای آزاد شده در روش تقطیع برای نوار TR ۸۲
شکل ۴-۳۲- منحنی تاریخچه زمانی کرنشهای آزاد شده در روش تقطیع برای نوار TRH ۸۳
شکل ۴-۳۳- مقادیر کرنش‌های ثبت شده در برش اول نسبت به فاصله دستگاه برش تا خط جوش در نوار OW..... ۸۷
شکل ۴-۳۴- مقادیر کرنش‌های ثبت شده در برش اول نسبت به فاصله دستگاه برش تا خط جوش در نوار PR ۸۷
شکل ۴-۳۵- مقادیر کرنش‌های ثبت شده در برش اول نسبت به فاصله دستگاه برش تا خط جوش در نوار PRH ۸۸
شکل ۴-۳۶- مقادیر کرنش‌های ثبت شده در برش اول نسبت به فاصله دستگاه برش تا خط جوش در نوار TR ۸۸
شکل ۴-۳۷- مقادیر کرنش‌های ثبت شده در برش اول نسبت به فاصله دستگاه برش تا خط جوش در نوار TRH ۸۹
شکل ۴-۳۸- نمونه آزمایش کشش ۹۲
شکل ۴-۳۹- نحوه قرارگیری نمونه داخل گیره دستگاه..... ۹۳
شکل ۴-۴۰- نمونه گسیخته شده در آزمون کشش ۹۳
شکل ۴-۴۱- نمودار تنش-کرنش برای لوله ۸ اینچ..... ۹۳
شکل ۴-۴۲- هندسه نمونه استخوانی..... ۹۶
شکل ۴-۴۳- نمونه های استخوانی ساخته شده با کدهای مختلف ۹۷
شکل ۴-۴۴- نمای کلی از دستگاه تست خستگی-Instron 8502 ..... ۹۹
شکل ۴-۴۵- نمایی از نمونه با جوشکاری اصلی و دارای چکش‌زنی (OH۱) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۵۵Fy) ۱۰۰
شکل ۴-۴۶- نمایی از نمونه با جوشکاری اصلی و دارای چکش‌زنی (OH۲) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۶۵Fy) ۱۰۱

شکل ۴-۴۷- نمایی از نمونه با جوشکاری اصلی و فاقد چکشزنی (OW۱) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۵۵Fy) ۱۰۱
شکل ۴-۴۸- نمایی از نمونه با جوشکاری اصلی و فاقد چکشزنی (OW۲) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۶۵Fy) ۱۰۲
شکل ۴-۴۹- نمایی از نمونه با جوشکاری ترمیمی موضعی و دارای چکش‌زنی (PRH۱) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۵۵Fy) ۱۰۲
شکل ۴-۵۰- نمایی از نمونه با جوشکاری ترمیمی موضعی و دارای چکش‌زنی (PRH۲) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۶۵Fy) ۱۰۳
شکل ۴-۵۱- نمایی از نمونه با جوشکاری ترمیمی موضعی و فاقد چکش‌زنی (PR۱) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۵۵Fy) ۱۰۳
شکل ۴-۵۲- نمایی از نمونه با جوشکاری ترمیمی موضعی و فاقد چکش‌زنی (PR۲) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۶۵Fy) ۱۰۴
شکل ۴-۵۳- نمایی از نمونه با جوشکاری ترمیمی کامل و دارای چکش‌زنی (TRH۱) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۵۵Fy) ۱۰۴
شکل ۴-۵۴- نمایی از نمونه با جوشکاری ترمیمی کامل و دارای چکش‌زنی (TRH۲) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۶۵Fy) ۱۰۵
شکل ۴-۵۵- نمایی از نمونه با جوشکاری ترمیمی کامل و فاقد چکش‌زنی (TR۱) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۵۵Fy) ۱۰۵
شکل ۴-۵۶- نمایی از نمونه با جوشکاری ترمیمی کامل و فاقد چکش‌زنی (TR۲) گسیخته شده پس از آزمون خستگی با دامنه تنش (۰/۶۵Fy) ۱۰۶
شکل ۴-۵۷- نمودار تنش-تکرار برای نمونه‌های دارای جوشکاری اصلی (اولیه) ۱۰۸
شکل ۴-۵۸- نمودار تنش-تکرار برای نمونه‌های دارای جوشکاری ترمیمی موضعی ۱۰۸
شکل ۴-۵۹- نمودار تنش-تکرار برای نمونه‌های دارای جوشکاری ترمیمی کامل ۱۰۹

فهرست جداول

جدول ۳-۱- پارامترهای مربوط به نمودارهای S-N برای اتصالات T شکل فاقد بهسازی و بهسازی شده.....۳۴

جدول ۳-۲- مقادیر تنشهای پسماند در نمونه‌های فولادی St 52 با اتصال T شکل بدون اعمال بار خارجی در سطح $y \cong 0$ [32] ۳۵

جدول ۴-۱- مشخصات مکانیکی لوله.....۴۹

جدول ۴-۲- مشخصات شیمیایی لوله ۴۹

جدول۴-۳- معرفی قطاع‌های آزمایشی ۶۹

جدول۴-۴- مقادیر کرنش‌های ثبت شده توسط کرنش‌سنج‌ها(برمبنای میکرو استرین) در فرآیند تقطیع در نوارOW ۸۴

جدول۴-۵- مقادیر کرنش‌های ثبت شده توسط کرنش‌سنج‌ها(برمبنای میکرو استرین) در فرآیند تقطیع در نوار OH.....۸۵

جدول۴-۶- مقادیر کرنش‌های ثبت شده توسط کرنش‌سنج‌ها (برمبنای میکرو استرین)در فرآیند تقطیع در نوار PR.....۸۵

جدول۴-۷- مقادیر کرنش‌های ثبت شده توسط کرنش‌سنج‌ها(برمبنای میکرو استرین) در فرآیند تقطیع در نوار PRH.....۸۵

جدول۴-۸- مقادیر کرنش‌های ثبت شده توسط کرنش‌سنج‌ها(برمبنای میکرو استرین) در فرآیند تقطیع در نوار TR ۸۶

جدول۴-۹- مقادیر کرنش‌های ثبت شده توسط کرنش‌سنج‌ها(برمبنای میکرو استرین) در فرآیند تقطیع در نوار TRH ۸۶

جدول۴-۱۰- تنشهای پسماند منتج از نتایج روش تقطیع (بر حسب MPa).....۹۰

جدول۴-۱۱- مشخصات مکانیکی لوله ۸ اینچ فولادی.....۹۴

جدول۴-۱۲- نامگذاری نمونه‌های آزمون خستگی ۹۸

جدول۴-۱۳- مقادیر تعداد چرخه‌های خرابی به ازای دامنه تنشهای مختلف ۱۰۷

فصل ۱

مقدمه

فصل۱- مقدمه

۱-۱- کلیات

کشور عزیزمان ایران دارای منابع عظیم نفت و گاز است و بخش بزرگی از این منابع در داخل دریا قرار دارند، لذا انتقال نفت و گاز از دریا به کارخانه‌های فرآورش و پالایشگاه‌ها توسط خطوط لوله زیردریایی امری مهم و حساس می‌باشد. از آنجایی که برشکاری و جوشکاری مجدد در هنگام ساخت، زمان‌بر و پر هزینه بوده، در هنگام بهره‌برداری باعث قطع تولید و کاهش صادرات گردیده و هزینه‌های اقتصادی و سیاسی زیادی را به خصوص در میادین مشترک به بهره‌بردار تحمیل می‌نماید. لذا عوامل یاد شده، بسیاری از مجریان و بهره‌برداران را علاقه‌مند به اجرای جوش ترمیمی می‌نماید که علیرغم مزایای اقتصادی زیاد می-تواند دارای معایب جانبی متعددی باشد.

یکی از چالش‌های پیش روی خطوط لوله فراساحل، اطمینان از مقاومت آنها در برابر پدیده خستگی در طول عمر بهره‌برداری است. بارهای خستگی می توانند در حین نصب لوله از دوبه، در دهانه های آزاد لوله، تحت تاثیر نوسانات ناشی از گردابه، در اثر دوره‌های حرارت، فشار و ... رخ دهند. حساسیت بالای

خطوط لوله در صنایع نفت و گاز، شدت بارها و ماهیت تناوبی بارها، تبعات زیست‌محیطی و اقتصادی ناشی از وقوع خرابی در آنها اهمیت نگاه ویژه به بهسازی جوش ترمیمی را مضاعف می‌سازد.

با استفاده از برخی از روش‌های کاربردی می‌توان پیدایش و رشد ترک‌های خستگی را به تأخیر انداخته و تنش‌های پسماند کششی را حذف و به تنش پسماند فشاری تبدیل نمود.

۱-۲- اهداف و روش تحقیق

در این تحقیق سعی بر این است تا تأثیر روش چکش‌زنی، که روشی مؤثر، برای ایجاد تنش‌های پسماند فشاری می‌باشد، در بهبود عمر خستگی و اصلاح میدان تنش‌های پسماند بر روی اتصالات جوشکاری ترمیم شده در خطوط لوله زیردریایی با روش‌های آزمایشگاهی و تجربی مورد ارزیابی قرار گیرد.

تمرکز اصلی این تحقیق در بخش آزمایشگاهی بر اندازه‌گیری تنش‌های پسماند و عمر خستگی اتصالات جوش اصلی (ترمیم نشده) و جوش ترمیم شده جزئی و کلی، عملیات چکش‌زنی بر روی پنجه جوش اتصالات مذکور و تأثیر آن در حذف تنش‌های پسماند کششی و ایجاد تنش‌های پسماند فشاری و در نهایت اصلاح میدان تنش‌های پسماند و بهبود عمر خستگی اتصالات می‌باشد.

۱-۳- روند ارائه مطالب

در فصل دوم، مروری کوتاه بر مفاهیم کلی مرتبط با موضوع جوشکاری ترمیمی، تنش‌های پسماند، خستگی و تاریخچه مطالعات قبلی انجام شده صورت می‌گیرد.

در فصل سوم روش چکش‌زنی معرفی گردیده و تاریخچه مطالعات انجام شده در این خصوص مورد بحث قرار می‌گیرد.

فصل چهارم به ارائه مطالعات آزمایشگاهی انجام شده در رابطه با اندازه‌گیری تنش‌های پسماند، نحوه طراحی و ساخت نمونه‌ها و تعیین عمر خستگی پرداخته و در نهایت نیز جمع‌بندی نتایج به دست آمده از این تحقیق و پیشنهادها جهت انجام پژوهش‌های آینده در فصل پنجم ارائه شده است.

فصل ۲

مفاهیم کلی و مرور ادبیات فنی

فصل۲- مفاهیم کلی و مرور ادبیات فنی

۲-۱- مقدمه

به دلایل گوناگون، از مراحل ابتدایی ساخت و در طول بهره‌برداری، سازه‌های فولادی با اتصالات جوشی نیازمند جوشکاری ترمیمی هستند. علت این ترمیم‌ها، بعضاً وجود خطا یا تغییرات در طراحی و اجرا یا جوشکاری نامناسب اتصالات به هنگام ساخت سازه می‌باشند. همچنین با توجه به شرایط محیطی، موقعیت استقرار سازه، وجود خوردگی در اجزای آنها، بعضاً امری اجتناب‌پذیر است. برخوردها و آسیب‌های تصادفی به هنگام نصب و بهره‌برداری که به بروز صدمات در اعضا منجر می‌شوند نیز یکی دیگر از انواع نقایص به وجود آمده در سازه‌های فولادی می‌باشد.

خطوط لوله زیردریایی که عموماً برای انتقال نفت و گاز از میادین دریایی به کارخانه‌های فرآورش نفت و یا پایانه‌های صادرات نفت، طراحی و اجرا می‌گردند، همواره مورد توجه بهره‌برداران و کارفرمایان بوده-اند. هرگونه آسیب‌دیدگی در این خطوط منجر به توقف و یا کاهش تولید و یا صادرات خصوصاً از میادین مشترک گردیده و خسارات سنگینی به لحاظ اقتصادی و سیاسی به کشور تحمیل می‌نماید. از این‌رو بسیاری

از بهره‌برداران و کارفرمایان علاوه بر اینکه از طراحان و مجریان نهایت دقت در طراحی و اجرا را مطالبه می-نمایند، علاقه مند به ادامه بهره‌گیری از خطوط لوله مذکور پس از اتمام عمر طراحی آنها نیز می‌باشند.

لذا جوشکاری ترمیمی به عنوان یکی از راه‌های متداول رفع نقایص و ارتقاء عملکرد اتصال می‌باشد. ترمیم‌ها می‌توانند از پرکردن حفرات کم عمق موضعی با جوش تا جوش‌هایی عمیق در طول بخش‌های قابل توجهی از عضو متغیر باشد. مشکل مورد نظر می‌تواند در مرحله ساخت اولیه ایجاد شده باشد. (شکستگی-های ناشی از سرد و گرم شدن، تخلخل و...)، در طول بهره‌برداری بعدی (پوسیدگی، آسیب‌دیدگی، خوردگی در اثر تنش و غیره) رخ داده باشد و یا حضور عوامل آسیب زا در محیط بهره‌برداری آن را ایجاد کرده باشد.

گزارش‌هایی مبنی یر اینکه جوش‌های ترمیمی موجب بروز خرابی‌های خطرناک در سازه‌های دارای اهمیت شده‌اند، ارائه شده است. هم اکنون در کشور ما در سازه‌های صنعتی و یا سازه‌های خاص که به نحوی نیازمند انجام جوشکاری ترمیمی می‌گردند، عموماً آثار نامطلوب این جوشکاری نادیده گرفته می‌شود. علاوه بر این کنترل کیفیت ناکافی نیز موارد استفاده از جوش ترمیمی را افزایش می‌دهد و این امر اهمیت مسأله را افزایش می‌دهد.

یک گرایش عمومی برای فولادهای با مقاومت بالا در لوله های فراساحل، خصوصاً در آب های عمیق، با هدف کاستن از وزن کلی آنها و افزایش استحکام در برابر بارهای وارده وجود دارد. با استفاده از این فلزات جداره لوله ها نسبتاً نازک‌تر خواهد شد، لیکن استفاده از مقاطع نازک‌تر حساسیت آنها را به ناراستی‌های هندسی و تنش‌های پسماند ناشی از جوشکاری و جوش ترمیمی افزایش خواهد داد. همچنین فولادهای با مقاومت بالا به ترک خوردگی، سخت شدگی و تنش‌های حرارتی حاصل از جوشکاری حساس‌تر می‌باشند [1].