

**تبيين الزامات كيفيتى جوشكارى**

**بر اساس استاندارد ISO 3834**

صنعت جوش به عنوان صنعتی راهبردی و زیرساختی از اهمیت و جایگاه ویژه ای در توسعه صنعت نفت و گاز برخوردار است و فرآیند جوشکاری نقش اساسی و محوری در ساخت تجهیزات، مجموعه ها و واحدهای صنعت نفت و گاز (بالادستی، میان دستی و پایین دستی) ایفا می نماید. از طرفی ماهیت فرآیند جوشکاری به عنوان یک فرآیند ویژه به نحوی است که کیفیت سازه ها و محصولات آن را نمی توان با تکنیکها و روشهای بازرسی نهایی، تبیین و تضمین نمود. لذا تنها راه دستیابی به سازه های جوشکاری با کیفیت و اطمینان به آنها، کنترل فرآیند جوشکاری و الزامات کیفی مرتبط با آن تحت نظام هماهنگ و یکپارچه می باشد. از این رو وزارت نفت به عنوان متولی صنعت نفت و گاز مصمم است از طریق پیاده سازی و استقرار الزامات کیفی جوشکاری بر اساس استاندارد ملی به شماره 3834 در سطح ارکان مختلف مرتبط با فرآیند ساخت و تولید محصولات جوشکاری خود ضمن برخورداری از مزایای آن به لحاظ؛ ارتقاء سطح کیفی تجهیزات، سازه ها و محصولات جوشکاری و تضمین کیفیت آنها، افزایش بهره وری و ارزش افزوده در پروژه ها و ارتقاء سطح ایمنی در واحدهای صنعتی رسالت خود را بعنوان الگوی توسعه فرهنگ کیفیت در صنایع کشور به انجام برساند.

# بازنگری الزامات

## تبیین موضوع بازنگری الزامات

به منظور تعریف کامل و شفاف خواسته ها، معیارها و شاخصهای فرآیند ساخت و تحویل محصول جوشکاری، استاندارد از سازنده و یا عوامل مرتبط با فرآیند ساخت (کارفرما، پیمانکار، مشاور و یا بازرس) می خواهد که در زمان انعقاد قرارداد و پذیرفتن مسئولیت "متناسب با نقش و جایگاه خود در فرآیند ساخت و تحویل محصول جوشکاری" نسبت به بازنگری الزامات قرارداد اقدام نمایند تا از تعریف و تبیین کامل الزامات انجام کار مثل: الزامات فنی، اجرایی، زمان و شرایط تحویل اطمینان حاصل گردد. با توجه به اینکه الزامات و خواسته های مذکور از منابع و مراجع مختلف بدست می آید؛ لذا این بازنگری حداقل در برگیرنده موارد پنجگانه به شرح زیر می باشد:

### 1- استاندارد ساخت محصول جوشکاری

به طور معمول هر سازه یا محصول جوشکاری بر اساس یک استاندارد تعریف شده (مرجع) طراحی و ساخته می شود بنابراین ضروری است متناسب با نوع پروژه یا محصول جوشکاری استاندارد/ استانداردهای مرجع مرتبط در قرارداد تعیین و تعریف گردد بعنوان مثال:

❖ خطوط لوله انتقال گاز:

**ASME B31.4:** Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries: piping transporting products that are predominately liquid between plants and terminals and within terminals, pumping, regulating, and metering stations

**ASME B31.8-2018 - Gas Transmission and Distribution Piping Systems**

### 2- الزامات تکمیلی

منظور الزامات و خواسته هایی است که ممکن است از طرف سفارش دهنده یا مشتری علاوه بر الزامات استاندارد در خصوص محصول جوشکاری در نظر گرفته می شود؛ این خواسته ها ممکن است شامل: ارتقاء یا سخت گیرانه کردن معیارهای استاندارد باشد یا تبیین کننده جزئیات و تعیین تکلیف مواردی باشد که در

استاندارد مربوطه تعیین تکلیف نشده است و یا تعیین خواسته ها و الزامات جدیدی باشد که در استاندارد مربوطه مد نظر قرار نگرفته است. بطور معمول این نوع خواسته ها(الزامات تکمیلی) در شرح کار و خدمات پروژه و یا اسناد و مدارک مرتبط(نظیر: مدارک طراحی پایه، تفصیلی و یا فنی پروژه) تعریف و معین می گردد.

### **3- الزامات قانونی و مقرراتی**

منظور مجموعه ضوابط، مقررات و آئین نامه هایی است که از طرف نظام حاکمیتی در حوزه محصول جوشکاری مورد نظر الزام و برآورده شدن معیارها و شاخصهای مذکور در آنها اجباری گردیده است مثل؛ رعایت الزامات استانداردهای IGS، دستورالعمل ها، آئین نامه ها و ضوابط الزام آوری که برای سازندگان و تامین کنندگان صنعت نفت اجباری می باشد.

### **4- الزامات اضافی سازنده**

گاهی ممکن است علاوه بر الزامات استاندارد، الزامات تکمیلی و الزامات قانونی، سازنده یا هر یک از عوامل مرتبط با ساخت محصول جوشکاری بخواهد شرایط، معیارها و شاخصهایی را در خصوص فرآیند ساخت و تحویل محصول جوشکاری تعیین نماید که به آن الزامات سازنده اطلاق می گردد. بنابراین لازم است در زمان انعقاد قرارداد این موضوع نیز تعیین تکلیف گردد.

### **5- قابلیت سازنده در برآورده ساختن الزامات تعیین شده**

پس از مشخص شدن الزامات و ضوابط انجام کار که شامل مجموع الزامات چهارگانه فوق الذکر می باشد؛ سازنده لازم است از طریق خود ارزیابی نشان دهد که منابع و امکانات لازم را برای انجام کار در اختیار دارد و یا در تامین آنها مشکلی ندارد بطوریکه قادر است؛ فرآیند ساخت و تحویل محصول جوشکاری را مطابق الزامات تعیین شده عملی نماید. خود ارزیابی می تواند بر حسب نوع کار و محصول جوشکاری در حوزه های مختلفی صورت پذیرد. مع الوصف لازم است در برگیرند جنبه های مهم و تاثیر گذار بر فرایند ساخت و تحویل محصول جوشکاری مطابق موارد زیر باشد:

## تجهیزات و ماشین آلات

نظیر: جرثقیل ها، دستگاه های جوشکاری، تجهیزات بازرسی و آزمون، دستگاه های برشکاری و پخ زنی و آماده سازی، تجهیزات تمیزکاری، تجهیزات و امکانات عملیات حرارتی، دستگاه های ماشینکاری و فرزکاری، جیگ و فیکسچرها و نگهدارنده ها و غیره

## منابع انسانی

شامل: جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری، بازرسان و آزمونگران تستهای غیرمخرب، هماهنگ کنندگان فعالیتهای جوشکاری و نیز دیگر افراد لازم جهت ساخت و تحویل محصول جوشکاری

## متربال پایه و مواد مصرفی

بررسی در اختیار داشتن و یا تأمین پذیر بودن (قابل دسترس بودن) متریالهای پایه و مواد مصرفی مورد نیاز پروژه مطابق با الزامات قراردادی می باشد نظیر: انواع لوله، فلنج، فیتینگ، ورق، پروفیل و غیره.

## کالا و قطعات

بررسی در اختیار داشتن و یا تأمین پذیر بودن (قابل دسترس بودن) کالاهای مورد نیاز پروژه مطابق با الزامات قراردادی می باشد نظیر: انواع شیر، پمپ، لوله، اتصالات و غیره.

**توجه:** در خصوص محصولاتی که در کارگاه ساخته می شوند؛ بررسی فضای کارگاهی نیز اهمیت و ضرورت پیدا می کند.

## تبیین موضوع بازرگری فنی

سازنده باید قبل از شروع فرایند ساخت (خرید و اجراء)، برنامه ها، مدارک و مستندات فنی، دستورالعملها و روشهای اجرایی را بر اساس الزامات و نتایج بازرگری الزامات مورد بازرگری قرار دهد و در صورتیکه مدارک و مستندات دارای نقص یا ابهام می باشد؛ اقدامات لازم را جهت تهیه مدارک و رفع نقایص آنها انجام دهد. بنابراین

با توجه به تعیین یکسری موارد مطابق شرح زیر که لازم است در فرآیند بازرنگری فنی مورد توجه سازنده قرار گیرد ضروری است؛ سازنده ضمن تبیین روش /یا روشهای اجرایی و دستورالعملهای مرتبط با بازرنگری موارد مذکور، سوابق این بازرنگریها را ایجاد و بعنوان بخشی از سوابق کیفی حفظ نماید.

## 1- مشخصات فنی مواد یا متریال پایه

منظور شناسایی و تعریف مشخصات فنی (خواص مکانیکی، آنالیز شیمیایی، خواص فیزیکی، خوردگی، میکروساختار، عملیات تکمیلی و غیره بر حسب ضرورت و کاربرد) متریال / متریال های مورد استفاده جهت ساخت محصول جوشکاری می باشد بطوریکه سوابق این موضوع بتواند بعنوان مبنای فرآیند خرید، تست و بازرسی متریال ها قرار گیرد. بطور معمول این اطلاعات در مدارک فنی مواد و متریال پروژه ها تعریف می گردد.

## 1 - خواص اتصالات جوشکاری

منظور شناسایی اتصالات جوشکاری (محلهای اتصال جوشی) در سازه و تعریف جزئیات مربوط به اتصالات (نوع طرح اتصال و جزئیات مربوطه) می باشد که بطور معمول این اطلاعات در نقشه ها و مدارک جوشکاری (WELD MAP) با استفاده از علائم و اختصارات به زبان فنی جوشکاری تعریف می گردد.

## 2 - الزامات کیفی و معیارهای پذیرش جوش

منظور تعیین و تعریف معیارها و حد پذیرش در خصوص جوشهای اجراء شده بر اساس الزامات تعیین شده مطابق با بازرنگری الزامات قراردادی در مدارک پروژه می باشد که ممکن است علاوه بر تعیین محدوده پذیرش ناپیوستگیها، الزامات کیفی دیگری مثل: سنگ زدن گرده جوش ها و میزان صافی سطح آنها مد نظر قرار گیرد.

## 4- موقعیت، قابلیت دسترسی و توالی جوش ها همراه با بازرسی و آزمون های غیرمخرب

منظور تعیین و تعریف موقعیت و شرایط اجرای جوشکاری، ترتیب و توالی انجام جوشها در فرآیند ساخت سازه جوشکاری همراه با شرایط بازرسی و تست از نظر قابلیت دسترسی و اجرای آزمون های غیر مخرب از جمله خواسته هایی است که لازم است در بازرنگری این بند مدنظر قرار گرفته و الزامات مرتبط با موارد مذکور در مدارک پروژه تعیین تکلیف گردد.

## 5- دستورالعمل جوشکاری (WPS)

منظور بازنگری دستورالعملهای جوشکاری مورد نیاز برای جوشکاری سازه مورد نظر می باشد بنحوی که از نظر کمی (تعداد) و کیفی (متغیرهای ضروری و محتوای لازم بر اساس استاندارد و ضوابط جوشکاری مرتبط) کفایت لازم را جهت ساخت محصول جوشکاری مطابق با الزامات و معیارهای تعیین شده بر اساس بازنگری الزامات قراردی برآورده نماید.

## 6- دستورالعمل های آزمون غیر مخرب

منظور بازنگری دستورالعمل آزمون های غیر مخرب (NDT) می باشد به نحوی که اطمینان لازم را جهت اجرای اثربخش آزمونهای غیرمخرب بر اساس دستورالعملهای آزمون از قبل تعریف و تأیید شده برآورده نماید. ضروری است محتوای دستورالعمل آزمون های غیرمخرب طوری تعریف و تنظیم گردد که ضمن تبیین دقیق، کامل و شفاف شرایط و مراحل انجام آزمون شرایط را برای هرگونه عدم انطباق و یا خطای فردی و سیستماتیک منتفی نماید.

## 7- دستورالعمل های عملیات حرارتی

منظور بازنگری دستورالعمل های عملیات حرارتی مورد نیاز در فرآیند ساخت محصول جوشکاری می باشد؛ به نحوی که از نظر کمی و کیفی (تعریف دقیق و شفاف کلیه متغیرهای مرتبط با فرآیند عملیات حرارتی نظیر: سرعت های گرم کردن و سرد کردن، دماها و زمانهای نگهداری قطعه در محدوده های مورد نظر، شرایط محیطی کوره عملیات حرارتی، نحوه سرد کردن و پارامترهای ضروری دیگر) کفایت لازم را جهت ساخت محصول جوشکاری بنماید.

## 8- تأیید رویه های جوشکاری (PQR)

منظور تعریف فرآیند ارزیابی و تأیید رویه های جوشکاری (PQR) می باشد که در خصوص دستورالعملهای جوشکاری (WPS) فاقد تأییدیه و لازم به ارزیابی و تأیید مجدد، این موضوع بصورت دقیق و شفاف در برنامه ریزیهای مربوطه در نظر گرفته شود.

## 9- تأیید صلاحیت کارکنان جوشکاری

منظور بازنگری و تبیین فرآیند شناسایی، ارزیابی و تأیید صلاحیت پرسنل جوشکاری (جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری و هماهنگ کنندگان فعالیتهای جوشکاری)، بازرسی جوش و آزمونهای غیرمخرب می باشد، بنحوی که اطمینان لازم را جهت انجام آزمون های تأیید صلاحیت برای جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری و نیز انجام آزمون و صدور گواهینامه برای پرسنل بازرسی و کارکنان آزمونهای غیرمخرب (NDT) به انضمام رویه ارزیابی و تأیید صلاحیت هماهنگ کنندگان فعالیتهای جوشکاری مهیا نماید.

## 10- انتخاب، شناسایی و قابلیت ردیابی

منظور بازنگری موضوع با هدف شناسایی متغیرها و مواردی است که لازم است در خصوص آنها در اسناد و مدارک و سوابق کیفی مرتبط با فرآیند ساخت محصول جوشکاری قابلیت شناسایی و ردیابی برقرار گردد همراه با برنامه ها، رویه ها و دستورالعملهای اجرایی که کمیت و کیفیت موضوع را تضمین نماید.

## 11- برنامه کنترل کیفیت شامل همکاری نهاد بازرسی مستقل

منظور بازنگری اسناد، مدارک و برنامه های مرتبط با فرآیند بازرسی، کنترل کیفی جهت تعریف دقیق وظایف، مسئولیتهای، اختیارات و نقش هر یک از عوامل دخیل در فرآیند بازرسی و کنترل کیفی، تبیین چگونگی تعاملات و ارتباطات فی مابین آنها، رویه های اجرایی مرتبط با تدوین طرحها و برنامه های بازرسی و کنترل کیفی در سطوح مختلف (QCP & ITP) می شود که باید توسط سازنده در این بخش از بازنگری فنی مورد توجه و اهتمام لازم قرار گیرد.

## 12- بازرسی و آزمون

منظور بازنگری برنامه های بازرسی و تست مرتبط با فرآیند ساخت محصول جوشکاری می باشد به نحوی که ضمن تبیین ایستگاه های بازرسی و تست، ضوابط، شرایط امکانات و منابع انجام آزمون و بازرسی مدون گردد، معیارهای پذیرش نتایج بازرسی و تست تبیین شود، دستورالعمل های مرتبط با برنامه های بازرسی و تست تدوین و تأیید گردد و نیز مدارک و مستندات مرتبط با سوابق کیفی محصول جوشکاری تعیین تکلیف شود.



### 13- پیمانکاران فرعی

در صورتیکه لازم از خدمات پیمانکاران فرعی استفاده گردد؛ در این بخش از بازنگری فنی لازم است؛ برنامه ها و رویه های مرتبط با فرآیند شناسایی، ارزیابی و تأیید صلاحیت اولیه پیمانکاران، رویه تعریف کار، ضوابط نظارت و کنترل کار و خدمات پیمانکاران همراه با معیارهای تحویل کار به منظور اطمینان از تعریف درست انجام کار، سپردن کار به فرد واجد صلاحیت، انجام صحیح کار و ایجاد سوابق کیفی لازم مورد بازنگری قرار گیرد.

### 14- عملیات حرارتی پس از جوشکاری

منظور بازنگری اسناد و مدارک به منظور تبیین فرآیند انجام کار عملیات حرارتی پس از جوشکاری (در صورت نیاز) اطمینان از تدوین و تأیید دستورالعملهای مرتبط با محتوای لازم از نظر تعریف متغیرها و پارامترهای مورد نیاز، امکانات و منابع لازم، شرایط اجرای کار، الزامات بازرسی و کنترل کیفی و ثبت نتایج و اطمینان از ایجاد و دسترسی به سوابق کیفی لام از جمله اهداف بازنگری این بند از الزامات فنی می باشد.

### 15- آزمون بچ مواد مصرفی جوش

منظور بازنگری رویه ها و دستورالعملهای اجرایی به منظور تعریف و تعیین تکلیف در خصوص شرایط و ضوابط نمونه برداری و تست از مواد مصرفی جوشکاری می باشد که در صورت ضرورت لازم است فرایند انجام کار همراه با جزئیات لازم نظیر؛ نحوه نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها، نوع آزمون ها، شرایط تست، معیارهای پذیرش، و مستندات مربوط به نتایج کار و سوابق کیفی تهیه و تدوین گردد.

### 16- سایر الزامات جوشکاری مانند مقدار فریت فلز جوش، پیرسازی، مقدار هیدروژن،

#### پشت بند دایم، استفاده از کوبش، پرداخت سطح و پروفایل جوش

منظور بازنگری برنامه ها، مدارک و مستندات، دستورالعملها و روشهای اجرایی با هدف تبیین فرایند و جزئیات انجام هریک از موارد مذکور و یا موارد مشابه (در صورت ضرورت و کاربرد) می باشد بعنوان مثال: میزان فریت فلز جوش (درصد فریت مجاز) همراه با روش اندازه گیری آن باید بازنگری شود. در صورت لزوم پیرسازی جوش؛ لازم است در خصوص انتخاب فیلمتال و نحوه عملیات حرارتی پس از جوش تمهیدات لازم انجام شود. میزان

هیدروژن موجود در جوش روی ترک های سرد هیدروژنی و تردی های ناشی از آن پر اهمیت می باشد و باید در خصوص هیدروژن مجاز جوش، راههای جلوگیری از ورود هیدروژن و روش های دفع آن بررسی های لازم انجام شود. نوع پشت بند مورد استفاده که ممکن دائم باشد یا موقت باشند و نیز محدودیت ها در بکارگیری پشت بندهای دائم و جنس آن باید مورد بازنگری قرارگیرد. استفاده از کوبش سطح جوش جهت تنش زدایی جوش و ابزار انجام کوبش، الزامات پروفایل جوش و شکل گرده و همچنین در صورت نیاز به سنگ زنی و یا پرداخت سطح جوش از جمله مواردی دیگری هستند که در صورت ضرورت و الزام لازم است در خصوص موضوع و نحوه انجام آن بازنگری صورت پذیرد..

### **17- استفاده از روش های ویژه(به عنوان مثال: به منظور دستیابی به نفوذ کامل بدون پشت بند هنگامی که فقط از یک طرف جوشکاری می شود)**

منظور زمانی که بر حسب الزامات کار لازم است از روش های ویژه جوشکاری استفاده می شود مثل جوشکاری پالسی، جوشکاری با پودر فعال کننده، جوشکاری تاندم و یا دوقلو، جوشکاری با سیم داغ، جوشکاری موج مربعی، جوشکاری فرکانس بالا و یا سایر موارد خاص، ضروری است از طریق بازنگری مدارک و مستندات نسبت به تعریف دقیق و شفاف فرآیند انجام کار همراه با الزامات و معیارهای پذیرش موضوع و اطمینان از ایجاد و دسترسی به سوابق کیفی مرتبط اقدام گردد.

### **18- ابعاد و جزئیات آماده سازی اتصال و جوش کامل شده**

منظور بازنگری اسناد و مدارک با هدف تعیین جزئیات و شرایط آماده سازی اتصالات قبل از جوشکاری نظیر: زاویه پخ ها، اندازه دهانه ریشه، پاشنه پخ، استفاده از پرکننده های ثابت (Insert)، استفاده از فاصله اندازها و یا موارد مرتبط به انضمام شرایط تمیز کاری و پرداخت جوشهای کامل شده می باشد.

### **19- محل اجرای جوشها(کارگاه و سایت)**

منظور بازنگری برنامه های اجرایی با هدف تعریف و تبیین تکلیف جوشهایی که الزاما باید در کارگاه یا سایت اجرا شوند، بررسی امکان انتقال جوشکاری اتصالاتی که باید در سایت انجام شود به کارگاه و یا بلعکس بر اساس سهولت اجرای کار، شرایط جوشکاری و الزامات مرتبط که لازم فرآیند تصمیم گیری و اجرای موضوع تبیین گردد..

## 20- شرایط محیطی جوشکاری مربوط به کاربرد فرایند(دما، رطوبت، باد و ...)

منظور بازنگری مدارک و مستندات با هدف تبیین و تعریف الزامات مرتبط با شرایط محیطی قابل قبول برای اجرای جوشکاری و محدودیت های مرتبط با عملیات اجرای جوشکاری نظیر: محدوده مجاز دمایی، سرعت مجاز باد و میزان رطوبت مجاز حین اجرای فرایند جوشکاری و امثالهم می باشد.

## 21- رسیدگی به عدم انطباق ها

منظور بازنگری رویه ها و دستورالعملهای مرتبط با فرآیند شناسایی، ثبت و ریشه یابی عدم انطباقهای احتمالی در فرایند ساخت محصول جوشکاری همراه با فرآیند صدور اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه در خصوص کلیه عدم انطباقهای فردی و سیستماتیک مرتبط با الزامات کیفیتی مختلف می باشد. به نحوی که اطمینان لازم جهت شناسایی و ثبت موارد عدم انطباق، ایجاد بانک اطلاعاتی از موارد عدم انطباق به منظور پایش آنها و نیز صدور و اجرای اقدامات اصلاحی و یا پیشگیرانه اثربخش حاصل گردد.

## تبیین الزامات پیمانکاران فرعی (برون سپاری خدمات جوشکاری)

خدمات مرتبط با حوزه جوشکاری شامل موارد ذیل می شود:

- جوشکاری
- بازرسی جوش
- آزمون های غیر مخرب

## • عملیات حرارتی پس از جوشکاری

بر اساس استاندارد ISO 3834 سازنده مسئول برآورده شدن الزامات کیفیتی طی فرآیند ساخت محصول جوشکاری می باشد. لذا موظف است برنامه ریزی و اقدامات لازم را جهت اطمینان از برآورده الزامات کیفیتی جوشکاری در سطح ارکان و عوامل اجرایی مرتبط با خدمات جوشکاری بعمل آورد. بنابراین هرگاه سازنده تمایل به استفاده از خدمات پیمانکاران در حوزه های چهارگانه فوق الذکر را داشته باشد لازم است نسبت به موارد زیر اقدام نماید:

- 1- از طریق ارزیابی پیمانکاران بر اساس الزامات مرتبط با حوزه خدمات برون سپاری نسبت به توانایی پیمانکاران در تطابق و برآورده کردن الزامات کیفیتی موضوع خدمات اطمینان حاصل نماید.
- 2- با اجرای فرآیند بازنگری قرارداد نسبت به تبیین کامل، دقیق و شفاف الزامات قراردادی در زمان انعقاد قرارداد اطمینان حاصل نماید.
- 3- با ارائه روش اجرایی / دستورالعمل مدون برنامه/برنامه های اجرایی خود را جهت چگونگی برآورده شدن الزامات کیفیتی جوشکاری در سطح ارکان و عوامل اجرایی مرتبط با الزامات کیفی مشخص نماید و سوابق برنامه های اجرایی خود را بعنوان بخشی از سوابق کیفی حفظ نماید.

## **تبیین الزامات موضوع پرسنل جوشکاران، بازرسی و آزمون های غیر مخرب**

پرسنل جوشکاری، بازرسی و آزمونهای غیر مخرب شامل گروه های زیر است:

- 1- جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری
- 2- هماهنگ کنندگان فعالیتهای جوشکاری
- 3- بازرسان جوش
- 4- آزمون گران تستهای غیر مخرب

- جوشکاران افرادی هستند که فرایندهای جوشکاری را به صورت دستی یا نیمه اتوماتیک اجرا می کنند و مهارت آنان در اجرای با کیفیت فرایند جوشکاری نقش مهمی دارد.
- اپراتورهای جوشکاری افرادی هستند که با فرایندهای اتومات، ماشینی و رباتیک کار می کنند. این افراد بیشتر به عنوان تنظیم کننده (Setter) فعالیت میکنند و توانمندی تئوریتیکال آنها در حوزه دستگاه و فرایند مورد نظر و همچنین نحوه تنظیم دستگاه مطابق WPS و مونتاژ صحیح قطعات و آماده سازی برای جوشکاری مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت..
- هماهنگ کنندگان فعالیتهای جوشکاری افرادی هستند که بر اساس دانش فنی، تخصص، تجربه و جایگاه سازمانی امور برنامه ریزی هماهنگی، کنترل و نظارت بر فعالیتهای جوشکاری را در حوزه های مختلف مرتبط (فرآیندهای جوشکاری، پرسنل، مدارک و مستندات، مواد و متریال پایه و مصرفی، ابزار و تجهیزات، بازرسی و کنترل کیفی، استانداردها و غیره) برعهده دارند. بطور کلی مسئولیت برآورده شدن الزامات کیفیتی جوشکاری بر عهده این افراد قرار دارد. لازم به یادآوری است؛ وظایف و مسئولیت های این افراد در استاندارد ISO 14731 تشریح شده است.

- 1- سازنده باید نشان دهد کارکنان کافی و واجد صلاحیت در حوزه های طرح ریزی، اجرای و بازرسی فرایندهای جوشکاری در اختیار دارد.
- 2- پرسنل جوشکاری بر اساس فرآیند مدون و تعریف شده مورد ارزیابی و تأیید صلاحیت قرار می گیرند.
- 3- هماهنگ کنندگان فعالیتهای جوشکاری دارای اختیارات کافی جهت ایفای موثر نقش و مسئولیت خود می باشند.
- 4- پرسنل جوشکاری بنحو مقتضی شناسایی می شوند، اطلاعات آنها بروز رسانی می شود و عملکرد آنها تحت کنترل قرار دارد.

## تبیین الزامات در حوزه تجهیزات

منظور ابزار و تجهیزات مرتبط با فعالیتهای جوشکاری، بازرسی و آزمونهای غیرمخرب می باشد که روی کیفیت سازه یا محصول جوشکاری می توانند تاثیرگذار باشند. بنابراین بسته به موضوع کار جوشکاری به لحاظ کمی و کیفی دارای تنوع فراوانی می باشند. مع الوصف حداقل شامل موارد ذیل می گردد.

- منابع تغذیه جوشکاری نظیر: ترانسفورماتور های AC و DC، رکتیفایر ها، دستگاه اینورتر، موتورجوش و دینام های جوشکاری
- تجهیزات برشکاری نظیر: دستگاه های برشکاری پلاسما، حرارتی، مکانیکی و یا روش های پیشرفته برشکاری، تجهیزات آماده سازی سطوح و پخ زنی
- تجهیزات پیش گرم و پس گرم نظیر: انواع کوره ها، پتوهای الکتریکی، تجهیزات شعله ای همراه با نمایشگرهای دما و امثالهم
- انواع قید و بست ها، نگهدارنده، فیکسچرها و امثالهم که جهت فرایندهای ساخت، مونتاژ، جوشکاری و یا عملیات حرارتی استفاده می شود.
- انواع جرثقیل ها، حمل کننده ها، لیفتراک ها، ساید بوم ها و هر گونه وسائل دیگر که جهت جابجایی قطعات و سازه های جوشکاری استفاده می شود.
- تجهیزات ایمنی فردی و سایر تجهیزات ایمنی که با فرایند ساخت در ارتباط است، نظیر: هواکش ها، ماسک ها، سیستم های تهویه سالن ها، لباس و کفش ایمنی و امثالهم
- کوره ها و گرم کن های پخت الکترو نظیر: کوره ها، آون های خشک کن و نگهدارنده،
- تجهیزات و ابزارهای تمیزکاری سطوح شامل فرچه های دستی و برقی، دستگاه های سنگ فرز و امثالهم
- تجهیزات آزمون مخرب، غیرمخرب و بازرسی نظیر: انواع گیج های جوشکاری، کولیس، ذره بین، یوک، پراد، دستگاه آلتراسونیک، رادیوگرافی و سایر تجهیزات پیشرفته بازرسی و تستهای غیر مخرب

1- سازنده باید تجهیزات لازم و کافی جهت انجام فرآیندهای کاری مربوط به ساخت محصول جوشکاری را در دسترس داشته باشد. این تجهیزات باید در مواقع لزوم در دسترس، قابل استفاده و سالم باشند و خروجی آنها صحه گذاری شده باشد. اگر تجهیز فاقد کیفیت لازم باشد (خراب باشد، کالیبره نباشد و استفاده از آن مورد تأیید سازنده نباشد) باید با برچسب غیر فعال (In active) از سایر تجهیزات تمیز داده شود. وجود تجهیز فاقد کیفیت در خط بدون برچسب غیر فعال حتی اگر استفاده نشود، قابل قبول نمی باشد.

2- سازنده باید فهرستی از تجهیزات اساسی مورد استفاده در فرآیند ساخت را نگهداری کند. این فهرست باید حداقل شامل: نام و مشخصات کلی دستگاه، کد شناسایی دستگاه و محل استقرار دستگاه در فرآیند ساخت باشد.

3- سازنده باید مشخصات اساسی تجهیزات را تعریف نماید و ظرفیت و قابلیت های آنها را تعیین کند. این قابلیت شامل: مشخصات فنی ماشین ها، مشخصات فیزیکی آنها (ابعاد و وزن) و موارد موثر دیگر نظیر:

- حداکثر ظرفیت و توان جرثقیل ها از نظر وزن و ابعاد
- توانمندی تجهیزات مکانیزه و اتوماتیک
- ابعاد و حداکثر دمای مشخصات کوره ها برای عملیات حرارتی پس از جوشکاری مثل: ابعاد، دمای کاری
- ظرفیت دستگاه های برش، خمش و رولینگ

4- در خصوص دستگاه های جدید و یا دستگاه های بازسازی شده به منظور اطمینان از صحت عملکرد آنها، و تضمین کیفیت کارکردشان لازم است؛ پس از نصب علاوه بر کالیبراسیون (در صورت لزوم)، واسنجی و اعتباربخشی آنها با استفاده از آزمون های مناسب عملکردشان مورد تصدیق و صحت گذاری قرار گیرند و نتایج آن مستند سازی گردد.

5- سازنده باید برنامه های مدونی جهت نگهداری و بازرسیهای دوره ای از تجهیزات داشته باشد. این برنامه ها باید اطمینان دهد که تمامی متغیرها و پارامترهای موثر بر کیفیت و صحت عملکرد تجهیز که بر کیفیت کار جوشکاری تأثیرگذار می باشد؛ در دوره های زمانی معین و توسط افراد با صلاحیت تحت بازرسی قرار گیرد و سوابق آن حفظ شود. مثال هایی از این موارد شامل موارد زیر است:

- آمپرسنج ها، ولت سنج ها، دبی سنج ها و امثالهم
- کابل ها، شیلنگ های گاز محافظ و آب خنک کاری، بست ها، مهره ها و اتصالات
- ابزارهای اندازه گیری دما
- سیم رسان ها و مجاری سیم رو
- سیستم های کنترلی در تجهیزات جوش مکانیزه و اتوماتیک
- تورچ ها و گان های جوشکاری
- فن ها و سیستمهای خنک کاری
- راهنماها در تجهیزات جوشکاری مکانیزه و برشکاری مکانیزه

## تبیین الزامات موضوع فعالیت‌های جوشکاری

سازنده باید برنامه اجرایی فرآیند ساخت و تولید محصول جوشکاری را همراه با دستورالعمل‌های مربوطه را در غالب روش اجرایی مدون بازنگری نماید که حداقل شامل موارد ذیل می‌گردد.

### 1- برنامه ریزی تولید

- ترتیب و توالی عملیات ساخت سازه ( Operation Process Chart ) نظیر: ساخت قطعات، مجموعه ها و مونتاژ نهایی
- شناسایی فرآیندهای ساخت و تولید ( نظیر: برشکاری، خمکاری، مونتاژ، جوشکاری، بازرسی و ... )
- ارجاع به دستورالعمل جوشکاری
- رعایت ترتیب و توالی جوشکاری (Welding Sequence)
- تشریح ترتیب و زمانبندی انجام هر یک از فرآیندهای ساخت و تولید
- اختصاص کارکنان تأیید صلاحیت شده برای فرآیند جوشکاری
- تشریح ترتیب و توالی آزمایش و بازرسی (قبل، حین و بعد از جوشکاری) بر اساس برنامه بازرسی و تست (Inspection Testing Plan)

### 2- مشخصات دستورالعمل جوشکاری ( WPS )

سازنده باید مشخصات دستورالعمل های جوشکاری (WPS) را بر اساس روش اجرایی مدون بازنگری نماید و نسبت به استفاده از آنها در فرآیند ساخت محصول جوشکای اطمینان حاصل نماید.

### 3- تأیید صلاحیت دستورالعمل های جوشکاری ( PQR )

مشخصات دستورالعمل‌های جوشکاری ( WPS ) باید قبل از استفاده در فرآیند ساخت بر اساس روش اجرایی مدون با در نظر گرفتن الزامات مرتبط مورد بازنگری و تأیید قرار گیرد.

### 4- دستورهای کاری

اگر زبان و نگارش مشخصات دستورالعمل جوشکاری ( WPS ) بگونه ای باشد که برای استفاده جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری مشکل باشند، باید پارامترهای اصلی و ضروری مورد نیاز جوشکاران ( نظیر: آمپر، ولتاژ، نوع



الکتروود، طرح اتصال و... ) را در قالب دستوره‌های کاری تهیه و در اختیار جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری قرار گیرد.

## 5- دستورالعمل آماده سازی و کنترل مستندات

سازنده باید دستورالعمل ها و روشهای اجرایی مدونی برای تشریح چگونگی آماده سازی و کنترل مستندات مربوط به کیفیت ایجاد و نگهداری نماید؛ (برای مثال دستورالعمل مشخصات جوشکاری ( WPS )، سوابق تأیید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری ( PQR )، گواهینامه های تأیید صلاحیت جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری )

## تبیین الزامات موضوع مواد مصرفی جوشکاری

متداولترین مواد مصرفی جوشکاری عبارتند از:

- پرکننده های جوشکاری (الکترودهای روپوش دار، سیم توپور ( *Solid* )، سیم تو پودری ( *Flux Cored* )، سیم های مغزه دار فلزی ( *Metal cored* )
- پودرهای جوشکاری ( *Welding Fluxes* )
- گازهای محافظ جوشکاری ( *Welding Gases* )

سازنده می بایست روشهای اجرایی و یا دستورالعملهای مدونی جهت تشریح فرآیند شناسایی، بازرسی، تست، نگهداری و جابجایی مواد مصرفی جوشکاری مدون و اجرا نماید.

**Batch Testing** (آزمایش بهر): عبارت است از آزمایش نمونه سری تولید که شامل مجموعه ای از آزمایشها ( نظیر: آنالیز شیمیایی، استحکام، ضربه، نفوذ هیدروژن و ... ) می باشد و با هدف اطمینان از تطابق مشخصات محصول با الزامات استاندارد ساخت محصول تولیدی و یا بر اساس الزامات حاصل از بازنگری الزامات قرارداد بر روی سری تولید شده از مواد مصرفی جوشکاری انجام می شود.

## 1- آزمایش بهر ( *Batch Testing* )

آزمایش بهر مواد مصرفی جوشکاری در صورتیکه بر اساس نتایج حاصل از بازنگری الزامات قراردادی تعریف شده باشد ضروری می باشد.

## 2- دستورالعمل انبارش، جابجایی، شناسایی و استفاده از مواد مصرفی جوشکاری

سازنده باید دستورالعمل جهت تبیین شرایط و ضوابط انبارش، جابجایی، شناسایی و استفاده از مواد مصرفی جوشکاری با هدف پرهیز از موارد ذیل مدون و اجرا نماید.

- جلوگیری از خسارت و آسیب ها مکانیکی به مواد مصرفی جوشکاری
- جلوگیری از آلودگی و فساد مواد مصرفی جوشکاری (جذب رطوبت و چربی، اکسیداسیون و فاسد شدن)
- شناسایی و استفاده مناسب از مواد مصرفی جوشکاری

**توصیه:** سازنده لازم است الزامات و توصیه تأمین کنندگان در خصوص مواد مصرفی جوشکاری بر اساس دستورالعمل یا روش اجرایی مدون عملیاتی نماید.

### تبیین الزامات موضوع متریکال پایه

سازنده باید ضمن تهیه و تدوین مدارک فنی مربوط به مواد پایه جوشکاری بر اساس الزامات حاصل از فرآیند بازرنگری الزامات پروژه، الزامات مرتبط با فرآیند شناسایی، نگهداری و انبارش متریکال پایه جوشکاری را تشریح و اجرا نماید.

### 1- شناسایی متریکال پایه

شناسایی متریکال پایه (ورق، لوله، اتصالات و...) باید مطابق روش اجرایی یا دستورالعمل تعریف شده و براساس الزامات فنی قرارداد انجام شود. از جمله مواردی که در شناسایی متریکال پایه مد نظر قرار می گیرد عبارت است از:

- کد فنی مواد اولیه (مطابق با استاندارد)
- ابعاد ( شامل طول، عرض، ضخامت، قطر و ... )
- شماره Batch ، eat no ، Lot no و...
- شماره یا کد مربوط به گواهینامه تأیید مواد (در صورت لزوم)

کد های شناسایی مواد باید از لحظه تأمین، تست و تأیید و در سرتاسر فرآیند ساخت محصول جوشکاری حفظ شود.

## 2- انبارش و نگهداری متریال پایه

متناسب با نوع و ویژگیهای متریال پایه از یک طرف و شرایط محیطی از طرف دیگر لازم است؛ حداقل الزامات و شرایط لازم جهت انبارش و نگهداری مواد و متریال پایه جوشکاری (نظیر: ورق، پروفیل، لوله، اتصالات و امثالهم) تعریف و اجرایی گردد. بهر صورت لازم است شرایط به گونه ای در نظر گرفته شود؛ که قابلیت شناسایی و ردیابی حفظ گردد و از آسیب های مکانیکی و تغییر فرم، تشکیل پیل گالوانیک و خوردگی جلوگیری گردد بعنوان مثال: از تماس متریالهای پایه با ماده خورنده، رطوبت و خاک جلوگیری شود.

### تبیین الزامات موضوع عملیات حرارتی

عملیات حرارتی پس از جوشکاری می تواند به یکی از علل زیر انجام می شود:

- عملیات حرارتی تنش زدایی پس از جوشکاری
- سهولت در خروج هیدروژن محبوس در فلز جوش جهت جلوگیری از ترک سرد هیدروژنی
- نرمال کردن ساختار جوش جهت یکنواختی با ساختار فلز پایه
- آنیل به منظور کاهش سختی فلز جوش

باتوجه به اینکه عملیات حرارتی پس از جوشکاری تأثیر بسزایی روی کیفیت جوشکاری دارد. لذا سازنده باید:

- ۱- نسبت به تهیه و تدوین و تأیید مشخصات دستورالعمل هر نوع عملیات حرارتی پس از جوشکاری (PWHT) براساس روش اجرایی مدون و با در نظر گرفتن الزامات قراردادی اقدام نماید.
- ۲- تأمین تجهیزات، اطمینان از صحت عملکرد و کالیبراسیون هرگونه تجهیزات عملیات حرارتی پس از جوشکاری (PWHT) که از جمله آنها عبارت است از:

- تجهیزات گرم کردن شامل کوره و...
- تجهیزات اندازه گیری و ثبت دما
- تجهیزات خنک کننده نظیر: مخزن کوئچ، فن، کمپرسورهای هوا و ...
- تجهیزات حمل و نقل و جابجایی قطعات

- ۳- نظارت و ثبت پارامترهای اجرایی عملیات حرارتی پس از جوشکاری (PWHT)

- 4- ایجاد و حفظ سوابق مربوط به عملیات حرارتی پس از جوشکاری (PWHT) با حداقل شرایط زیر:

- پیروی از مشخصات دستورالعمل از پیش تدوین و تأیید شده
- قابلیت ردیابی به محصول مشخص
- ثبت موارد عدم انطباق احتمالی
- انجام اقدامات اصلاحی لازم و صحت گذاری رفع عدم انطباق های ثبت شده

## **تبیین الزامات موضوع بازرسی و آزمایش**

سازنده موظف است برنامه ها، روشها و دستورالعملهای مرتبط با فرآیند بازرسی و کنترل کیفی را بر اساس روشهای اجرایی مدون و با در نظر گرفتن الزامات و معیارهای منتج از فرایند بازرسی قرارداد تهیه نماید و آنرا اجرایی نموده و نتایج و مستندات مرتبط را بعنوان بخشی از سوابق کیفی حفظ نماید. از جمله مواردی که لازم است در این فرآیند مورد توجه قرار گیرد عبارت است از:

### **1- بازرسی و آزمایش های قبل از جوشکاری**

- تناسب و اعتبار گواهینامه های تأیید صلاحیت جوشکارها و اپراتورهای جوشکاری
- مناسب بودن مشخصات دستورالعمل جوشکاری (WPS)
- اطمینان از وجود تاییدیه رویه های جوشکاری (PQR)
- شناسایی و تأیید متریال پایه
- شناسایی و تأیید مواد مصرفی جوشکاری
- تأیید آماده سازی اتصالات (شامل: نوع اتصال، زاویه پخ، Root opening، Root face و ...)
- اطمینان از مونتاژ صحیح (Fit up) و تراز بندی مناسب اتصالات
- الزامات خاص نظیر: پیشگرم کردن جهت پیشگیری از پیچیدگی
- مناسب بودن شرایط محیطی برای جوشکاری

## 2- بازرسی و آزمایش های حین جوشکاری

- اطمینان از صحت اجرای پارامترهای اساسی جوشکاری مطابق WPS (مثال: جریان جوشکاری، ولتاژ قوس و سرعت پیشروی)
- اطمینان از مناسب بودن و رعایت درجه حرارت پیش گرمایش و بین پاسی
- اطمینان از تمیز کاری مناسب بین پاس های جوشکاری، شکل پاسها و لایه های فلز جوش
- شیار زنی طرف پشت ( در صورت لزوم )
- رعایت ترتیب و توالی جوشکاری
- نگهداری مناسب مواد مصرفی حین فرآیند جوشکاری جهت جلوگیری از آلوده شدن، جابجایی صحیح مواد مصرفی جوشکاری از آن ها تا محل جوشکاری (پخت الکتروود های جوشکاری مطابق دستورالعمل و توصیه سازنده الکتروود)
- کنترل پیچیدگی (کنترل ابعادی و اعوجاج قطعات مورد بازرسی قرار می گیرد)
- هر گونه آزمایش میانی (در صورت لزوم)

## 3- بازرسی و آزمایش های بعد از جوشکاری

- بازرسی چشمی
- ارزیابی ترکیب، شکل و ابعاد سازه ( شامل: بازرسی و کنترل ابعادی جوش و سازه )
- نتایج و نمودارهای عملیات حرارتی پس از جوشکاری
- آزمایشهای غیر مخرب تکمیلی بر حسب ضرورت ( شامل: VT ، PT ، MT ، UT ، RT و ... )
- آزمایشهای مخرب (در صورت لزوم)

## 4- وضعیت بازرسی و آزمایش

لازم است؛ محل انجام آزمایش، ناپیوستگیها و عیوب احتمالی مشخص شود و اطلاعات لازم در فرمت گزارشهای مربوطه جهت قابلیت شناسایی و ردیابی موضوع ثبت گردد.

## **تبیین الزامات موضوع عدم انطباق و اقدامات اصلاحی**

سازنده موظف است بر اساس روش اجرایی مدون فرآیند شناسایی، ثبت، بررسی و صدور اقدامات اصلاحی و یا اقدامات پیشگیرانه را همراه با شرایط صحت گذاری اقدامات اصلاحی و بسته شدن موارد عدم انطباق را تشریح نماید. فرآیند مدون شده لازم است کلیه الزامات کیفیتی را تحت پوشش قرار دهد و فرآیند ایجاد و نگهداری سوابق کیفی مربوطه را بیان کند.

## **تبیین الزامات موضوع شناسایی و رد یابی**

سازنده موظف است از طریق تهیه و تدوین روشهای اجرایی و دستورالعملهای مدون نسبت به برنامه ریزی و ایجاد شرایط و ضوابط لازم به منظور اطمینان از ایجاد قابلیت شناسایی و ردیابی در خصوص موارد ضروری که حداقل شامل موارد زیر می گردد؛ اقدام نماید و سوابق و مدارک مثبت را ایجاد کند.

### **حداقل موارد لازم جهت شناسایی در خصوص محصول جوشکاری**

- شناسایی برنامه های تولید
- شناسایی کارتهای مسیر یابی حین فرایند ساخت
- شناسایی محلهای جوشکاری در سازه
- شناسایی کارکنان و دستورالعملهای آزمایش غیر مخرب
- شناسایی مواد مصرفی جوشکاری
- شناسایی متریال پایه جوشکاری
- شناسایی محل های تعمیرات

### **حداقل موارد لازم جهت ردیابی در خصوص محصول جوشکاری**

- تجهیزات جوشکاری تمام ماشینی و اتوماتیک
- جوشکارها و اپراتورهای جوشکاری
- متریال پایه
- مشخصات دستورالعمل جوشکاری

## تبیین الزات موضوع سوابق کیفیت

اطمینان از کیفیت و تضمین آن در خصوص محصول جوشکاری بعنوان یک فرآینده ویژه تنها هنگامی میسر می شود که سوابق کیفیتی محصول از نظر کمی و کیفی موجود و قابل ارائه باشد. لذا سازنده وظیفه دارد بر اساس روش اجرایی و دستورالعمل مدون نسبت به تعریف فرآیند شناسایی، ایجاد و نگهداری سوابق کیفیتی از نظر کمی شامل موارد ذیل می شوند اقدام نماید:

- سوابق بازنگری الزامات و بازنگری فنی
- مستندات بازرسی مواد و متریال های پایه
- مستندات بازرسی مواد مصرفی جوشکاری
- مشخصات دستورالعمل جوشکاری و بازرسی
- سوابق نگهداری تجهیزات
- سوابق تأیید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری<sup>1</sup> (WPQR)
- گواهینامه های تأیید صلاحیت جوشکارها و اپراتورهای جوشکاری
- برنامه های ساخت و تولید
- گواهینامه های کارکنان آزمایشهای غیر مخرب
- مشخصات و سوابق دستورالعمل عملیات حرارتی
- دستورالعملها و گزارشهای آزمایشهای غیر مخرب و آزمایشهای مخرب
- گزارشهای ابعادی
- سوابق تعمیرات و گزارشهای عدم انطباق
- سایر مستندات لازم متناسب با الزامات قراردادی و اصول حرفه ای انجام کار