

**External coating for buried or submerged pipelines used  
in piping systems-Part 11: Coatings for in-field  
application, coating repairs and rehabilitation**

پوشش بیرونی خطوط لوله مدفون یا غوطه‌ور مورد استفاده در  
سامانه‌های لوله‌گذاری - قسمت ۱۱: پوشش‌های مورد استفاده در  
اِعمال میدانی، ترمیم‌های پوشش و بازسازی

ویرایش اول

اسفند ۱۴۰۱

### پیش‌گفتار صنعت نفت

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس‌کننده دیدگاه‌های وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت، واحدهای شیمیایی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز، فرآورده‌های نفتی و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی و داخلی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی به طور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استاندارد آورده نشده است در داده برگ‌ها به صورت شماره‌گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، به شکلی کاملاً انعطاف پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آن‌ها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آن‌ها را تأمین می‌نماید تهیه و پیوست شوند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت هر پنج سال یکبار مورد بررسی قرار گرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آن‌ها ملاک عمل می‌باشد.

در اجرای قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد ابلاغی ریاست محترم جمهوری، این استاندارد در تاریخ ۱۴۰۱/۱۲/۰۶ با شماره (INSO 21584-11) توسط سازمان ملی استاندارد ملی اعلام گردید.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادهای اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادهای دریافتی در کارگروه‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۷

استانداردها و ضوابط فنی

کدپستی : ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱

تلفن : ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵

دور نگار : ۸۸۸۱۰۴۶۲

پست الکترونیک: [Standards@nioc.ir](mailto:Standards@nioc.ir)

## به نام خدا

## آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«پوشش بیرونی خطوط لوله مدفون یا غوطه‌ور مورد استفاده در سامانه‌های لوله‌گذاری -  
قسمت ۱۱: پوشش‌های مورد استفاده در اِعمال میدانی، ترمیم‌های پوشش و بازسازی»

سمت و/یا محل اشتغال:

کمیته فنی متناظر ISIRI/TC 35

رئیس:معصومی، محسن  
(دکتری مهندسی پلیمر)دبیر:

پژوهشگاه استاندارد، پژوهشکده شیمی و پتروشیمی

ابراهیم، الهام  
(کارشناسی شیمی کاربردی)اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران

آبار، فرزاد  
(کارشناسی ارشد مهندسی مواد)

پژوهشگاه استاندارد، پژوهشکده شیمی و پتروشیمی

آریانسب، فضا  
(دکتری شیمی آلی)

شرکت نفت خزر

اشکیوسی، فرهاد  
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

شرکت پژوهش فناوری پتروشیمی

اکبری، جواد  
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

شرکت نفت فلات قاره ایران

الوند، احسان  
(دکتری مهندسی شیمی)

شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی

امیدی، رحمت الله  
(کارشناسی ارشد مهندسی مواد - متالورژی)

شرکت مهندسان مشاور سازه

انصاری موحد، رضا  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران، ژئوتکنیک)

<u>سمت و/یا محل اشتغال:</u>	<u>اعضا:</u> (اسامی به ترتیب حروف الفبا)
شرکت آب و فاضلاب استان تهران	ایلاتی خامنه، جمشید (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)
شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	پاکزاد، الهام (کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر- صنایع رنگ)
شرکت نفت و گاز پارس	جلایی، علی (کارشناسی ارشد مهندسی مواد- شناسایی و انتخاب مواد)
شرکت پتروشیمی شیراز	حسینی، مهرداد (کارشناسی مهندسی مکانیک)
پژوهشگاه استاندارد، پژوهشکده شیمی و پتروشیمی	خالقی مقدم، ماهرو (دکتری شیمی آلی)
شرکت مهندسی و توسعه گاز ایران	رستگار زارع، محمدحسن (کارشناسی ارشد مهندسی مواد- خوردگی)
پژوهشگاه رنگ	رستمی درونکلا، مهرا (دکتری مهندسی پلیمر- صنایع رنگ)
پتروشیمی شهید تندگویان	سجاد کاظمی (کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی- خوردگی فلزات)
پتروشیمی کرمانشاه	سلیمی، علیرضا (کارشناسی مهندسی مکانیک)
پژوهشگاه استاندارد، پژوهشکده شیمی و پتروشیمی	سنگ سفیدی، لاله (کارشناسی ارشد شیمی آلی)
شرکت پالایش نفت تبریز	سیدریحانی، سیدمهدی (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- طراحی کاربردی)
شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب	ظفری، محمود (کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر- صنایع رنگ)

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

**سمت و/یا محل اشتغال:**

عموری، موسی (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - صنایع رنگ)	شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب
غلامی، آذر (کارشناسی ارشد مهندسی مواد - شناسایی و انتخاب مواد فلزی)	شرکت ملی پخش فراورده های نفتی ایران
فائزی علی‌وند، رضا (کارشناسی ارشد مهندسی مواد - خوردگی و حفاظت از مواد)	شرکت مهندسی و توسعه نفت (سهامی خاص)
قیاسوند، طیبه (کارشناسی مهندسی متالورژی)	شرکت نارگان (سهامی خاص)
کوشکی، عظیم (کارشناسی ارشد مهندسی بازرسی فنی)	معاونت مهندسی وزارت نفت - اداره کل فنی و اجرایی و ارزشیابی طرح ها
میرزایی، مجید (دکتری مهندسی مواد، خوردگی و حفظت از مواد)	پژوهشگاه نیرو، گروه پژوهشی مواد غیرفلزی
میرزاییان، نوراله (دکتری مهندسی پلیمر)	شرکت بازرسی کاوشیار پژوهان
ناصری اسکویی، محمدرضا (کارشناسی مهندسی شیمی - صنایع پتروشیمی)	شرکت مهندسی و توسعه نفت (سهامی خاص)

**ویراستار:**

خالقی مقدم، ماهرو (دکتری شیمی آلی)	پژوهشگاه استاندارد - پژوهشکده شیمی و پتروشیمی
---------------------------------------	---

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱	پیش‌گفتار
۱	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۶	۴ کوته‌نوشت‌ها
۷	۵ الزامات عمومی
۷	۵-۱ مسئولیت خریدار/کاربر نهایی
۸	۵-۲ گرد کردن
۸	۵-۳ انطباق با این استاندارد
۸	۶ اطلاعات تهیه‌شده توسط خریدار/کاربر نهایی
۸	۶-۱ اطلاعات عمومی
۹	۶-۲ اطلاعات تکمیلی
۱۰	۷ فرایندهای صلاحیت‌سنجی و رویه‌های اعمال
۱۰	۷-۱ کلیات
۱۲	۷-۲ مشخصات رویه اعمال (APS)
۱۴	۷-۳ صلاحیت‌سنجی آزمایشی رویه اعمال (PQT)
۱۵	۷-۴ پیش‌تولید آزمایشی (PPT)
۱۶	۷-۵ برنامه بازرسی و آزمون (ITP)
۱۶	۷-۶ مواد پوشش
۱۷	۷-۷ صلاحیت‌سنجی افراد اعمال‌کننده پوشش و بازرسی
۲۰	۷-۸ آزمون و بازرسی تولید (اعمال)
۲۰	۸ الزامات ایمنی
۲۰	۸-۱ کلیات

صفحه	عنوان
۲۱	۲-۸ اقدامات ایمنی در جو قابل اشتعال
۲۲	۳-۸ اقدامات ایمنی در فضاهای بسته
۲۲	۴-۸ اقدامات ایمنی برای حذف پوشش
۲۲	۵-۸ اقدامات ایمنی برای آماده‌سازی سطح و اعمال پوشش
۲۲	۶-۸ جداسازی و تهویه مثبت
۲۳	۹ الزامات مدیریت کیفیت و تضمین کیفیت
۲۳	۱-۹ کلیات
۲۳	۲-۹ آزمون حین اجرای کار
۲۳	۱۰ معیارهای ارزیابی شرایط پوشش موجود
۲۳	۱-۱۰ کلیات- ارزیابی شرایط پوشش
۲۴	۲-۱۰ فنون بازرسی مربوط
۲۷	۱۱ انتخاب پوشش بازسازی
۲۷	۱-۱۱ انتخاب سامانه پوشش بازسازی خط لوله
۳۳	۲-۱۱ حفاظت مکانیکی تکمیلی
۳۴	۱۲ حذف پوشش موجود و آماده‌سازی سطح
۳۴	۱-۱۲ کلیات
۳۵	۲-۱۲ حذف پوشش موجود
۳۶	۳-۱۲ آماده‌سازی سطح
۴۰	۴-۱۲ بازرسی لوله پس از حذف پوشش
۴۰	۱۳ الزامات کارکردی برای اعمال گسترده پوشش میدانی
۴۰	۱-۱۳ بازسازی خط لوله حین سرویس
۴۲	۲-۱۳ شرایط محیطی
۴۲	۳-۱۳ پیش‌گرمایش فولاد
۴۳	۴-۱۳ آماده‌سازی سطح
۴۴	۵-۱۳ اعمال پوشش
۴۴	۶-۱۳ بازسازی بیرون از کانال



صفحه	عنوان
۴۴	۷-۱۳ آزمون و دفن لوله
۴۵	۱۴ الزامات کارکردی برای ترمیم‌های موضعی آسیب‌دیدگی پوشش
۴۵	۱-۱۴ کلیات
۴۵	۲-۱۴ آسیب‌دیدگی پوشش بدون نمایان شدن فولاد برهنه
۴۵	۳-۱۴ آسیب‌دیدگی پوشش همراه با نمایان شدن فولاد برهنه
۴۶	۱۵ فصل مشترک خاک به هوا
۴۶	۱-۱۵ فاصله‌ها
۴۷	۱۶ مستندسازی و گزارش‌دهی
۴۸	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) برنامه‌های آزمون برای PPT، PQT و آزمون‌های تولید (اعمال)
۵۱	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) حفاری‌ها
۵۵	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) ماتریس اولویت‌بندی حفاری برای فعالیتهای ارزیابی پوشش
۶۱	پیوست ت (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد بر اساس الزامات فنی ارائه- شده در استانداردهای IPS
۶۲	کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «پوشش بیرونی خطوط لوله مدفون یا غوطه‌ور مورد استفاده در سامانه‌های لوله‌گذاری - قسمت ۱۱: پوشش‌های مورد استفاده در اعمال میدانی، ترمیم‌های پوشش و بازسازی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در دویست و شصت و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد تجهیزات و فرآورده‌های نفتی مورخ ۱۴۰۱/۱۲/۰۶ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد. منابع و مآخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 21809-11:2019, Petroleum and natural gas industries - External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems - Part 11: Coatings for in-field application, coating repairs and rehabilitation

IPS-C-TP-274: 2009, Construction standard for protective coatings

IPS-E-TP-270: 2004, Engineering standard for protective coatings for buried and submerged structures

## مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲۱۵۸۴ است و سایر قسمت‌های این استاندارد به شرح زیر است:

— قسمت ۱: پوشش برپایه پلی‌اولفین (پلی‌اتیلن سه‌لایه و پلی‌پروپیلن سه‌لایه)

— قسمت ۲: پوشش تک‌لایه اپوکسی گداختی پیوندی (FBE)

— قسمت ۳: پوشش محل اتصال میدانی

— قسمت ۴: پوشش پلی‌اتیلن (پلی‌اتیلن دولایه)

— قسمت ۵: پوشش بتنی بیرونی

هدف این استاندارد تعیین الزامات فنی برای حفاظت از خوردگی به‌وسیله پوشش سطوح بیرونی لوله‌های فولاد کربنی مورد استفاده در سامانه‌های لوله‌گذاری است؛ که نیاز به جایگزینی یا ترمیم پوشش در محل خط لوله دارند (توصیه می‌شود که حفاظت از خوردگی برای سایر لوله‌های فلزی، به‌صورت مورد به مورد در نظر گرفته شود). هم‌چنین، این استاندارد راهنمای فنی برای تدوین مشخصات فنی پروژه و حصول اطمینان از انطباق انتخاب مواد پوشش و عملکرد با الزامات قرارداد را ارائه می‌دهد.

به کاربران این استاندارد توصیه می‌شود که برای کاربردهای خاص ممکن است الزامات بیشتر یا متفاوت مورد نیاز باشد. این استاندارد قصد ندارد تامین‌کننده‌ای را از ارائه یا خریدار/کاربر نهایی را از پذیرش راه‌حل‌های مهندسی برای کاربردهای خاص منع کند. این موضوع به‌ویژه در مواردی که فناوری نوآورانه یا در حال توسعه وجود دارد، می‌تواند کاربرد داشته باشد. در مواردی که جایگزین ارائه می‌شود، توصیه می‌شود که صادرکننده مشخصات فنی هرگونه تغییر نسبت به این استاندارد را شناسایی کرده و جزئیات آن را ارائه دهد.

## پوشش بیرونی خطوط لوله مدفون یا غوطه‌ور مورد استفاده در سامانه‌های لوله‌گذاری - قسمت ۱۱: پوشش‌های مورد استفاده در اعمال میدانی، ترمیم‌های پوشش و بازسازی

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین معیارها و الزامات برای پوشش‌های مورد استفاده در اعمال میدانی<sup>۱</sup>، ترمیم پوشش و بازسازی سامانه‌های خطوط لوله مدفون است.

سامانه‌های خطوط لوله برای صنایع نفت و گاز، سامانه‌های خط انتقال مطابق با ISO 13623 است. سامانه‌های خطوط لوله در کاربردهای آب‌رسانی و آبیاری، خطوط انتقال (اصلی) و توزیع (فرعی) هستند. در صورت درخواست کاربر نهایی، سامانه‌های خط انتقال می‌تواند مطابق با استانداردهای ارائه‌شده توسط وی باشد.

این استاندارد موارد زیر را مشخص می‌کند:

— ارزیابی پوشش (جدید و موجود)؛

— حذف پوشش‌های تخریب‌شده؛

— آماده‌سازی سطح؛

— اعمال درجا یا میدانی پوشش‌های بیرونی.

این استاندارد برای خطوط لوله با یا بدون سامانه حفاظت کاتدی کاربرد دارد.

خطوط لوله ممکن است حین فرایند حذف، آماده‌سازی و اعمال، در سرویس باشند.

این استاندارد، صلاحیت‌سنجی/انجام آزمون را برای پیمانکاران میدانی و پوشش‌های میدانی اعمال‌شده به تمامی اجزای خط لوله (شامل خم‌ها، سه‌راهی‌ها، اتصالات، شیرها و فصل مشترک‌های بین پوشش‌های مختلف در مقاطع گذر خط لوله از خاک به هوا)، تعیین می‌کند.

مشخصه‌های فنی و عملکردی مواد پوشش‌های ترمیمی و بازسازی، در استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴ ارائه شده است.

این استاندارد شامل اعمال پوشش‌های خطوط لوله غوطه‌ور<sup>۲</sup> نمی‌شود.

این استاندارد برای پوشش محل‌های اتصال میدانی کاربرد ندارد. برای این نوع پوشش‌ها به استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴ مراجعه شود.

<sup>۱</sup> - In-field application

<sup>۲</sup> - Immersed (Submerged)

## ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۶۵۰: سال ۱۳۹۲، فولاد و محصولات فولادی - مدارک بازرسی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۸۱۹: سال ۱۳۸۹، کمیت‌ها و یکاها - قسمت ۱: اصول کلی

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴، پوشش بیرونی برای خطوط لوله مدفون یا غوطه‌ور مورد استفاده در سامانه‌های لوله‌گذاری - قسمت ۳: پوشش محل اتصال میدانی

**2-4** ISO 8501-1, Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness — Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۵۳-۱: سال ۱۳۸۶، آماده‌سازی سطوح پایه فولادها قبل از اعمال رنگ و سایر محصولات مشابه - ارزیابی چشمی تمیزی سطح - قسمت ۱: درجات زنگ‌زدگی و درجات آماده‌سازی سطوح پایه فولادهای بدون پوشش و سطوح پایه فولادها بعد از حذف کلی پوشش‌های قبلی، با استفاده از استاندارد ISO 8501-1: 2007 تدوین شده است.

**2-5** ISO 8502-3, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Tests for the assessment of surface cleanliness - Part 3: Assessment of dust on steel surfaces prepared for painting (pressure-sensitive tape method)

**2-6** ISO 8502-6, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Tests for the assessment of surface cleanliness - Part 6: Extraction of soluble contaminants for analysis - The Bresle method

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۵۴-۶: سال ۱۳۹۲، آماده‌سازی زیرآیندهای فولادی قبل از اعمال پوشش رنگ و محصولات وابسته برای ارزیابی تمیزی سطح - قسمت ۶: استخراج آلاینده‌های قابل حل برای آنالیز - روش برس، با استفاده از استاندارد ISO 8502-6: 2006 تدوین شده است.

**2-7** ISO 8502-9, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Tests for the assessment of surface cleanliness - Part 9: Field method for conductometric determination of watersoluble salts

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۵۴-۹: سال ۱۳۸۶، آماده‌سازی سطوح پایه فولادها قبل از اعمال رنگ و سایر محصولات مشابه - ارزیابی چشمی تمیزی سطح - قسمت ۹: روش میدانی جهت تعیین کانداکتومتريک نمک‌های محلول در آب، با استفاده از استاندارد ISO 8502-9: 1998 تدوین شده است.

- 2-8** ISO 8503-4, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates - Part 4: Method for the calibration of ISO surface profile comparators and for the determination of surface profile - Stylus instrument procedure
- 2-9** ISO 8503-5, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates - Part 5: Replica tape method for the determination of the surface profile
- 2-10** ISO 11124 (all parts), Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Specifications for metallic blast-cleaning abrasives
- یادآوری** - مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۳۶۸۶، آماده‌سازی سطوح فولادی قبل از اعمال رنگ و فرآورده‌های وابسته به آن - ویژگی‌های ساینده‌های فلزی در فرایند تمیزکاری پاششی، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 11124 تدوین شده است.
- 2-11** ISO 11126 (all parts), Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives
- یادآوری** - مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۹۴۶، آماده‌سازی سطوح فولادی قبل از اعمال رنگ و فرآورده‌های وابسته به آن - ویژگی‌های مواد ساینده غیر فلزی تمیزکاری پاششی، با استفاده از مجموعه استاندارد ISO 11126 تدوین شده است.
- 2-12** ISO 16440, Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems — Design, construction and maintenance of steel cased pipelines
- 2-13** ASTM D4285, Standard test method for indicating oil or water in compressed Air
- 2-14** SSPC-SP1, Surface preparation specification No.1 — Solvent cleaning
- 2-15** NACE SP0287, Field Measurements of Surface Profile of Abrasive Blast-Cleaned Steel Surfaces Using a Replica Tape

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌رود<sup>۱</sup>.

۱-۳

مشخصات رویه اعمال

APS

#### application procedure specification

مدرکی که رویه‌ها، روش‌ها، تجهیزات و ابزار برای اعمال پوشش را شرح می‌دهد.

۱ - اصطلاحات و تعاریف به‌کاررفته در استانداردهای ISO و IEC در وب‌گاه‌های <http://www.iso.org/obp> و <http://www.electropedia.org/> قابل دسترس است.

۲-۳

**پوشش کار****applicator**

سازمان، پیمانکار یا پیمانکار فرعی دارای توانایی فنی، دانش، تجهیزات و افراد صلاحیت دار که توسط خریدار/کاربر نهایی برای فرایندهای اعمال پوشش منطبق بر این استاندارد تایید شده است.

۳-۳

**فرد اعمال کننده پوشش****coating operative**

شخصی که مسئول فعالیت پوشش کاری در محل خط لوله است؛ که شامل آماده سازی سطح نیز می شود.

۴-۳

**پیمانکار****contractor**

شرکتی که برای تامین مواد و/یا انجام سرویس های خاص، با خریدار/کاربر نهایی توافق کرده است.

۵-۳

**طرح بازرسی و آزمون**

ITP

**inspection and testing plan**

مدرکی که توالی بازرسی ها و آزمون ها شامل منابع، رویه ها و معیارهای پذیرش را مشخص می کند.

یادآوری- حدود مسئولیت بازرس و سایر ذی نفعان پروژه نیز می تواند در این مدرک مشخص شود.

۶-۳

**مدرک بازرسی****inspection document**

مدرکی که انطباق با الزامات داده شده در سفارش خرید/اسناد پیمان را شرح می دهد.

یادآوری- این مدرک منطبق بر استاندارد ملی ایران شماره ۶۶۵۰ است.

۷-۳

**خریدار****purchaser**

شرکتی که مسئول تهیه الزامات سفارش خرید/اسناد پیمان محصول و مسئول تایید و احتمالا انتخاب مناسب پوشش ترمیمی یا بازسازی، شامل روش آماده سازی و اعمال است.

۸-۳

**بازسازی****rehabilitation**

فعالیت (پوشش کاری) انجام شده روی خط لوله، شامل مراحل زیر، به منظور دستیابی به سطحی از حفاظت از خوردگی است که سازه فلزی را قادر کند تا به طور ایمن و اقتصادی کار خود را ادامه دهد:

- ۱- ارزیابی پوشش موجود
- ۲- حذف پوشش موجود
- ۳- آماده سازی سطحی که پوشش جدید روی آن اعمال می شود
- ۴- اعمال پوشش جدید.

۹-۳

**ترمیم****repair**

فعالیت های (پوشش کاری) که به منظور بازگرداندن یکپارچگی پوشش در مواقعی که آسیب محدود به نواحی کوچک است، اختصاص می یابد.

یادآوری- این نوع فعالیت ها معمولاً به صورت دستی انجام می شوند.

۱۰-۳

**ضخامت کل پوشش****total coating thickness**

ضخامت سامانه پوشش، شامل تمام لایه ها، پس از کامل شدن نصب است.

یادآوری- برای پوشش های مایع، این ضخامت می تواند ضخامت فیلم خشک (DFT) باشد، که ضخامت سامانه پوشش پخت شده پس از کامل شدن نصب است.

**۱۱-۳ اصطلاحات و تعاریف تکمیلی**

۱-۱۱-۳

**کاربر نهایی****end user**

شرکت یا سازمانی که مالک و/یا بهره بردار سامانه خط لوله است.

۲-۱۱-۳

**خط لوله****pipeline**

اجزایی از یک سامانه خط لوله که به یکدیگر متصل هستند تا سیال را بین ایستگاه ها و/یا تاسیسات منتقل کنند. اجزا شامل لوله، تله های دریافت و ارسال توپک، اجزا و متعلقات، و شیرهای جداسازی و شیرهای مجزاکننده است.



[منبع: برگرفته شده از زیربند 3.1.15 استاندارد ISO 13623:2017].

۳-۱۱-۳

### سامانه خط لوله

#### pipeline system

خط لوله همراه با ایستگاه‌های کمپرسور یا پمپ، ایستگاه‌های کنترل فشار، ایستگاه‌های کنترل جریان، اندازه‌گیری، ذخیره‌سازی، سامانه جمع‌آوری داده‌ها و کنترل نظارتی (SCADA) ۱، سامانه‌های ایمنی، سامانه‌های حفاظت از خوردگی، و هر نوع تجهیزات، تاسیسات یا ساختمان مورد استفاده در انتقال سیالات است.

[منبع: زیربند 3.1.16 استاندارد ISO 13623:2017].

۴-۱۱-۳

### پیش‌تولید آزمایشی

PPT

#### pre-production trial

اِعمال پوشش و سپس بازرسی/آزمون خواص آن قبل از آغاز تولید، به‌منظور تایید کفایت APS برای تولید پوشش میدانی با خواص مشخص است.

۵-۱۱-۳

### صلاحیت‌سنجی آزمایشی روش اِعمال

PQT

#### procedure qualification trial

اِعمال پوشش میدانی و سپس بازرسی/آزمون خواص آن به‌منظور تایید کفایت APS برای تولید پوشش با خواص مشخص است؛ که در محل اِعمال پوشش هر محل مورد توافق دیگر انجام می‌شود.

۶-۱۱-۳

### تولیدکننده

#### manufacturer

شرکتی که مسئول تولید مواد پوشش است.

### ۴ کوتاه‌نوشت‌ها

#### عنوان انگلیسی

Alternating Current

Alternating Current Voltage Gradient survey

Application Procedure Specification

American Society for Testing & Materials

Bitumen based coating

کوتاه‌نوشت معادل فارسی

AC جریان متناوب

ACVG پیمایش گرادیان ولتاژ جریان متناوب

APS مشخصات رویه اِعمال

ASTM انجمن آزمون و مواد آمریکا

BIT پوشش قیر پایه نفتی

عنوان انگلیسی	معادل فارسی	کوتاه نوشت
Cathodic Protection	حفاظت کاتدی	CP
Close-interval potential survey	پیمایش پتانسیل در فواصل نزدیک	CIPS
Direct Current	جریان مستقیم	DC
Direct Current Voltage Gradient survey	پیمایش گرادیان ولتاژ جریان مستقیم	DCVG
Epoxy based coating	پوشش اپوکسی	EP
Fusion Bonded Epoxy	اپوکسی گداختی پیوندی	FBE
Field Coating (System)	(سامانه) پوشش میدانی	FC
Health, Safety and Environment	بهداشت، ایمنی و محیط زیست	HSE
Heat Shrinkable Sleeve	غلاف گرما جمع شونده	HSS
In Line Inspection	بازرسی درون خطی	ILI
Inspection and Testing Plan	برنامه بازرسی و آزمون	ITP
Microbiological Induced Corrosion	خوردگی میکروبیولوژیکی	MIC
Polyethylene	پلی اتیلن	PE
Polypropylene	پلی پروپیلن	PP
Pre-Production Trial	پیش تولید آزمایشی	PPT
Procedure Qualification Trial	صلاحیت سنجی آزمایشی رویه اعمال	PQT
Polyurethane based coating	پوشش پلی یورتانی	PU
Relative Humidity	رطوبت نسبی	RH
Recommended Practice	آیین کار	RP
Product Data Sheet	برگه داده‌های محصول	PDS
Safety Data Sheet	برگه داده‌های ایمنی	SDS
The Society for Protecting Coatings	انجمن پوشش‌های حفاظتی	SSPC
Technical Data Sheet, also known as PDS	برگه داده‌های فنی، PDS	TDS
Volatile Organic Compounds	ترکیبات آلی فرار	VOC

## ۵ الزامات عمومی

### ۱-۵ مسئولیت خریدار/کاربر نهایی

خریدار/کاربر نهایی مسئول تایید و احتمالاً انتخاب مناسب پوشش ترمیمی یا بازسازی، شامل روش‌های آماده‌سازی و اعمال، مطابق با شرایط مورد انتظار کاری، محیط زیستی و سرویس است.

نقشه مسئولیت‌های عمومی در شکل ۱ ارائه شده است.

**۲-۵ گردکردن**

برای تعیین انطباق با الزامات تعیین شده، مقادیر مشاهده یا محاسبه شده باید به نزدیک ترین رقم در سمت راست ارقام مورد استفاده در بیان مقدار حدی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۸۱۹ گرد شوند؛ به جز مواردی که در این استاندارد طور دیگری قید شده باشد.

**یادآوری-** در این استاندارد، روش گردکردن ASTM E29 معادل با قاعده الف پیوست ب در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۸۱۹ است.

**۳-۵ انطباق با این استاندارد**

توصیه می شود سامانه های مدیریت کیفیت و محیط زیست، و صلاحیت آزمایشگاه های آزمون و کالیبراسیون، به گونه ای باشند که به برآورده سازی الزامات این استاندارد کمک کنند.

۱- استاندارد ISO 29001 راهنمای سامانه های مدیریت کیفیت مخصوص هر بخش<sup>۱</sup> را ارائه می دهد.

۲- استاندارد ISO 14001 الزامات همراه با راهنمای استفاده از سامانه مدیریت محیط زیست را ارائه می دهد.

۳- استاندارد ISO/IEC 17025 الزامات عمومی برای صلاحیت آزمایشگاه های آزمون و کالیبراسیون را ارائه می دهد.

پوشش کار باید در قبال برآورده کردن تمام الزامات قابل کاربرد در این استاندارد مسئول باشد. خریدار/کاربر نهایی باید مجاز به انجام هرگونه تحقیق لازم به منظور اطمینان از برآورده کردن الزامات توسط پوشش کار و مردود کردن هر ماده و/یا پوشش نامنطبق باشد.

**۶ اطلاعات تهیه شده توسط خریدار/کاربر نهایی****۱-۶ اطلاعات عمومی**

سفارش خرید/ اسناد پیمان باید شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- ارجاع به این استاندارد و تاریخ انتشار (برای مثال: INSO 21584-11:1400 یا استاندارد ملی ایران شماره ۱۱-۲۱۵۸۴ سال ۱۴۰۰)؛

ب- نوع سامانه (های) پوشش میدانی؛

پ- حداقل و حداکثر ضخامت پوشش میدانی (در صورت کاربرد)؛

ت- حداقل و حداکثر دمای عملیاتی و طراحی خط لوله؛

ث- نوع لوله (بدون درز یا جوش کاری شده با درز طولی یا ماریپیچی، نوع ماده/گونه<sup>۲</sup>)؛

ج- قطر خارجی اسمی و ضخامت دیواره لوله؛

1- Sector-specific

2- Grade

- چ- سامانه(های) پوشش موجود، شامل ضخامت(ها)؛
- ح- برگه‌های مشخصات/داده‌های فنی و گزارش‌ها/نتایج مربوط به بازرسی/آزمون سامانه پوشش موجود؛
- خ- طول لوله یا جزئی از خط لوله که قرار است پوشش شود؛
- د- هندسه خط لوله (خم‌ها، اتصالات، سایر اجزای خط لوله)؛
- ذ- شرایط محل خط لوله (مانند قابلیت دسترسی)؛

ر- نوع و تواتر مدارک بازرسی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۶۶۵۰ یا EN 10204.  
یادآوری- در صورت وقوع اختلاف نظر، اولویت با استاندارد ملی ایران شماره ۶۶۵۰ است.

## ۲-۶ اطلاعات تکمیلی

- در صورت کاربرد، سفارش خرید/اسناد پیمان باید شامل اطلاعات زیر باشد:
- الف- صلاحیت‌سنجی آزمایشی مواد پوشش و سازمان‌ها/شرکت‌های درگیر؛
  - ب- مقدار مجاز ترمیم‌های پوشش؛
  - پ- سطح قابل پذیرش نمک‌های محلول؛
  - ت- هر نوع الزام خاص مربوط به ضخامت کل FC و/یا ضخامت هر یک از لایه‌ها؛
  - ث- هم‌پوشانی با پوشش موجود (برای مثال، پوشش کارخانه‌ای) یا نقشه تفصیلی پوشش میدانی همراه با رواداری‌های ابعادی؛
  - ج- الزامات مربوط به ردیابی و نشانه‌گذاری؛
  - چ- الزامات مربوط به مستندسازی و برنامه زمانی تهیه مستندات؛
  - ح- صلاحیت‌سنجی افرادی از پوشش کار که پوشش را اعمال و/یا بازرسی می‌کنند؛
  - خ- تایید مشخصات رویه اعمال (APS) توسط خریدار/کاربر نهایی؛
  - د- استفاده از مواد پوشش اختصاصی خاص؛
  - ذ- حفاظت مکانیکی تکمیلی؛
  - ر- صلاحیت‌سنجی آزمایشی رویه اعمال (PQT) و سازمان‌ها/شرکت‌های درگیر؛
  - ز- پیش‌تولید آزمایشی (PPT) و سازمان‌ها/شرکت‌های درگیر؛
  - ژ- پشتیبانی فنی لازم از طرف تولیدکننده؛

- س- پوشش (یا استفاده از مواد پرکننده<sup>۱</sup>) بعدی که قرار است اعمال شود؛
- ش- شرایط زیست‌محیطی حین آماده‌سازی سطح، اعمال، پخت و خاک‌ریزی؛
- ص- وضعیت خط لوله (برای مثال، عملیاتی / جریانی یا انتقال گاز<sup>۲</sup>)؛
- ض- شرایط خاص سطح در لحظه آماده‌سازی سطح و اعمال پوشش؛
- ط- روش نصب (مجدد) خط لوله؛
- ظ- محدودیت‌های زمانی برای اعمال و تعداد و ابعاد ایستگاه‌های کاری (در صورت کاربرد)؛
- ع- شرایط خاص آزمون و حداقل الزامات، اگر متفاوت از شرایط و الزامات داده‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴ و این استاندارد باشند؛
- غ- خاک‌ریزی، برای مثال، مصالح و روش.

## ۷ فرایندهای صلاحیت‌سنجی و رویه‌های اعمال

### ۱-۷ کلیات

فرایند صلاحیت‌سنجی شامل مراحل الف تا ت است:

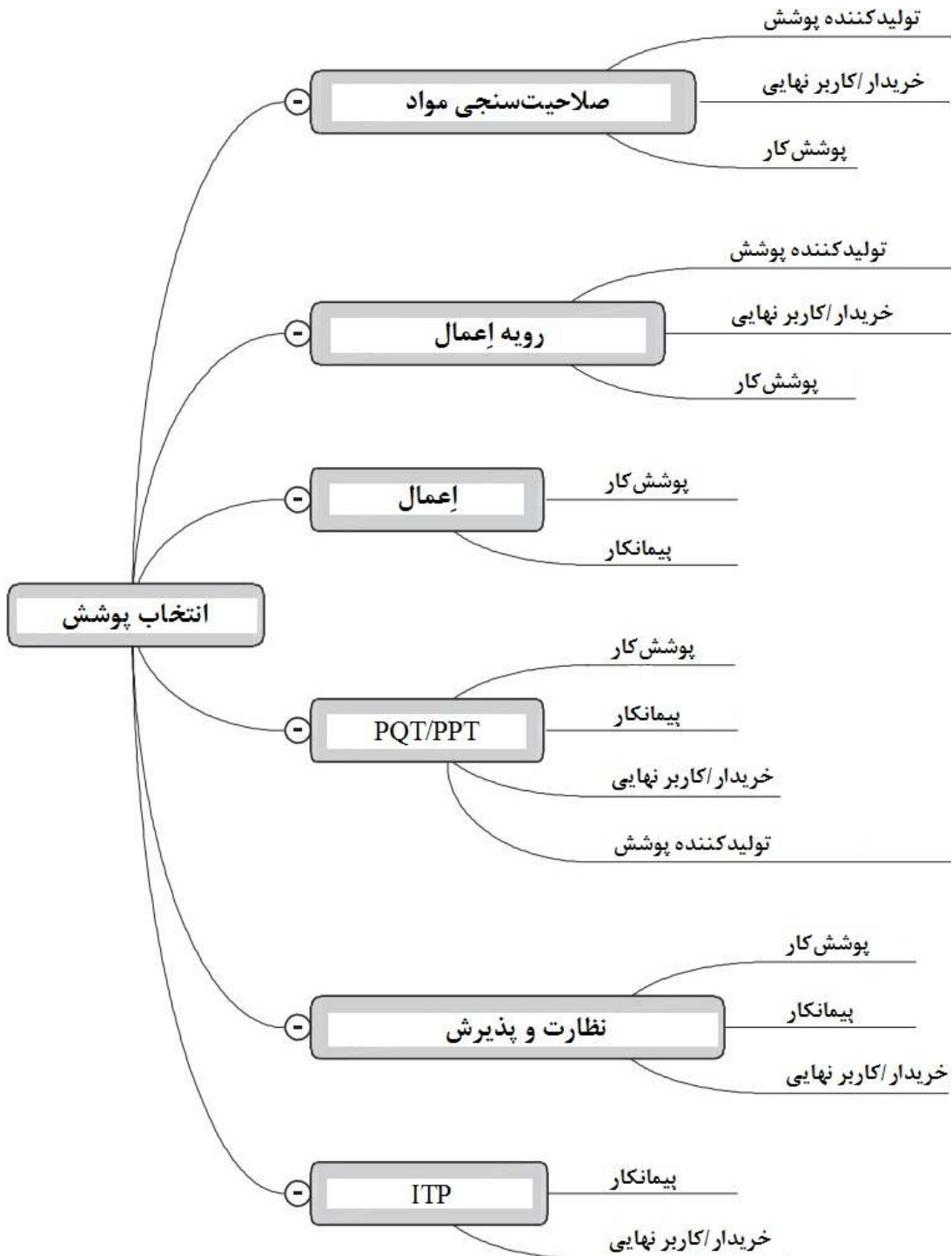
- الف- صلاحیت‌سنجی مواد پوشش، که باید توسط تولیدکننده صلاحیت‌سنجی شود (طبق زیربند ۷-۱-۱)،
- ب- صلاحیت‌سنجی سامانه پوشش اعمال‌شده، که باید توسط پوشش‌کار صلاحیت‌سنجی شود (طبق زیربند ۷-۱-۲)،
- پ- APS، که در صورت لزوم، باید با PQT صحه‌گذاری شود (طبق زیربند ۷-۱-۳)،
- ت- بازرسی در PPT و حین تولید، که باید مطابق با ITP تاییدشده انجام شود (طبق زیربندهای ۷-۱-۴ و ۷-۱-۵).

مراحل الف، ب و ت اجباری هستند و اجباری بودن مرحله پ باید توسط خریدار/کاربر نهایی مشخص شود. قسمت‌هایی از فرایند صلاحیت‌سنجی که توسط خریدار/کاربر نهایی چشم‌پوشی می‌شوند، باید به وضوح در قرارداد بیان شده و متمایز شوند.

نقشه کلی صلاحیت‌سنجی و مسئولیت‌ها و کاربرد آن در مراحل چندگانه فعالیت‌های بازسازی، در شکل ۱ نشان داده شده است.

1- Infill

2- Gas in transit



شکل ۱- نقشه مسئولیت‌ها

۱-۱-۷ صلاحیت‌سنجی مواد پوشش، توسط تولیدکننده

هر یک از مواد پوشش باید توسط تولیدکننده مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴ یا سایر استانداردهای توافق‌شده صلاحیت‌سنجی شود. در صورت کاربرد، تولیدکننده باید صلاحیت مواد پوشش را مطابق با الزامات، صلاحیت‌سنجی و گزارش کند. گزارش آزمون صادرشده توسط تولیدکننده ممکن است توسط کاربر نهایی نیز بررسی و تصدیق شود.

صلاحیت‌سنجی باید هر پنج سال تکرار شود. در صورت تغییر در ترکیب مواد، تغییر در فرایند تولید طوری که بر رفتار فرایندی مواد اثر گذارد، یا تغییر در تاسیسات تولید نیز صلاحیت‌سنجی باید تکرار شود. گزارش آزمون باید شامل نتایج آزمون‌های صلاحیت‌سنجی و داده‌های فنی الزام‌شده توسط خریدار/کاربر نهایی باشد، به زیربند ۶-۷ نیز مراجعه شود.

#### ۲-۱-۷ صلاحیت‌سنجی سامانه پوشش، توسط پوشش‌کار

پوشش‌کار، پس از دریافت گزارش آزمون تولیدکننده، باید تصدیق کند که مواد پوشش الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴ یا سایر استانداردهای توافق‌شده را برآورده می‌کند. هم‌چنین، پوشش‌کار باید ملاحظات انتخاب مواد در این استاندارد را بازبینی کند.

هر سامانه پوشش باید توسط پوشش‌کار صلاحیت‌سنجی شود. پوشش‌کار باید APS (طبق زیربند ۲-۷) و ITP (طبق زیربند ۵-۷) مرتبط با صلاحیت‌سنجی سامانه پوشش مورد نظر را تهیه کند. در صورت کاربرد، پوشش‌کار باید صلاحیت‌سنجی پوشش را مطابق با الزامات انجام داده و گزارش کند. گزارش آزمون باید شامل نتایج آزمون‌های صلاحیت‌سنجی و الزامات باشد.

۳-۱-۷ صلاحیت‌سنجی آزمایشی رویه اعمال (PQT)، در صورت درخواست توسط خریدار/کاربر نهایی در صورت درخواست PQT، موارد مربوط به آن باید در ITP در نظر گرفته و اجرا شود. به زیربند ۳-۷ (PQT) و زیربند ۵-۷ (ITP) مراجعه شود.

#### ۴-۱-۷ پیش‌تولید آزمایشی (PPT)

قبل از آغاز تولید، PPT باید مطابق با ITP اجرا شود. موارد مربوط به PPT باید در ITP در نظر گرفته و اجرا شود. به زیربند ۴-۷ مراجعه شود.

#### ۵-۱-۷ آزمون تولید

برای فعالیت تولید مورد نظر باید ITP خاص آن تهیه و اجرا شود. به زیربند ۵-۷ مراجعه شود.

#### ۲-۷ مشخصات رویه اعمال (APS)

APS باید توسط پوشش‌کار تهیه و براساس TDS، SDS و دستورالعمل‌های اعمال تولیدکننده مواد پوشش تدوین شود. قبل از استفاده و قبل از هرگونه PQT/PPT، باید APS توسط خریدار/کاربر نهایی تایید شود. پس از تایید، APS نباید بدون مجوز مکتوب قبلی خریدار/کاربر نهایی، تغییر داده شود. مسئولیت‌ها باید به‌وضوح بین تمام سازمان‌ها/شرکت‌های درگیر تعریف شود.

APS باید خاص سامانه پوشش مورد نظر باشد.

APS باید تمامی موارد مرتبط با کنترل کیفیت را که در این استاندارد تعریف شده است و هر گزینه توافق‌شده برای FC خاص را پوشش دهد.

تمام عملیات، آزمون و بازرسی پوشش کاری باید مطابق با APS انجام شود.

APS باید، برحسب کاربرد، شامل موارد زیر باشد:

الف- مشخصات مواد پوشش؛

ب- ابزار، مواد مصرفی و تجهیزات لازم برای اعمال سامانه پوشش؛

پ- تنظیم کردن و کالیبراسیون تجهیزات؛

ت- حلال‌ها یا سایر مواد تمیزکننده تأییدشده مورد استفاده در تمیزکاری فولاد و پوشش ضدخوردگی مجاور قبل از آماده‌سازی سطح؛

ث- آماده‌سازی سطح فولاد (شامل پروفیل نهایی سطح، مواد و کاهش آلودگی سطح)؛

ج- آماده‌سازی سطح پوشش‌های ضدخوردگی موجود (برای مثال، انتهای بدون پوشش<sup>۱</sup> لوله، قسمت پخش‌شده، ترمیم‌ها و اقدامات احتیاطی، در صورت لزوم)؛

چ- سازگاری با پوشش ضدخوردگی موجود؛

ح- روش‌های پیش‌گرمایش، برای پوشش موجود و مواد پوشش بازسازی/ترمیمی؛

خ- گستره دمای زیرایند برای آماده‌سازی سطح، اعمال و پخت؛

د- شرایط محیطی با در نظر گرفتن نقطه شبنم در سطحی که قرار است پوشش شود؛

ذ- رویه‌های اختلاط، عمر مفید اعمال<sup>۲</sup> و رقیق‌سازی؛

ر- گستره ضخامت پوشش؛

ز- روش اعمال پوشش؛

ژ- برنامه زمانی و شرایط پخت یا خنک‌کاری پوشش؛

س- زمان اعمال لایه نهایی پوشش و روش ترمیم؛

ش- زمان بازرسی؛

ص- زمان خاک‌ریزی؛

ض- الزامات جابجایی و انبارش برای مواد پوشش، شامل موارد زیر، برحسب کاربرد:

۱- محدودیت‌های دمایی (برای مثال، یخ‌زدگی، گرمایش بیش از اندازه)؛

۲- رطوبت؛

۳- حفاظت در مقابل عناصر (برای مثال، برف، باران، نور خورشید)؛

1- Cutback

2- Pot life



۴- حفاظت در مقابل آلودگی‌ها (برای مثال، غبار، آب، مواد شیمیایی)؛

۵- تاریخ انقضا؛

۶- حفاظت در مقابل آسیب فیزیکی.

### ۳-۷ صلاحیت‌سنجی آزمایشی رویه اعمال (PQT)

در صورت درخواست توسط خریدار/کاربر نهایی، APS باید با استفاده از PQT صحت‌گذاری شود. روش‌ها و تواترهای آزمون برای PQT در پیوست الف مشخص شده است و باید در ITP گزارش شوند. معیارهای پذیرش در بندهای مربوط ذکر شده در پیوست الف، ارائه شده است.

هدف اصلی PQT باید این باشد که نشان دهد آماده‌سازی سطح تامین‌شده و رویه، تجهیزات و افراد (یا سطح مهارت‌های لازم برای افراد اعمال‌کننده پوشش) برای اعمال پوشش قادر هستند پوشش را مطابق با الزامات خریدار/کاربر نهایی/مشخصات/تولیدکننده برای دستیابی به عملکرد اظهارشده پوشش اعمال کنند. PQT برای صحت‌گذاری انتخاب پوشش به کار نمی‌رود.

اگر حذف پوشش خراب‌شده/آسیب‌دیده توسط همان پیمانکار اعمال پوشش جدید انجام شود، ارزیابی روش مورد استفاده برای حذف پوشش موجود باید بخشی از PQT باشد؛ تا تصدیق شود که روش انتخاب‌شده باعث آسیب به زیربند فلزی نمی‌شود. توصیه می‌شود که مسائل HSE مربوط به حذف پوشش نیز در همان PQT ارائه شود.

خریدار/کاربر نهایی/پوشش‌کار ممکن است از تولیدکننده/تولیدکنندگان برای حصول اطمینان از استفاده صحیح از مواد پوشش و آموزش افراد اعمال‌کننده پوشش حین PQT درخواست کمک کنند.

PQT می‌تواند مستقل از هر پروژه انجام شود. در این حالت، از لوله‌های نماینده دارای قطر، ضخامت و پوشش کارخانه‌ای مورد توافق بین تولیدکننده، پوشش‌کار و خریدار/کاربر نهایی باید استفاده شود.

برای PQT مربوط به یک پروژه خاص، آزمون‌ها باید در نواحی آزمون توزیع‌شده در امتداد لوله پوشش‌شده با پوشش واقعی انجام شود. طول نواحی آزمون باید به گونه‌ای باشد که امکان آماده‌سازی خاص سطح و پوشش کاری مخصوص یک پوشش خاص را فراهم کند و تنظیمات عملیات در محل/میدانی را نشان دهد. محل آزمون باید در برنامه PQT تعریف شود.

بجز مواردی که طور دیگری توافق شده باشد، شرایط حین PQT باید تمام شرایط (مانند دمای محیط، سطوح خیس/مرطوب، و غوطه‌وری) مورد انتظار حین پروژه واقعی را بازتاب دهد.

برای شبیه‌سازی هرگونه جوش (پیرامونی و یا طولی یا ماریپیچی) باید یک جوش در مرکز هر یک از نواحی آزمون، در صورت عدم وجود، اضافه شود.

اگر گرمایش ناحیه‌ای که قرار است پوشش داده شود در APS مشخص شده باشد، باید ثابت شود که حداقل هیچ اثر مخربی مانند تاول‌زنی یا جدایش پوشش موجود حین هم‌پوشانی نداشته باشد.

تمام ابزارها و تجهیزات (برای مثال، تجهیزات گرمایش القایی، زبره پاشی، اعمال پوشش و بازرسی) مورد استفاده برای PQT باید از همان نوعی باشند که برای پوشش واقعی میدانی استفاده می‌شوند.

ترمیم‌های پوشش و زدودن FC معیوب باید در PQT گنجانده شود (مگر اینکه ترمیم پوشش مجاز نباشد). زمان اعمال پوشش حین PQT باید با زمان برآورد شده برای اعمال پوشش در محل خط لوله سازگار باشد. هرگونه تفاوت قابل توجه در محیط PQT نسبت به شرایط واقعی اعمال پوشش باید در نظر گرفته شود، برای مثال، تعداد ایستگاه‌های کاری، شباهت یا تفاوت تجهیزات بالابری.

در صورت انجام تغییر در تجهیزات، ترکیب مواد یا فرایند اعمال، که بر مشخصه‌های تعیین شده اثر گذارد، آزمون‌ها باید تکرار شوند. این موضوع شامل افراد اعمال کننده پوشش نیز می‌شود.

پوشش کار باید گزارش کامل نتایج آزمون صلاحیت‌سنجی را برای تأیید به خریدار/کاربر نهایی ارائه دهد.

#### ۴-۷ پیش تولید آزمایشی (PPT)

به منظور تأیید انطباق با الزامات پروژه، PPT باید قبل از آغاز اعمال پوشش، در محل خط لوله انجام شود. PPT باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

الف- وضعیت سطح و چسبندگی پوشش موجود به فولاد در ناحیه‌ای که قرار است با پوشش بازسازی هم پوشانی داشته باشد؛

ب- مواد پوشش میدانی؛

پ- رویه آماده سازی سطح و اعمال پوشش؛

ت- تجهیزات مورد استفاده برای آماده سازی سطح و اعمال پوشش؛

ث- تجهیزات گرمایشی (در صورت استفاده)؛

ج- اعمال سامانه پوشش؛

چ- صلاحیت‌سنجی افراد اعمال کننده پوشش و بازرسی‌هایی که کار را بر عهده دارند؛

ح- خواص FC اعمال شده.

موارد فوق باید مطابق با الزامات هرگونه PQT قبلی باشد.

روش‌ها و تواترهای آزمون برای PPT در پیوست الف مشخص شده است. معیارهای پذیرش در بندهای مربوط ذکر شده در پیوست الف، ارائه شده است.

PPT باید در حضور کاربر نهایی و/یا خریدار (یا نماینده آن‌ها) در آغاز عملیات هنگام آماده سازی تجهیزات و افراد در محل خط لوله انجام شود. PPT باید روی اولین شاخه لوله یا جزء مورد پوشش (یا در صورت توافق، روی یک لوله ساختگی) انجام شود.

پوشش کار باید گزارشی کامل از آزمون‌ها شامل مقادیر و سایر نتایج به دست آمده در PPT را ارائه دهد.

## ۵-۷ برنامه بازرسی و آزمون (ITP)

برای تمام مراحل فرایند (PPT، PQT، و تولید) باید ITP توسط پوشش کار تهیه شده و محتوای آن باید بازتاب‌دهنده تمام موارد فرایند، موارد تحت بازرسی و آزمون (و تواتر آن‌ها) و معیارهای پذیرش تعریف‌شده در APS باشد.

حداقل، فعالیت‌های زیر باید ارائه شوند:

الف- شرح فعالیت‌ها؛

ب- مشخصات لوله/جزء پوشش شده و زیرایند؛

پ- سامانه پوشش انتخاب‌شده؛

ت- نقاط بازرسی برای هر یک از فعالیت‌ها؛

ث- مدارک مرجع مربوط؛

ج- رویه‌ها و روش‌های بررسی مربوط؛

چ- معیارهای پذیرش؛

ح- تواتر بررسی‌ها؛

خ- اقدامات اصلاحی؛

د- افراد ملزم به حضور در بازرسی‌ها؛

ذ- گزارش‌دهی.

## ۶-۷ مواد پوشش

پوشش کار باید برگه‌های داده‌ها و اطلاعات مشخص شده در زیر را برای هر ماده پوشش از تولیدکننده تهیه کرده و ارائه دهد:

الف- برگه داده‌های فنی محصول (PDS)؛

ب- دستورالعمل‌های اعمال، شامل سازگاری با سایر پوشش‌ها؛

پ- گواهی‌نامه هر بچ؛

ت- الزامات بسته‌بندی، حمل و نقل و انبارش مواد پوشش؛

ث- گستره شرایط اعمال، شامل حداقل و حداکثر دمای اعمال (برای مواد و زیرایند) و رطوبت نسبی؛

ج- برگه‌های داده‌های ایمنی (SDS).

برای به حداقل رساندن خطر انتخاب نادرست مواد برای اعمال میدانی، محصول باید به وضوح برچسب‌گذاری شود. اسناد و برچسب‌های حمل و نقل حداقل باید حاوی اطلاعاتی باشند که قابلیت ردیابی محصول پس از اعمال را تضمین کند. از این نظر، اطلاعات کلیدی می‌تواند موارد زیر باشد:

— مرجع پروژه؛

— شماره سفارش خرید/اسناد پیمان؛

— نام محصول؛

— شناسه یکتای محصول؛

— شماره بچ؛

— شرایط انبارش؛

— عمر مفید انبارش؛<sup>۱</sup>

— تاریخ انقضا.

## ۷-۷ صلاحیت سنجی افراد اعمال‌کننده پوشش و بازرسی

### ۱-۷-۷ کلیات

افراد اعمال‌کننده پوشش باید دارای صلاحیت لازم برای اعمال پوشش و کار ترمیم باشند. صلاحیت‌سنجی باید به‌وسیله اثبات در PQT (در صورت وجود) یا حین PPT یا توسط یک سازمان سوم‌شخص مورد توافق با خریدار/کاربر نهایی، انجام شود.

در صورت لزوم، پوشش‌کار می‌تواند از تولیدکننده/تولیدکنندگان مواد پوشش و تجهیزات پوشش‌کاری برای کمک فنی به افراد اعمال‌کننده پوشش، درخواست کند.

مستندات و شواهد صلاحیت‌سنجی موفق باید مدون شود.

بازرس‌های انجام‌دهنده بازرسی پوشش باید آموزش‌دیده و صلاحیت‌دار باشند.

شایستگی بازرس باید به‌وسیله تجربه گواهی‌شده یا نهاد صدور گواهی‌نامه (مانند NACE، FROSIO<sup>۱</sup>، SSPC و DVGW GW 15<sup>۲</sup>)، منطبق بر طرح‌های صدور گواهی‌نامه تأییدشده توسط خریدار/کاربر نهایی، اثبات شود.

1- Shelf life

2- The Norwegian Professional Council for Education and Certification of Inspectors for Surface Treatment

3- Deutsche Verein des Gas und Wasserfaches — Nachumhüllungen von Rohrleitungen, Armaturen und Formstücken — Qualifikationsanforderungen an den Umhüller

## ۲-۷-۷ صلاحیت‌سنجی افراد اعمال‌کننده پوشش

پوشش‌کار باید به‌وسیله موارد زیر اطمینان حاصل کند که افراد اعمال‌کننده پوشش قبل از شروع کار، آموزش‌دیده و صلاحیت‌دار هستند:

- الف- تهیه نمونه‌های آزمون مطابق با APS تأییدشده؛
  - ب- ارزیابی نمونه‌های آزمون بر اساس معیارهای پذیرش؛
  - پ- ارزیابی شایستگی عمومی تحت معیارهایی که در متن زیر توضیح داده شده است.
- نمونه‌های آزمون باید از اجزای لوله یا خط لوله ساخته شوند، طوری که تا حد امکان موقعیت‌ها و شرایط محتمل حین ساخت، نگهداشت یا ترمیم را تقریب بزنند.
- خریدار/کاربر نهایی ممکن است شاهد و/یا ممیز هر یک یا همه جنبه‌های فرایند آموزش و صلاحیت‌سنجی پوشش‌کار باشد.

آموزش باید دربرگیرنده APS مناسب برای سامانه‌های پوشش مربوط و حداقل شامل موارد زیر باشد:

- الف- انبارش و جابجایی مواد و ابزار آماده‌سازی سطح/پوشش؛
  - ب- تمیزی سطح و پروفیل<sup>۱</sup> سطح؛
  - پ- روش‌های پیش‌گرمایش، در صورت لزوم؛
  - ت- آماده‌سازی سطح (شامل پوشش‌های مجاور) و رویه‌های اعمال پوشش؛
  - ث- روش‌های بازرسی؛
  - ج- روش‌های ترمیم پوشش؛
  - چ- فنون کاهش اثرات نامطلوب جوی، برای مثال، دما، بارندگی.
- مشارکت تولیدکننده در آموزش اعمال پوشش، توصیه می‌شود.

## ۱-۲-۷-۷ تعیین شایستگی

شایستگی به‌وسیله موارد زیر تعیین می‌شود:

- الف- بازبینی گواهی‌نامه‌های پوشش‌کار برای صلاحیت افراد اعمال‌کننده پوشش از نظر مناسب‌بودن آن‌ها برای سامانه پوشش و نسخه APS مورد استفاده؛
  - ب- بازبینی سوابق تجربی پوشش‌کار برای تعیین اینکه افراد اعمال‌کننده پوشش،
- ۱- سامانه پوشش انتخاب‌شده را با استفاده از APS تأییدشده، شامل آماده‌سازی سطح، اعمال کرده‌اند؛

۲- سامانه پوشش انتخاب شده را در سال گذشته اعمال کرده‌اند.

پ- مشاهده افراد اعمال کننده پوشش،

۱- حین اعمال سامانه پوشش انتخاب شده روی خط لوله مطابق APS، شامل آماده سازی سطح؛

۲- حین برآورده سازی معیارهای پذیرش نمونه(های) انتخاب شده.

اگر پوشش کار ثابت کند که گواهی نامه وی برای صلاحیت، آموزش و تجربه فرد اعمال کننده پوشش به منظور اطمینان از شایستگی کافی است، خریدار/کاربر نهایی می تواند از الزامات ردیف «پ» صرف نظر کند.

### ۳-۷-۷ مدارک و شواهد مستند صلاحیت افراد اعمال کننده پوشش

پس از اتمام موفقیت آمیز آزمون صلاحیت سنجی، پوشش کار و/یا تولید کننده پوشش یا سوم شخص آموزش دهنده باید گواهی صلاحیت افراد که شامل موارد زیر است را ارائه دهد:

الف- نام افراد اعمال کننده پوشش؛

ب- سامانه یا سامانه های پوشش که فرد برای آن ها دارای صلاحیت است؛

پ- APS/PQT مورد استفاده برای صلاحیت سنجی فرد؛ و

ت- تاریخ آزمون صلاحیت سنجی.

مدارک مستند باید برای ردیابی، شناسه ای یکتا برای هر یک از افراد صلاحیت دار ارائه دهند.

### ۴-۷-۷ صلاحیت سنجی مجدد

فرد اعمال کننده پوشش که سامانه پوششی خاصی را اعمال می کند، باید صلاحیت سنجی مجدد شود، اگر:

الف- تغییر فنی در APS وجود داشته باشد؛

ب- تغییر در تجهیزات اعمال انجام شده باشد؛

پ- عدم انطباق های مکرر در مورد پوشش اعمال شده گزارش شده باشد؛

ت- فرد اعمال کننده پوشش، سامانه پوشش انتخاب شده (شامل آماده سازی سطح) را به مدت بیش از یک سال اعمال نکرده باشد؛ بجز مواردی که با کاربر نهایی طوری دیگر توافق شده باشد.

صلاحیت سنجی باید حداقل هر پنج سال تکرار شود.

پوشش کار با استفاده از پرونده ای مناسب از تجربه کاری فرد اعمال کننده پوشش باید اطمینان حاصل کند که وی دارای شایستگی لازم برای اعمال سامانه پوشش انتخاب شده است. در صورت درخواست، این پرونده باید در اختیار خریدار/کاربر نهایی قرار گیرد.

توصیه می شود که اطلاعات زیر مطابق با الزامات محرمانگی درخواست شود:

— نام و اطلاعات تماس فرد اعمال کننده پوشش؛

- شرکت اعمال کننده (پوشش کار) و اطلاعات تماس؛
- شماره پروژه یا شغل و اطلاعات تماس؛
- تاریخ(های) اعمال پوشش؛
- نوع سامانه(های) پوشش اعمال شده (برای مثال، نام محصول)؛
- شماره نسخه APS؛
- تعداد کاربردهای پوشش (برای مثال جوش‌های پیرامونی، ترمیم‌ها)؛ و
- قطر(های) لوله.

#### ۸-۷ آزمون و بازرسی تولید (اعمال)

۸-۷-۱ به منظور تصدیق آماده‌سازی سطح، اعمال پوشش و خواص تعیین شده FC اعمال شده، پوشش کار باید بازرسی و آزمون حین تولید را مطابق با ITP تأیید شده انجام دهد.

ITP باید توسط پوشش کار تهیه شده و قبل از شروع کار پوشش و قبل از آغاز هرگونه PQT و/یا PPT توسط خریدار/کاربر نهایی تأیید شود. ITP باید تمامی فعالیت‌ها و آزمون‌های بازرسی، تواتر آن‌ها، معیارهای پذیرش و مسئولین مرتبط بازرسی را مشخص کند.

روش‌ها و تواترهای آزمون در پیوست الف مشخص شده‌اند. معیارهای پذیرش در بندهای مربوط ذکر شده در پیوست الف، ارائه شده است.

#### ۲-۸-۷ مدارک بازرسی و قابلیت ردیابی

مدارک بازرسی باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۶۶۵۰ باشد. نوع گواهی انطباق باید در سفارش خرید/اسناد پیمان مشخص شود.

گزارش‌های پوشش میدانی باید هر قسمت از خط لوله بازرسی شده را با یک شناسه یکتا شناسایی کرده و شماره بیج مرتبط مواد را برای قابلیت ردیابی ثبت کند. نتایج آزمون‌ها باید به محل دقیق انجام آن‌ها پیوند داده شود. سوابق باید به صورت شیفی و روزانه نگهداری شود و برای بازرسی توسط خریدار و/یا کاربر نهایی در دسترس باشند.

مدارک بازرسی که توسط پیمانکار و پوشش کار امضا می‌شود باید با تواتری که در سفارش خرید/اسناد پیمان تعیین شده است به خریدار/کاربر نهایی منتقل شود. سوابق تجمعی تولید باید روزانه نگهداری شوند.

### ۸ الزامات ایمنی

#### ۱-۸ کلیات

پروژه‌های بازسازی باید محدودیت‌های عملیاتی و شرایط محیطی تعیین کننده نحوه اجرای پروژه را در نظر بگیرند. شرایط محیطی شامل دماهای محیط (تحت تأثیر باد، رطوبت، باران، سرما و شوری)، شرایط خاک و

دسترسی است. محدودیت‌های سرویس عملیاتی شامل جریان خط، فشار خط و گستره‌های دمای حداقل و حداکثر می‌شود.

از منظر ایمنی، بازسازی خطوط لوله دایر، محدودیت‌هایی را همراه با نیاز به آیین کارهای<sup>۱</sup> دقیق تحمیل می‌کند؛ که ممکن است هنگام کار روی خط لوله غیرعملیاتی اهمیت کمتری داشته باشند.

پیمانکار/تأمین‌کننده باید طرح/کتابچه راهنمای HSE خود را که شامل ارزیابی ریسک فعالیت‌های پیش‌بینی‌شده بازسازی است، برای تأیید خریدار/کاربر نهایی ارائه دهد و قبل از شروع فعالیت‌های میدانی تأییدیه دریافت کرده باشد. ارزیابی ریسک باید شامل ملاحظات برای ضخامت باقیمانده دیواره لوله، پایداری خط لوله و سایر جنبه‌های مهمی باشد که بر ریسک کلی تأثیر می‌گذارد. رویه‌های تأییدشده برای فرایندهای ایمن جابجایی، انبارش و اعمال سامانه‌های پوشش انتخاب‌شده باید به‌شدت دنبال شود.

قبل از شروع فعالیت‌های میدانی، باید تداخل‌ها روی خطوط لوله‌ای که فعالیت‌ها روی آن‌ها انجام خواهد شد، ارزیابی شوند. به‌ویژه، تداخل جریان AC و جریان DC باید در نظر گرفته شود. در صورت لزوم، اقدامات پیشگیرانه قبل از شروع فعالیت‌ها انجام شود. هنگامی که رعد و برق در حال وقوع یا قریب الوقوع است، فعالیت‌ها باید متوقف شوند.

اگر مواد پوشش به‌عنوان خطرناک طبقه‌بندی شوند، بیانیه مقدماتی خطر و اقدامات احتیاطی باید بر اساس برچسب خطر مطابق با مقررات ملی ارائه شود.

به‌منظور جابجایی و دفع ایمن مواد شیمیایی و پوشش‌های حفاظتی مورد استفاده در مناطق کاری، SDS آن‌ها باید برای بازبینی و تأیید به خریدار/کاربر نهایی ارائه شود. اقدامات احتیاطی بهداشتی و ایمنی باید به‌وضوح در هر ظرف/بسته شیمیایی شرح داده شود.

تمامی ضایعات ناشی از حذف سامانه‌های پوشش موجود و تأمین و اعمال سامانه‌های پوشش جدید باید قرنطینه، جمع‌آوری و مطابق با استانداردها/مقررات بهداشت، ایمنی و حفاظت محیط زیست محلی دفع شوند. در صورت درخواست توسط خریدار/کاربر نهایی، این مورد برای مواد ساینده نیز به‌کار می‌رود.

## ۸-۲ اقدامات ایمنی در جو قابل اشتعال

در صورت وجود خطر جو قابل اشتعال در یک منطقه خاص، خریدار/کاربر نهایی می‌تواند با مسئول ایمنی مربوط، محدودیت‌هایی را روی روش‌های آماده‌سازی سطح بر اساس طبقه‌بندی منطقه برای طراحی کارخانه و پروژه‌های ساخت/نگهداری اعمال کند.

پوشش‌کار/پیمانکار باید تمامی اطلاعات لازم برای سامانه‌های پوشش پیشنهادی، حلال‌ها و رویه‌های پوشش را برای تأیید به خریدار/کاربر نهایی ارائه دهد؛ تا بتوان اقدامات احتیاطی مناسب حین اعمال پوشش را تعیین کرد.



در صورت الزام توسط مسئول ایمنی مربوط، تمامی تجهیزات مورد استفاده در آماده‌سازی سطح، اعمال پوشش و بازرسی (شامل چراغ قوه‌ها یا نورافکن‌ها) باید با الزامات ایمنی مطابقت داشته باشند؛ برای مثال، ابزارهای ضد انفجار و ضد جرقه.

قبل از آماده‌سازی سطح، همه گرد و غبار/پودرها باید از محل برداشته شده و قبل از دفع به درستی ذخیره شوند. جو قابل اشتعال داخل منطقه باید به صورت دوره‌ای کنترل شود. پوشش کار باید در ارتباط با محل، با مسئول ایمنی خریدار/کاربر نهایی در تماس باشد؛ تا پیش لازم برای جو قابل اشتعال و پاسخ مناسب در صورت اعلام خطر را مشخص کند.

#### ۳-۸ اقدامات ایمنی در فضاهای بسته

رویه‌های انجام کار ایمن در هرگونه فضای بسته باید مطابق با مقررات HSE تعیین شده توسط خریدار/کاربر نهایی باشد. گواهی‌نامه فضای بسته باید برای همه عوامل درگیر در دسترس باشد.

یادآوری - برای آگاهی بیشتر در مورد اقدامات ایمنی در فضاهای بسته در صنعت نفت، به API 2217 مراجعه شود.

#### ۴-۸ اقدامات ایمنی برای حذف پوشش

اگر پوشش حذف شده شامل آزبست، قطران ذغال سنگی یا سایر موادی باشد که مستلزم اقدامات احتیاطی ایمنی هستند، قبل از هرگونه فعالیت باید قوانین ملی مربوط مشخص شود. ممکن است قبل از حذف پوشش، کپسوله کردن<sup>۱</sup> مواد پوشش قدیمی درخواست شود.

#### ۵-۸ اقدامات ایمنی برای آماده‌سازی سطح و اعمال پوشش

در مناطقی که تخلیه جرقه خطرناک است، نازل زبره‌پاشی باید به‌طور مستقیم به فلز لوله/جزء مورد نظر متصل (هم‌بند)<sup>۲</sup> شود. این کار مانع از تجمع بار الکتروستاتیک می‌شود که ممکن است باعث ایجاد جرقه شود.

ابزارهای برقی باید مطابق با طبقه‌بندی منطقه خطر باشند.

اپراتورها باید از عینک و کلاه ایمنی تایید شده استفاده کنند و به منبع هوای پاک متصل شوند. سایر افرادی که در معرض غبار زبره‌پاشی و بخارات شیمیایی قرار دارند باید از ماسک‌های تنفسی هوا استفاده کنند.

هرگونه لبه<sup>۳</sup>، خراش یا درز سطحی که در اثر زبره‌پاشی در معرض قرار می‌گیرد، باید بلافاصله به خریدار/کاربر نهایی گزارش شود تا اقدامات مناسب اتخاذ شود.

دستورالعمل‌های توصیه شده توسط تولیدکننده مواد پوشش در مورد انتشار VOC، سمیت و جابجایی ایمن تمام مواد پوشش باید پیروی شوند.

1- Encapsulation

2- Bonded

3- Laps

**۶-۸ جداسازی و تهویه مثبت**

در صورت درخواست توسط خریدار/کاربر نهایی و بر اساس الزامات HSE، حفاظت کاتدی باید حین آماده‌سازی سطح و کارهای اعمال پوشش قطع شود.

در صورت وجود بخارات یا گازهای سمی باید از تهویه استفاده شود و هرگونه مورد اشاره‌شده دیگر در SDS نیز باید عمل شود.

تمام قسمت‌های کار باید به‌وضوح قابل مشاهده باشد.

**۹ الزامات مدیریت کیفیت و تضمین کیفیت****۱-۹ کلیات**

فرایند صلاحیت‌سنجی باید مطابق با بند ۷ انجام شود.

تهیه APS و ITP مرتبط الزامی است و باید توسط خریدار/کاربر نهایی تأیید شود.

در صورت درخواست به‌وسیله PQT، می‌توان APS تأییدشده مطابق با ITP تأییدشده را صحت‌گذاری کرد.

قبل از شروع تولید، PPT باید مطابق با ITP انجام شود. طرح کلی صلاحیت‌سنجی و مسئولیت‌ها و کاربرد آن در مراحل مختلف فعالیت‌های بازسازی، در شکل ۱ نشان داده شده است.

بخش‌هایی از فرایند صلاحیت‌سنجی که خریدار/کاربر نهایی از آن‌ها چشم‌پوشی می‌کند، باید به‌طور واضح در قرارداد قید و مشخص شوند.

حین مراحل اجرایی بازسازی، یک سامانه بازرسی باید توسط پیمانکار اجرا شود، تا تمامی فعالیت‌های بازرسی گزارش‌شده در ITP تأییدشده برای تولید را پایش و اجرا کند.

**۲-۹ آزمون حین اجرای کار**

بازرسی و آزمون باید حین تولید مطابق با ITP توافق‌شده انجام شود. روش‌های آزمون و معیارهای پذیرش باید در ITP تعریف شوند. تواترهای پیشنهادی آزمون در پیوست الف ارائه شده است.

مناطق آسیب‌دیده حاصل از آزمون باید مطابق با بند ۱۳ ترمیم شوند.

به‌منظور انجام آزمون مخرب مورد نیاز، پیمانکار هم‌چنین می‌تواند مجموعه‌ای از صفحات یا مقاطع لوله را مطابق با ابعاد و مشخصه‌های مورد تایید خریدار/کاربر نهایی آماده کند.

تمامی داده‌های جمع‌آوری‌شده حین بازرسی‌ها و آزمون‌ها باید به‌شکل مناسب ثبت شده و مطابق با الزامات ITP به خریدار/کاربر نهایی تحویل داده شود.

**۱۰ معیارهای ارزیابی شرایط پوشش موجود****۱-۱۰ کلیات - ارزیابی شرایط پوشش**

در چارچوب این استاندارد، ترمیم یا بازسازی پوشش به معنای انجام ترمیم‌ها و بهسازی‌های لازم در خط لوله موجود است، تا آن را به شرایط عملیاتی قابل پذیرش برای طول عمر عملیاتی لازم بازگرداند.

در حالی که برای ارزیابی یکپارچگی کل خط لوله استانداردهای ISO 19345-1 و ISO 19345-2 به کار می‌رود، برای تعیین شرایط پوشش موارد زیر باید در نظر گرفته شود.

برنامه کاری کلی زیر باید انجام شود:

- الف- وضعیت پوشش لوله را به وسیله پیمایش روزمینی یا درون خطی تعیین کنید.
- ب- داده‌های حاصل از پیمایش را تجزیه و تحلیل کرده و (در صورت پیش‌بینی) مکان‌هایی را برای حفاری، به منظور ارزیابی مستقیم پوشش و هرگونه کاهش فلز، انتخاب کنید.
- پ- داده‌های بازرسی را برای تعیین برنامه بازسازی و تصمیم‌گیری در مورد اینکه کدام مقاطع لوله نیاز به ترمیم پوشش یا بازسازی پوشش و/یا بهسازی حفاظت کاتدی دارند و کدام مقاطع می‌توانند به همان شکل باقی بمانند، تجزیه و تحلیل کنید.
- ت- پوشش(های) ترمیمی و پوشش(های) بازسازی خط لوله را انتخاب کنید.
- ث- بهسازی‌های سامانه حفاظت کاتدی را طراحی کنید.

ج- استراتژی بازسازی را طوری تدوین کنید که کارهای ترمیمی مورد نیاز را در اولویت قرار دهد و زمان‌بندی برنامه بازسازی را برنامه‌ریزی کند. این برنامه ممکن است سال‌ها طول بکشد تا ترکیبی قابل پذیرش از ایمنی عملیات و الزامات بلندمدت را ارائه دهد. به پیوست پ مراجعه شود.

هدف از ارزیابی مستقیم پوشش، تصدیق این است که مقدار و نوع آسیب‌دیدگی پوشش به گونه‌ای باشد که جبران‌ناپذیر در نظر گرفته شود (برای مثال، ترک‌های گسترده و عمیق، نواحی جداشده، وجود آب در فصل مشترک زیربند/پوشش؛ نفوذ ریشه‌ها، سنگ یا سایر مواد خارجی؛ تغییر ناشی از مشخصه‌های خاک یا مواد شیمیایی، روغن، حلال‌ها، آلاینده‌ها؛ تغییر شکل‌ها و نواحی سوخته).

#### ۲-۱۰ فنون بازرسی مربوط

فنون بازرسی که می‌توانند برای ارزیابی شرایط پوشش موجود استفاده شوند، روش‌هایی هستند که در استانداردهای ISO 15589-1 و ISO 15589-2 شرح داده شده و در زیربندهای ۱-۲-۱۰ تا ۷-۲-۱۰ به صورت چکیده ارائه شده‌اند.

این فنون شامل فنون بازرسی داخلی مانند ابزارهای بازرسی درون خطی، یا فنون غیر نفوذی روزمینی مانند پیمایش گرادیان ولتاژ جریان مستقیم (DCVG)، پیمایش گرادیان ولتاژ جریان متناوب (ACVG) و پیمایش‌های پتانسیل در فواصل نزدیک (CIPS) هستند.

ارزیابی مستقیم و بازرسی چشمی در ترکیب با سنجش پوشش، اندازه‌گیری ضخامت دیواره و عمق حفره<sup>۱</sup> در گمانه‌های زنگوله‌ای<sup>۲</sup> انتخاب شده نیز می‌تواند انجام شود. تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از هر یک از این موارد، یا ترکیبی از این پیمایش‌ها می‌تواند به منظور تعیین اقدامات ترمیمی مناسب برای افزایش چرخه عمر عملیاتی خط لوله به وسیله بازسازی پوشش و/یا اصلاح سامانه حفاظت کاتدی استفاده شود.

#### ۱-۲-۱۰ بازرسی درون خطی (ILI)

ضخامت دیواره خط لوله را می‌توان با بازرسی درون خطی تعیین کرد. یک ابزار که به درستی انتخاب شده است، می‌تواند هرگونه کاهش فلز، صرف نظر از داخلی یا بیرونی بودن کاهش، را مشخص کند. در مورد کاهش بیرونی فلز، نتایج ILI را می‌توان به عنوان خوردگی عمومی یا تهاجم موضعی، مانند حفره‌دار شدن<sup>۳</sup> طبقه‌بندی کرد.

#### ۲-۲-۱۰ پیمایش گرادیان ولتاژ جریان مستقیم (DCVG)

بررسی DCVG در بالای خط لوله انجام می‌شود و می‌تواند جهت و بزرگی جریان جاری شده به سمت خط لوله را تشخیص دهد. این تکنیک تعیین موقعیت دقیق تقاضاهای جریان<sup>۴</sup> در خطوط لوله را امکان‌پذیر می‌کند. این موقعیت‌ها معمولاً در نواقص پوشش و تماس‌های خارجی<sup>۵</sup> (مانند خطوط لوله خارجی یا سامانه‌های اتصال به زمین) قرار دارند. این تکنیک همچنین می‌تواند نواحی از پوشش با مقاومت الکتریکی ضعیف و در نتیجه پوشش ضعیف احتمالی را شناسایی کند. این تکنیک امکان اندازه‌گیری فیزیکی دقیق نواقص را نمی‌دهد؛ اما می‌تواند از نظر الکتریکی، شدت نواقص را بر اساس بزرگی و جهت گرادیان پتانسیل کمی کند. بهترین نتایج به دست آمده در مورد نواقص پوشش مربوط به خط لوله‌ای است که از ابتدا به خوبی پوشش شده باشد. نتایج در مورد خط لوله‌ای که به طور گسترده دارای پوشش ضعیف است، معمولاً قطعی نیست. این روش حتی در نواحی جریان سرگردان DC و تداخل AC موثر است.

یادآوری - برای آگاهی بیشتر در مورد انواع نواقص پوشش، به ISO 4628 مراجعه شود.

#### ۳-۲-۱۰ پیمایش گرادیان ولتاژ جریان متناوب (ACVG)

پیمایش‌های ACVG به روشی مشابه با DCVG انجام می‌شود؛ با این تفاوت که سیگنال در فرکانسی انتخاب شده اعمال می‌شود. تماس‌های خارجی و نواقص پوشش را نیز می‌توان مشابه با DCVG شناسایی کرد. بر خلاف DCVG، تکنیک ACVG هیچ اطلاعاتی در مورد اثربخشی حفاظت کاتدی اعمال شده نمی‌دهد. این تکنیک نشان‌دهنده کیفیت کلی پوشش بر اساس تضعیف سیگنال اعمال شده است. این روش حتی در نواحی جریان سرگردان DC و تداخل AC موثر است.

1- Pit

2- Bell-holes

1- Pitting

2- Current demands

3- Foreign contacts

**۴-۲-۱۰ چگالی جریان**

چگالی جریان لازم برای حفاظت کاتدی خط لوله با گذشت زمان افزایش می‌یابد. چگالی جریان طراحی و افزایش چگالی جریان با زمان برای هر نوع پوشش متفاوت است.

اگر اطلاعاتی در مورد الزامات میانگین چگالی جریان در دوره زمانی مساوی یا بیشتر از عمر طراحی خط لوله وجود داشته باشد، می‌توان با مقایسه چگالی جریان واقعی لازم با داده‌های تاریخچه‌ای، وضعیت خط لوله‌ای با پوشش مشابه را ارزیابی کرد.

داده‌های چگالی جریان را در استانداردهای مختلف حفاظت کاتدی، کتاب‌های اصلی و برگه‌های داده تولیدکننده پوشش می‌توان یافت.

**۵-۲-۱۰ ارزیابی مستقیم و بازرسی چشمی**

بازرسی‌های چشمی، اطلاعات مستقیم در مورد وضعیت پوشش، ضخامت دیواره باقیمانده، عمق حفره‌ها، فعالیت میکروبی و خوردگی خاک را ارائه می‌دهند. اگر بازرسی‌های چشمی در مکان‌های نماینده انجام شود و تعداد بازرسی‌های چشمی از نظر آماری قابل توجه باشد، در این صورت از این داده‌ها می‌توان به‌عنوان مبنایی برای تدوین برنامه‌های بازسازی استفاده کرد. اگر اطلاعات تاریخچه‌ای کافی وجود داشته باشد، در این صورت می‌توان از تجزیه و تحلیل استنباطی آماری بیزی<sup>۱</sup> به‌روشی موثر استفاده کرد.

در صورت نیاز به اولویت‌بندی و/یا برنامه‌ریزی حفاری‌ها و ترمیم‌های پوشش، ارزیابی بیشتر نواقص پوشش لازم است.

**۶-۲-۱۰ حفاری‌های اکتشافی**

برخی از حفاری‌های اکتشافی به‌منظور ارزیابی مستقیم و هم‌چنین درک و شرح روش‌ها برای جنبه‌های مختلف فعالیت‌های بازسازی پیشنهادی ضروری است.

مشاهدات و اندازه‌گیری‌های تکمیلی باید حین حفاری‌ها انجام شود، تا مبنایی برای تعیین الزامات و روش‌شناسی<sup>۲</sup> بازسازی ایجاد شود. مثالی از این اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات در پیوست پ ارائه شده است.

هر حفاری باید همراه با سوابقی باشد که تمام یافته‌ها را در یک فهرست بازبینی از پیش برنامه‌ریزی شده (برای مثالی از گزارش حفاری خط لوله به پیوست پ مراجعه شود)، همراه با عکس‌هایی از تمام مشاهدات و یافته‌های مربوط، به‌ویژه هر گونه آسیب به پوشش و/یا سطح لوله فولادی ارائه دهد. نوع و ماهیت هرگونه فیلم و رسوبات آهنی روی سطح فولاد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا می‌تواند مربوط به اثربخشی حفاظت کاتدی در نواقص انفرادی باشد.

1- Bayesian

2- Methodology

حفاری‌های اکتشافی باید به‌منظور تأیید دامنه کار برای بازسازی پوشش، بر اساس پیمایش‌های کاهش فلز و پیمایش‌های پوشش و حفاظت کاتدی انجام شوند. این حفاری‌های اکتشافی، مکان‌های نقص و اندازه/اهمیت نواقص را تأیید می‌کنند و امکان بررسی چشمی پوشش لوله به‌منظور تعیین وضعیت کلی پوشش (چسبندگی، نوع تخریب، نیاز به ترمیم‌های موضعی) و حالت خرابی در پوشش را فراهم می‌کند.

#### ۱۰-۲-۷ آزمون سامانه پوشش موجود

در صورت نیاز به ارزیابی پوشش، آزمون مستقیم پوشش موجود می‌تواند انجام شود. به‌عنوان حداقل، خواص زیر برای پوشش باید از نظر انطباق با استانداردهای مربوط بررسی شوند:

— ضخامت؛

— چسبندگی به سطح لوله؛

— چسبندگی هرگونه هم‌پوشانی FC به پوشش موجود لوله؛

— پیوستگی پوشش نمایان (در صورت امکان، به‌وسیله رخنه‌یابی<sup>۱</sup>)؛

— وجود ترک، چین و چروک، تاول، آب یا هرگونه آسیب/نقص قابل مشاهده دیگر.

ولتاژ رخنه‌یابی باید با توجه به ضخامت و نوع پوشش مطابق با توصیه‌های خریدار/کاربر نهایی یا براساس استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴ تنظیم شود. رخنه‌یابی باید فقط در پوشش‌های خشک و در شرایط خشک انجام شود.

پیوست پ، راهنمای فنون تکمیلی سنجش را ارائه می‌دهد.

#### ۱۱ انتخاب پوشش بازسازی

##### ۱-۱۱ انتخاب سامانه پوشش بازسازی خط لوله

از نظر فنی، انتخاب پوشش‌های مناسب بازسازی خط لوله، بزرگ‌ترین تصمیمی است که برای پروژه بازسازی باید گرفته شود. تنوع وسیعی از سامانه‌های پوشش و انواع مختلفی از روش‌های آزمون لازم برای ارزیابی عملکرد یک پوشش وجود دارد.

برای تعیین الزامات پوشش حفاظت از خوردگی اعمال‌شده به‌روش میدانی، عملکرد بلندمدت و مکانیسم‌های احتمالی خرابی<sup>۲</sup> تحت کاربرد مورد انتظار خط لوله و شرایط عملیاتی باید در نظر گرفته شوند. استفاده از روش‌های آزمون تسریع‌شده برای پیش‌بینی عملکرد بلندمدت پوشش مفید است (اما همیشه قطعی نیست). اطلاعات تکمیلی مربوط به عملکرد میدانی صحنه‌گذاری شده پوشش انتخاب‌شده می‌تواند از نتایج آزمون‌های آزمایشگاهی عملکرد بلندمدت پشتیبانی کند.

1- Holiday detection

2- Failure

الزام اساسی پوشش این است که باید سدگری موثر بلندمدت در مقابل نفوذ آب و اکسیژن ایجاد کند، و در نتیجه لوله را از محیط خود جدا کرده و از خوردگی آینده جلوگیری کند.

بازسازی پوشش به معنای اعمال پوشش در محل، روی خط لوله موجود است. خواص پوشش به منظور جلوگیری از خوردگی مانند سایر پوشش‌های انتخابی است. شرایط بیرونی در محل اعمال که می‌تواند بر موفقیت اعمال پوشش تأثیر گذارد باید در نظر گرفته شود.

به دلایل ذکر شده در بالا، انتخاب پوشش بازسازی معیارهای بیشتری نسبت به انتخاب پوشش برای خط لوله جدید دارد.

طیف گسترده‌ای از روش‌های آزمون برای سنجش عملکرد پوشش استفاده می‌شود؛ برای مثال، روش‌های آزمونی که در استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴ شرح داده شده است.

معیارهای زیر برای انتخاب پوشش بازسازی باید در نظر گرفته شوند:

الف- پوشش باید خواص سدگری بلندمدت داشته باشد تا لوله را از محیط، به منظور جلوگیری از نفوذ آب و اکسیژن، جدا کند و در مقابل نیروهای مکانیکی مانند ضربه، دندان‌گذاری و برش مقاومت کند. برخی از پارامترهای موثر بر چسبندگی اولیه، شامل تمیزی سطح و پروفیل سطح قبل از اعمال پوشش است؛

ب- پوشش باید قابلیت اعمال داخل کانال را تحت شرایط محیطی غالب و شرایط عملیاتی داشته باشد؛

پ- پوشش باید اجازه ترمیم‌ها را بدهد؛

ت- پوشش باید چسبندگی لازم و با دوام (مطابق با PDS مربوط) به زیرایند را داشته باشد، طوری که از جدایش و افت چسبندگی به سطح فولاد جلوگیری کند؛

ث- پوشش و فنون اعمال باید با پوشش‌های موجود سازگار باشد؛

ج- در صورت کاربرد، باید مقاوم به جدایش کاتدی در محدوده‌های تعیین شده باشد؛

چ- پوشش باید عملکرد بلندمدت مناسب و لازم بر اساس مشخصه‌های شیمیایی و فیزیکی داشته باشد.

برای انتخاب پوشش، معیارهای اصلی زیر باید در نظر گرفته شوند:

#### ۱۱-۱-۱ آلودگی به وسیله نمک‌های محلول

منشا نمک‌های محلول موجود در زیرایندها عمدتاً نمک‌های حاوی کلرید است. بنابراین آلودگی نمک‌های محلول اغلب به‌عنوان آلودگی کلرید شناسه‌گذاری و اندازه‌گیری می‌شود. نمک‌های محلول می‌توانند تأثیری مخرب بر عملکرد بلندمدت پوشش داشته باشند و بنابراین باید در زیرایند و پوشش مجاور به مقداری محدود شوند که بر عملکرد پوشش جدید تأثیر نگذارند. در صورت کاربرد، TDS هر نوع پوشش انفرادی باید حداکثر غلظت مجاز نمک‌های محلول یا کلرید را مشخص کند.

بررسی آلودگی نمک‌های محلول باید به یک مشخصات یا راهنمای آزمون، مانند SSPC Guide 15 (روش‌های میدانی برای استخراج و تجزیه و تحلیل نمک‌های محلول روی زیرایند فولادی و سایر زیرایندهای

نامتخلخل) ارجاع دهد. استانداردهای ISO 8502-2، ISO 8502-5، ISO 8502-6 و ISO 8502-9 نیز مجموعه‌ای از آزمون‌ها برای استخراج و اندازه‌گیری آلاینده‌ها ارائه می‌دهند.

با شستن زیرینند طبق دستورالعمل ارائه‌شده در APS می‌توان این آلودگی را کاهش داد. برای جلوگیری از بازگشت مجدد آلودگی، باید به شرایط اتاقک<sup>۱</sup> توجه شود.

#### ۱۱-۱-۲ آلودگی زیرینند با غبار

غبار نوعی آلودگی است که منشا آن می‌تواند منابع مختلف باشد. این منابع شامل خاک، ساینده‌های مورد استفاده برای تمیزکاری سطح، محصولات خوردگی حذف‌شده و پوشش قدیمی است، ولی محدود به آن‌ها نمی‌شود. وجه اشتراک تمام این مواد، اتصال نسبتاً سست آن‌ها به زیرینند است. غبار می‌تواند برخی اثرات زیان‌آور بر عملکرد پوشش (برای مثال، استحکام چسبندگی) داشته باشد؛ و حین اعمال، باعث ترویج ایجاد حفره‌ها در پوشش شوند. TDS هر نوع پوشش انفرادی می‌تواند حداکثر غلظت مجاز غبار را مشخص کند.

استاندارد مرجع باید ISO 8502-3 و الزامات باید شامل درجه و رده باشد.

آلودگی غبار را می‌توان با تمیزکاری زیرینند طبق دستورالعمل ارائه‌شده توسط تولیدکننده پوشش، کاهش داد. باید به شرایط اتاقک توجه شود تا از بازگشت مجدد آلودگی جلوگیری شود.

#### ۱۱-۱-۳ آلودگی زیرینند با روغن، گریس و سایر فراورده‌های شبه نفتی<sup>۲</sup>

روغن، گریس و هیدروکربن‌ها همگی ترکیبات نسبتاً غیرقطبی نامحلول در آب هستند و به‌خوبی به زیرینند می‌چسبند. آن‌ها روی زیرینند لایه‌ای را ایجاد می‌کنند که چسبندگی مناسب به انواع مختلف پوشش را ضعیف می‌کند، یا چسبندگی بلندمدت و عملکرد مناسب پوشش را ضعیف می‌کند. TDS هر نوع پوشش می‌تواند حداکثر غلظت مجاز روغن، گریس و به‌صورت اختیاری، سایر فراورده‌های شبه نفتی را مشخص کند.

آلودگی‌های زیرینند با روغن، گریس یا سایر فراورده‌های نفتی را می‌توان به‌وسیله آزمون نور سیاه<sup>۳</sup> (پرتو UVA) یا آزمون آب‌شکن<sup>۴</sup> (برای مثال، طبق ASTM F22) آزمون کرد.

با شستن زیرینند با مواد شوینده طبق دستورالعمل ارائه‌شده در APS می‌توان این آلودگی را کاهش داد. اگر آلودگی موجود است و باید حذف شود، این کار را می‌توان به‌روش تمیزکاری با حلال مطابق با SSPC-SP 1، انجام داد.

#### ۱۱-۱-۴ خواص خاک و تنش خاک

پوشش‌های خط لوله در کاربرد مدفون تحت تأثیر تنش‌های خاک اطراف (نیروهای برشی و فشاری) ناشی از وزن بیش از حد خاک‌ریز و وزن لوله با محتویات آن قرار می‌گیرند. حرکت‌های خاک از قبیل رانش زمین و

1- Habitat

1- Petroleum-like

2- Black light

3- Water break



نشست ممکن است حین کار خط لوله رخ دهد. برخی از انواع خاک (مانند خاک رس، ماسه، سنگ، خاک گیاهی) بیشتر از سایر خاکها مستعد حرکت هستند. مقدار آب خاک و حرکت خط لوله، به دلیل فشار عملیاتی و انبساط/انقباض گرمایی، می تواند منجر به ایجاد تنش مکانیکی روی پوشش خط لوله شود. پوشش انتخاب شده باید با تنش های فشاری و برشی اطراف خط لوله مدفون سازگار باشد. توصیه می شود که به قطر خارجی، ضخامت دیواره، عمق دفن و دمای عملیاتی خط لوله، که ممکن است منجر به معیارهایی دقیق تر برای استحکام برشی و دندانه گذاری پوشش انتخاب شده شوند، توجه ویژه شود.

مقاومت به اثرات تنش خاک باید با حداقل ارزیابی چسبندگی، تنش برشی و استحکام دندانه گذاری در دمای محیط و دمای بالا (در صورت لزوم) آزمون شود.

اثر شرایط خاک «مهاجم از نظر مکانیکی»<sup>۱</sup> را می توان با حفاظت مکانیکی تکمیلی یا با انتخاب یک خاک ریز مناسب کاهش داد.

#### ۵-۱-۱۱ حفاظت مکانیکی تکمیلی

هرگونه حفاظت مکانیکی تکمیلی باید بدون اثرگذاری یا آسیب رسانی به خواص پوشش، با پوشش اعمال شده سازگار باشد.

#### ۶-۱-۱۱ سازگاری با پوشش موجود

اگر پوشش انتخاب شده با پوشش موجود هم پوشانی داشته باشد، باید با پوشش موجود سازگار باشد و به منظور جلوگیری از نفوذ هوا یا آب، چسبندگی مناسبی داشته باشد. در صورت وجود فاصله ای<sup>۲</sup> کوچک در فصل مشترک، این فاصله باید با مواد سازگار پر شود.

سازگاری بین پوشش های نامشابه حداقل باید از نظر خرابی از نوع چسبندگی و/یا هم چسبی<sup>۳</sup> در محل هم پوشانی، در دمای محیط و دمای بالا (در صورت لزوم) آزمون شود.

پوشش انتخاب شده باید سازگار بوده و از چسبندگی لازم، طبق مقدار تعیین شده، به پوشش موجود اطمینان حاصل شود. در صورتی که پوشش اصلی دارای پروفیل سطحی نامنظم باشد (مانند قطران زغال سنگی/قیر نفتی اعمال شده در محل)، باید توجهی ویژه شود.

#### ۷-۱-۱۱ اتصالات

هنگامی که اتصالات در ناحیه تحت بازسازی قرار می گیرند، پوشش انتخاب شده باید بتواند روی اشکال نامنظم اعمال شود. برای دستیابی به این هدف، برخی از پوشش ها ممکن است نیاز به مواد پرکننده (مانند ماستیک/بتونه) داشته باشند و ماده پرکننده باید با پوشش انتخاب شده سازگار باشد. کل سامانه باید خواص لازم برای جلوگیری از خوردگی و همچنین استحکام مکانیکی لازم را تامین کند.

1- Mechanically aggressive

2- Gap

3- Cohesive

**۸-۱-۱۱ امکان‌سنجی تمیزکاری سطح**

پوشش باید با میزان آماده‌سازی ممکن سطح سازگار باشد. میزان آماده‌سازی ممکن سطح می‌تواند تحت تأثیر مقررات محلی، نگرانی‌های زیست‌محیطی و مهارت‌های نیروی کار باشد. اگر حذف همه آثار پوشش قبلی (مانند آستری یا پوشش هنگامی که زبره‌پاشی گزینه مناسبی نیست) غیرممکن باشد، پوشش انتخاب‌شده باید با هر پوشش موجود قبلی سازگار باشد.

**۹-۱-۱۱ قابلیت دسترسی فضا برای آماده‌سازی سطح و اعمال پوشش**

هنگام انتخاب روش آماده‌سازی سطح و نوع پوشش، فضای مورد نیاز برای انجام آماده‌سازی سطح و اعمال پوشش (مانند کانال، گمانه زنگوله‌ای یا تونل) باید مورد توجه قرار گیرد. فضای اطراف لوله باید به اندازه کافی و مستحکم باشد تا از محل کاری ایمن و مناسب اطمینان حاصل شود. برای پوششی که اعمال آن مستلزم تجهیزات سنگین است، ممکن است موتورها و تجهیزات نیازمند دسترسی به خط لوله تحت بازسازی، نیز مهم باشند.

**۱۰-۱-۱۱ محدودیت‌های زمانی خاک‌ریزی**

پوشش باید پس از اعمال، با برنامه زمانی خاک‌ریزی سازگار باشد. اگر بازه زمانی مورد انتظار بین خاک‌ریزی و اعمال پوشش طولانی باشد، پوشش باید (با یا بدون حفاظت موقت) در مقابل شرایط محیطی مورد انتظار (مانند UV، باران یا تغییرات شدید دما) حین قرارگیری روزمینی به‌صورت نمایان، مقاوم باشد.

**۱۱-۱-۱۱ میعان و آب/رطوبت روی زیرابند**

بسیاری از انواع پوشش مستلزم سطحی خشک هستند و اجازه نمی‌دهند که آب روی زیرابند وجود داشته باشد. اگر دمای سطح زیر نقطه شبنم هوای محیط باشد، میعان می‌تواند روی سطح رخ دهد؛ اگرچه ممکن است همیشه به‌صورت «رطوبت قابل مشاهده» نباشد. هنگامی که سرعت میعان آنقدر بالا باشد که نتوان وجود آب را کاهش داد (مانند آب در حال چکه کردن)، میعان مداوم رخ خواهد داد. در صورت وجود میعان مداوم، پوشش انتخاب‌شده باید با اعمال روی زیرابندهای مرطوب سازگار باشد.

با استفاده از سامانه خشک‌کن (مانند جذب) یا به‌وسیله کاهش (یا توقف) جریان خط لوله، می‌توان میعان مداوم را کاهش داد. با این حال، بسته به شرایط و نقطه شبنم، ممکن است سامانه‌های خشک‌کن در خط لوله‌ای با جریان فعال کاملاً موفق نباشند.

همچنین ممکن است آب از منابع مختلف که مربوط به میعان نیستند (مانند آب حاصل از باران یا غوطه‌وری) نشأت گیرد. آب/رطوبت را می‌توان با زمان‌دهی برای خشک‌شدن سطح یا ایجاد اتاکی ضد آب (در صورت نیاز) کاهش داد. گزینه دیگر، افزایش دمای زیرابند است؛ اما اغلب در خطوط لوله دایر نمی‌توان این کار را انجام داد.

اگر خط لوله را نتوان از آب جداسازی کرد، پوشش باید در شرایط غالب اعمال شود و دستورالعمل‌های اعمال باید توسط تولیدکننده مشخص شود.

#### ۱۱-۱-۱۲ دمای زیرابند

دمای زیرابند حین اعمال نباید از حداقل و حداکثر دماهای تعیین شده در TDS فراتر رود. این موضوع به‌ویژه برای خطوط لوله دایر کاربرد دارد.

باید به دمای زیرابند و مواد پوشش انتخاب شده توجهی ویژه شود. با ایجاد اتاکی در اطراف لوله، دمای بالا یا پایین را می‌توان تعدیل کرد.

#### ۱۱-۱-۱۳ دمای محصول و پوشش اعمال شده

دمای محصول حین اعمال و دمای پوشش اعمال شده حین پخت (در صورت وجود) نباید از حداقل و حداکثر دماهای تعیین شده در TDS فراتر رود.

به‌منظور کاهش خطر شرایط شدید آب و هوایی، که باعث می‌شود دمای محصول از حدود TDS فراتر رود، شرایط محصول قبل از اعمال باید تثبیت شود. این امر می‌تواند با ذخیره‌سازی در ظروف مخصوص یا سایر وسایل مناسب باشد.

#### ۱۱-۱-۱۴ دمای محیط

دمای محیط می‌تواند بر فرایند اعمال پوشش اثر گذارد و نباید از حداقل و حداکثر دماهای تعیین شده در TDS فراتر رود.

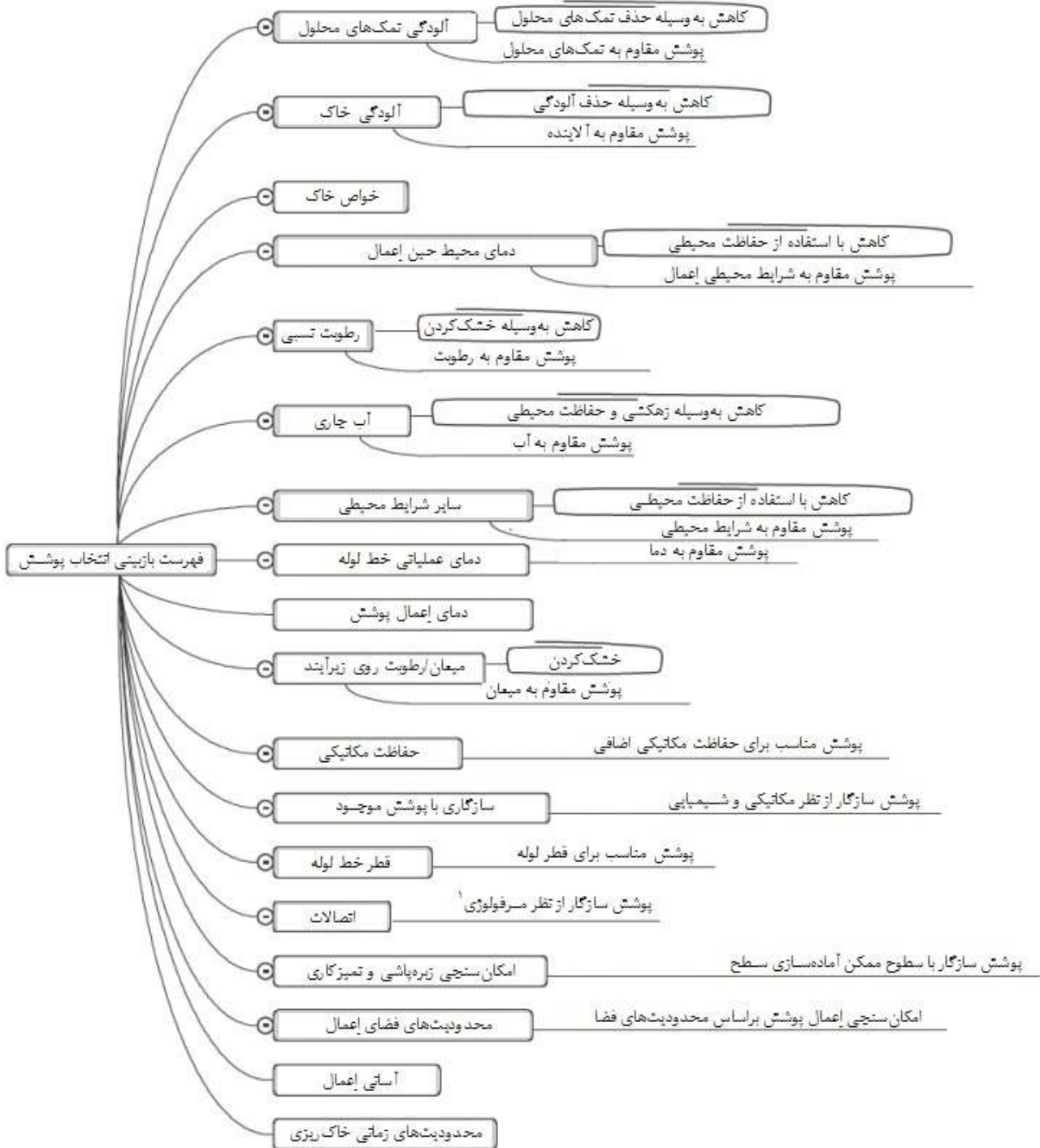
#### ۱۱-۱-۱۵ رطوبت نسبی

رطوبت نسبی می‌تواند بر فرایند اعمال پوشش تأثیر گذارد و نباید از حداقل و حداکثر رطوبت تعیین شده در TDS فراتر رود. در مواردی که رطوبت نسبی بیش از حدود مجاز باشد، باید اتاکی‌ها/چادرها یا سایر بازدارنده‌ها ایجاد شوند؛ طوری که امکان تصفیه هوا در داخل فراهم باشد.

#### ۱۱-۱-۱۶ مصالح خاکریزی

اگر خاک اصلی اطراف لوله با ترکیباتی آلوده شده باشد که تأثیر منفی بر عملکرد بلندمدت سامانه پوشش بازسازی داشته باشند (مانند هنگامی که نشتی یا سرریز مواد هیدروکربنی یا سایر مواد شیمیایی رخ داده باشد)، در این صورت جایگزینی خاک اصلی با مصالح خاکریزی تمیز باید مد نظر قرار گیرد. اجسام موجود در خاکریز (اعم از اصلی یا جایگزین) نباید به قدری بزرگ باشند که باعث ایجاد نیروهای مکانیکی غیرقابل پذیرش (ضربه، دندان‌گذاری، برش عرضی ناشی از فرونشست خاکریز) روی پوشش شوند، طوری که از مقادیر تعیین شده در APS فراتر روند.

نقشه انتخاب پوشش در شکل ۲ ارائه شده است.



1- Morphology

شکل ۲- نقشه انتخاب پوشش

## ۲-۱۱ حفاظت مکانیکی تکمیلی

در برخی شرایط خاص، پوشش‌های منطبق بر استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴، مقاومت کافی به نیروهای مکانیکی ندارند. در این موارد می‌توان اجرای حفاظت مکانیکی تکمیلی روی FC را در نظر گرفت.

مثال‌هایی (غیر جامع) از مواد محافظ مکانیکی تکمیلی مناسب در زیر ارائه شده است:

- الف - PE، PP یا ترکیباتی به شکل پودر، نوار، ورق/توری/بافته یا نبافته/منسوج، HSS؛
- ب- نوار لاستیکی (مانند غلاف لاستیکی ولکانیزه دورپیچ دو نیمه‌ای) یا توری لاستیکی؛
- پ- اپوکسی، پلی‌یورتان، پلی‌استر یا وینیل‌استر دارای تقویت‌کننده (مانند پرک‌های شیشه، الیاف شیشه یا نمد شیشه). پخت<sup>۱</sup> می‌تواند طبیعی یا اجباری (برای مثال به‌وسیله گرما، UV یا آب) باشد؛
- ت- اپوکسی، پلی‌یورتان، پلی‌استر یا وینیل‌استر بدون تقویت‌کننده، به تنهایی یا در ترکیب اصلاح‌شده تطبیق‌یافته با لایه ضدخوردگی (مانند پوشش نهایی مقاوم به سایش روی لایه FBE)؛
- ث- پلی‌اوره؛
- ج- بتن.

اگر حفاظت مکانیکی تکمیلی انتخاب‌شده در تماس نزدیک با پوشش نباشد (مانند هنگامی که هوا یا آب بین پوشش و حفاظت مکانیکی به دام افتاده یا جریان داشته باشد)، حفاظت مکانیکی تکمیلی نباید هیچ‌گونه اثر منفی بر اثربخشی CP مطابق با ISO 15589-1 داشته باشد؛ برای مثال، مانع رسیدن جریان کاتدی به «سطح فولاد در معرض الکترولیت خورنده» می‌شود.

برای دستیابی به این هدف، می‌توان از مواد متخلخل یا مواد رسانا استفاده کرد.

## ۱۲ حذف پوشش موجود و آماده‌سازی سطح

### ۱-۱۲ کلیات

هر سامانه پوشش دارای مشخصه‌ها و الزامات اعمال خاص خود است که باید حین حذف پوشش موجود و آماده‌سازی سطح بعد از آن در نظر گرفته شود.

روش حذف ممکن است تحت تأثیر محدودیت‌های HSE و/یا محدودیت‌های زیست‌محیطی قرار گیرد. این محدودیت‌ها می‌توانند بر روش جمع‌آوری، حمل و نقل و دفع پوشش حذف‌شده نیز تأثیر گذارند.

صرف‌نظر از مواد انتخاب‌شده برای بازسازی پوشش بیرونی خط لوله، اعمال پوشش مستلزم مراحل عمومی یکسان زیر است:

الف- لوله را نمایان کنید؛

ب- پوشش موجود را (در صورت لزوم) از نظر هر گونه خطر HSE (برای مثال به‌وسیله نمونه‌برداری و تجزیه و تحلیل نمونه‌ای از پوشش موجود) تحلیل کنید؛ در صورتی که نتیجه تحلیل بر رویه حذف پوشش موجود اثرگذار باشد؛

پ- پوشش قدیمی را حذف کنید یا پوشش قدیمی را دست‌نخورده باقی گذارید؛

ت- لوله را بازرسی کرده و ترمیم‌ها/جایگزینی لازم را انجام دهید؛

ث- سطح را برای پوشش کاری مجدد آماده‌سازی کنید؛

ج- پوشش میدانی یا پوشش بازسازی/ترمیمی را نصب/اعمال کنید.

سه روش معمول برای بازسازی پوشش خط لوله وجود دارد:

— گمانه زنگوله‌ای؛

— بیرون از کانال؛

— داخل کانال.

ابعاد واقعی قطعات تکیه‌گاهی نمایان و غیر نمایان بستگی به قطر لوله، ضخامت دیواره و استحکام فولاد دارد. برای طول‌های بلندتر لوله پس از پوشش کاری و خاک‌ریزی، ستون‌های تکیه‌گاهی قبلی از خاک در آورده می‌شوند و لوله نمایان جدید، تمیزکاری و پوشش کاری مجدد می‌شود. برای فعالیت داخل گمانه‌های زنگوله‌ای و داخل کانال، توانایی لوله معلق در اتکا به خود بدون وقوع کمانش، تعیین‌کننده اصلی طول نمایان است. عرض و عمق کانال باید به‌اندازه کافی بزرگ باشد، تا بتواند تجهیزات مورد استفاده در هر مرحله از فرایند بازسازی (شامل تمیزکاری و اعمال) را در خود جای دهد.

برای پوشش کاری بیرون از کانال، خط لوله باید از سرویس خارج، بریده و از زمین بیرون آورده شود. پس از آن، روی تیرهای پایه<sup>۱</sup> قرار گرفته و به‌منظور آماده‌سازی برای فرایند بازسازی، در بالای زمین مهار شود.

## ۲-۱۲ حذف پوشش موجود

روش‌هایی مختلف برای حذف پوشش موجود، به‌صورت دستی یا خودکار وجود دارد.

این روش‌ها شامل تمیزکاری با بخار، تمیزکاری شیمیایی، ابزارهای دستی، ابزارهای برقی، ابزارهای نوسانی، دستگاه خودکارشده روی لوله<sup>۲</sup>، حذف پوشش به روش گرمایش القایی و تمیزکاری به روش زیره‌پاشی/جت‌آب و سایر مواردی است که ممکن است قابل کاربرد باشند. برخی از این روش‌ها فقط پوشش موجود را حذف کرده و نیاز به آماده‌سازی بیشتر سطح را باقی می‌گذارند؛ در حالی که برخی دیگر از روش‌ها حین حذف پوشش موجود، آماده‌سازی سطح را نیز انجام می‌دهند.

حذف پوشش موجود مرحله‌ای مهم در رویه بازسازی است. فنون و تجهیزات مورد استفاده باید تضمین کنند که هیچ‌گونه آسیب نظام‌مند (مانند فرورفتگی، چاک خوردگی یا سایر بی‌نظمی‌ها) در سطح فلز رخ نمی‌دهد. سامانه باید توسط خریدار/کاربر نهایی تأیید شود و منوط به PQT/PPT خاص باشد.

اثر بخشی حذف دستی پوشش موجود، از حالت بسیار آسان برای مواد سست تا حالت تقریباً ناممکن برای پوشش‌های خوب‌چسبیده تغییر می‌کند. در صورت وجود مواد خطرناک در مواد پوشش، افراد انجام‌دهنده عملیات حذف پوشش، به حفاظت مناسب نیاز دارند.

1- Skids

2- Automated-on-the-pipe machine

تجهیزات برای حذف پوشش به صورت دستی یا خودکار، وجود دارد.

### ۳-۱۲ آماده سازی سطح

#### ۱-۳-۱۲ ابزار دستی

آماده سازی سطوح با استفاده از ابزار دستی بخشی از راهنماهای آماده سازی St2 در ISO 8501-1 است. ابزارهای دستی معمولاً هنگامی استفاده می شوند که ابزارهای برقی یا سایر انواع تجهیزات تمیزکاری نمی توانند استفاده شوند یا به دلیل خطرات خاص مجاز نیستند. همچنین اگر نواحی تحت تمیزکاری نسبتاً کوچک یا غیرقابل دسترسی باشند، ابزارهای دستی استفاده می شوند.

یادآوری- درجه St 2 در ISO 8501-1 تقریباً معادل با SSPC-SP2 (تمیزکاری با ابزار دستی) است.

تمیزکاری با استفاده از ابزار دستی به گونه ای طراحی شده است که فقط زنگ زدگی سست، لایه اکسید سست، پوشش سست و هرگونه آلودگی سست دیگر یا مواد خارجی زیان آور را حذف می کند. هدف از این نوع تمیزکاری، حذف زنگ زدگی، لایه اکسیده و پوشش سفت چسبیده و نظایر آنها نیست.

ابزارهایی که معمولاً در تمیزکاری دستی استفاده می شوند شامل برس های سیمی، لیسه ها<sup>۱</sup>، اسکنه ها<sup>۲</sup>، چکش های تقه کاری<sup>۳</sup>، چاقوها، سمباده ها یا هر وسیله غیر برقی است که کیفیت تمیزکاری مطلوب از آن حاصل می شود.

تمیزکاری با ابزار دستی به دلیل نیروی انسانی مورد نیاز، نسبتاً کند و در نتیجه گران است.

معمولاً بر اثر برخورد ابزار، نشان های عمیق و برآمدگی ها روی سطح باقی می ماند؛ که می توانند بر عملکرد پوشش تاثیر گذارند.

در صورت تمیزکاری با ابزار دستی، معمولاً پوشش های سطح مدارای<sup>۴</sup> خاص نیز مورد نیاز است.

#### ۲-۳-۱۲ ابزار برقی

ابزارهای برقی اغلب شبیه ابزارهای دستی هستند، با این تفاوت که نیروی محرکه آنها برقی است. ابزارهای برقی بخشی از راهنماهای آماده سازی St3 در ISO 8501-1 هستند.

یادآوری- درجه St 3 در ISO 8501-1 تقریباً معادل با SSPC-SP3 (تمیزکاری با ابزار برقی) است.

برای تمیزکاری با ابزار برقی، SSPC-SP11 نیز وجود دارد؛ که به دلیل نیاز به پروفیل سطح حداقل ۱ mil (۲۵٫۴ μm) تطابق کاملی با St3 در ISO 8501-1 ندارد.

تمیزکاری با ابزار برقی نیز برای حذف زنگ زدگی، لایه اکسیده و پوشش سست و نظایر آنها در نظر گرفته شده است و برای حذف زنگ زدگی، لایه اکسیده و پوشش سفت چسبیده و نظایر آنها کاربرد ندارد.

1- Scrapers

2- Chisels

3- Chipping hammers

4- Surface tolerant coating

تمیزکاری با ابزار برقی به دلیل فرسودگی بالای تجهیزات، خستگی زیاد افراد هنگام کار و نیاز به نیروی انسانی زیاد، فعالیت کند است.

برخی از ابزارهای برقی متداول شامل چکش‌های تقه‌کاری و پوسته‌زدایی، تفنگ‌های سوزنی<sup>۱</sup> و لیسه‌های نوسانی می‌شوند، که همه آن‌ها پیستونی هستند. از ابزارهای چرخشی مانند دیسک‌های ساینده و چرخ‌های سنگ‌زنی نیز استفاده می‌شود. از برس‌های سیمی برقی نیز استفاده می‌شود؛ ولی به دلیل تمایل به صیقل کاری سطح و در نتیجه محدود شدن مکانیسم چسبندگی بین پوشش و سطوح توصیه نمی‌شوند.

به منظور فعالیت در نواحی خطرناک، تمام ابزارهای برقی باید دارای رده مناسب برای استفاده در نواحی خطرناک باشند.

### ۱۲-۳-۳ تمیزکاری به وسیله زبره‌پاشی

این روش آماده‌سازی سطح، که به عنوان «زبره‌پاشی» نیز شناخته می‌شود، احتمالاً یکی از روش‌های پر کاربرد است؛ زیرا روشی سریع و اثبات شده است.

اثر نهایی این فرایند حذف لایه اکسیده، زنگ‌زدگی، پوشش، پوشش قدیمی و سایر آلاینده‌های زیان‌آور به وسیله عمل ساینده‌گری این ذرات ساینده تا رسیدن به کیفیت تمیزکاری تعیین شده است. تجهیزات زبره‌پاشی معمولاً قابل حمل بوده و با هزینه‌های معقول در سراسر جهان در دسترس است. با این حال، از معایب این روش تمیزکاری، محدود شدن استفاده از آن در فضای باز به دلیل ریزش غبار و ساینده‌ها و همچنین حساسیت آن نسبت به تغییرات آب و هوا است. با استفاده از تجهیزات «مرطوب‌پاشی» می‌توان غبار و ریزش ساینده را تا حدودی محدود کرد. این نوع تجهیزات، جریان ساینده‌ها را با آب مرطوب می‌کند و در نتیجه ایجاد غبار را کاهش می‌دهد. هنگام استفاده از این نوع تجهیزات معمولاً به بازدارنده‌های زنگ‌زدگی یا پوشش‌های سطح‌مدار نیاز است.

### یادآوری-

درجه Sa 3 تقریباً معادل با SSPC-SP5 / NACE No. 1 (تمیزکاری با زبره‌پاشی تا رسیدن به فلز سفید) است.  
درجه Sa 2½ تقریباً معادل SSPC-SP10 / NACE No. 2 (تمیزکاری با زبره‌پاشی تا رسیدن به نزدیک فلز سفید) است.  
درجه Sa 2 تقریباً معادل SSPC-SP6 / NACE No. 3 (تمیزکاری تجاری) است.  
مرجع مقایسه راهنمای چشمی شامل SSPC VIS 3، ISO 8501-1 و ISO 8501-2 است. مرجع برای زبره‌پاشی، VIS 1 یا ISO 8501-1 و ISO 8501-2 است.

### ۱۲-۳-۴ تمیزکاری/جت کردن آب

در بیشتر موارد، موادی که با تمیزکاری به وسیله ابزار دستی، ابزار برقی یا زبره‌پاشی قابل حذف هستند را می‌توان با جریانی از آب با فشار بالا حذف کرد. در این روش، نرخ تمیزکاری می‌تواند سریع‌تر از ابزار دستی و

1- Needle guns



برقی باشد؛ اما همیشه نمی‌تواند پوشش‌های سفت‌چسبیده را حذف کند. این روش از ارزان‌ترین ساینده موجود، یعنی آب، استفاده می‌کند و به دلیل عدم وجود ماسه و زبره که ممکن است وارد تجهیزات شود، به‌ویژه برای نگهداشت آماده‌سازی سطح بسیار مفید است. به‌منظور کمک به حذف پوشش‌های بسیار سفت‌چسبیده و ایجاد پروفیل‌های سطحی، واحدها یا ملحقات تزریق زبره نیز موجود هستند.

#### یادآوری -

SSPC-SP WJ-1/NACE WJ-1، تمیزکاری فلزات با جت‌آب - تمیزکاری تا زیربند برهنه

SSPC-SP WJ-2/NACE WJ-2، تمیزکاری فلزات با جت‌آب - تمیزکاری بسیار کامل

SSPC-SP WJ-3/NACE WJ-3، تمیزکاری فلزات با جت‌آب - تمیزکاری کامل

SSPC-SP WJ-4/NACE WJ-4، تمیزکاری فلزات با جت‌آب - تمیزکاری اندک

شستشو با آب با فشار کم - فشارهای کمتر از ۳۵۰ bar (۵۰۰۰ psi)

تمیزکاری با آب با فشار بالا - فشارهای ۳۵۰ bar تا ۷۰۰ bar (۵۰۰۰ psi تا ۱۰۰۰۰ psi)

جت‌آب - فشارهای بیشتر از ۷۰۰ bar (۱۰۰۰۰ psi)

جت‌آب با فشار بالا - فشارهای ۷۰۰ bar تا ۱۷۰۰ bar (۱۰۰۰۰ psi تا ۲۵۰۰۰ psi)

جت‌آب با فشار فوق‌العاده بالا - فشارهای بیشتر از ۱۷۰۰ bar (۲۵۰۰۰ psi)

#### ۱۲-۳-۵ ساینده‌ها

ساینده‌ها، فلزی یا غیر فلزی، که برای آماده‌سازی سطح استفاده می‌شوند، باید مطابق با مجموعه استاندارد ISO 11124 برای ساینده‌های فلزی یا مجموعه استاندارد ISO 11126 برای ساینده‌های غیر فلزی یا سایر استانداردهای تأییدشده توسط خریدار/کاربر نهایی باشند.

هوای فشرده برای زبره‌پاشی باید عاری از روغن، رطوبت میعان‌یافته و هرگونه آلاینده دیگر بوده و باید مطابق با الزامات ASTM D4285 باشد.

برخی از پارامترهایی که هنگام انتخاب ساینده باید در نظر گرفته شوند، عبارتند از:

الف - شکل، گوشه‌دار یا گرد؛

ب - سختی، سخت یا نرم؛

پ - چگالی، بالا یا پایین؛

ت - اندازه، بزرگ یا کوچک؛

ث - نوع و درجه زنگ‌زدگی سطحی که قرار است تمیز شود؛

ج - پروفیل لازم؛

چ - سامانه پوشش مورد استفاده؛

ح- درجه تمیزی لازم؛

خ- محدودیت‌های محیطی.

از بین انواع ساینده‌های فوق، رایج‌ترین ساینده‌ها برای اعمال در کارخانه، که تجهیزات بازیافت در آن استفاده می‌شود، ساچمه‌های ریخته‌گری و ساینده‌های گوشه‌دار است. رایج‌ترین ساینده‌ها برای اعمال میدانی، که بازیافت ساینده‌ها غیر عملی است، گارنت، اکسید آلومینیم گداختی یا ساینده‌های سرباره است.

### ۱۲-۳-۶ پروفیل سطح

تعریف پروفیل سطح یا الگوی لنگری<sup>۱</sup>، اندازه‌گیری زبری سطحی است که از فعالیت تمیزکاری حاصل می‌شود. پروفیل یا الگوی لنگری، از کف پایین‌ترین دره تا بالای بلندترین قله‌ها اندازه‌گیری شده و می‌تواند به صورت  $R_{y5}$  و  $R_z$ ،  $R_y$ ،  $R_{max}$  بیان شود (به استاندارد ISO 8503-1 مراجعه شود).

عمق پروفیل به‌طور مستقیم با اندازه، نوع و سختی ساینده‌ها و همچنین سرعت و زاویه برخورد آن‌ها و سختی سطح در حال تمیزکاری ارتباط دارد. حداقل و حداکثر عمق (ارتفاع) مجاز بستگی به دستورالعمل‌های ارائه‌شده توسط تولیدکننده برای هر سامانه پوشش خاص دارد.

روش‌های اندازه‌گیری پروفیل سطح و بررسی عیوب سطحی در استانداردهای زیر ارائه شده است:

الف- ISO 8503-4 که روش سوزنی<sup>۲</sup> است؛

ب- ISO 8503-5 و هم‌چنین NACE SP0287 که روش نوار برگردان<sup>۳</sup> است؛

پ- ISO 8503-2 که روش مقایسه‌کننده<sup>۴</sup> است؛

ت- ASTM D4417 روش B، که سنجش دیجیتالی پروفیل سطح است؛

ث- ASTM D4417 روش C، که روش نوار برگردان است؛

ث- ASTM D4417 روش A، که روش مقایسه‌کننده است؛

ج- ISO 8503-3 که برای بررسی عیوب سطحی است.

### ۱۲-۳-۷ زنگ‌زدگی بازگشتی (زنگ‌زدگی آنی)

زنگ‌زدگی بازگشتی/زنگ‌زدگی آنی هنگامی رخ می‌دهد که سطوح فولادی تازه تمیزکاری شده به روش زبره‌پاشی، در معرض رطوبت بالا، باران یا جو خورنده قرار گیرند. مدت‌زمان لازم برای بازگشت زنگ‌زدگی می‌تواند از دقیقه‌ها تا هفته‌ها تغییر کند. تحت هیچ شرایطی نباید اجازه داد که فولاد، صرف‌نظر از زمان سپری‌شده، قبل از اعمال پوشش مجدد زنگ بزند. این امر باید مطابق با الزامات آماده‌سازی سطح هنگام

1- Anchor pattern

2- Stylus

3- Replica tape

4- Compressor

اِعمال پوشش باشد. با این حال، تنها استثنای این قاعده، استفاده از پوشش‌های سطح‌مدارا است که برای اِعمال روی سطوح زنگ‌زده طراحی و آزمون شده‌اند.

در صورتی که دمای سطح کمتر از  $3^{\circ}\text{C}$  بالاتر از نقطه شبنم باشد، تمیزکاری با زبره‌پاشی نباید انجام شود. اگر سطح سردتر از هوای محیط اطراف باشد، رطوبت می‌تواند روی سطح میعان یابد و زنگ‌زدگی رخ دهد.

#### ۴-۱۲ بازرسی لوله پس از حذف پوشش

یکی از جنبه‌های مهم فرایند حذف پوشش، توانایی مشاهده آسیب خوردگی در لوله است. ترمیم یا جایگزینی بخش‌های لوله باید قبل از پوشش انجام شود. برای خطوط خارج از سرویس، مقاطع را می‌توان با لوله جدید جایگزین کرد.

برای خطوط تحت فشار دایر، ترمیم دشوارتر است، اما می‌تواند با استفاده از غلاف‌های لوله یا سایر روش‌های ترمیمی انجام شود.

بازرسی و آزمون مربوط به حذف پوشش و آماده‌سازی بیشتر سطح باید مطابق با استانداردهای مرجع مربوط و الزامات APS/ITP تأییدشده انجام شود.

#### ۱۳ الزامات کارکردی برای اِعمال گسترده پوشش میدانی

##### ۱-۱۳ بازسازی خط لوله حین سرویس

بازسازی پوشش خطوط لوله یا اِعمال میدانی در مناطق پر ازدحام یا شهری، الزامات بیشتری را در مورد فرایند، مواد پوشش و روش‌های اِعمال تحمیل می‌کند.

الزامات برای حداقل موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

الف- مجوزها؛

ب- طرح کنترل ترافیک؛

پ- کار در شب؛

ت- کارگذاری حصارها و موانع.

پس از حفاری و نمایان شدن لوله، موقعیت ناهنجاری‌های خط لوله و پوشش باید مشخص شود، پوشش حذف شود (یا لوله برای جایگزینی بریده شود)، سطح تمیز شود و لوله پوشش کاری شود. پوشش باید به سطحی از عملکرد (برای مثال، پخت یا چسبندگی یا تراکم) برسد که از آسیب‌دیدگی حین خاک‌ریزی جلوگیری کند.

سرعت پوشش کاری برای رسیدن به چنین سطحی از عملکرد، در شرایط محیطی محلی، از اهمیت بسیار بالایی برای کم کردن زمان قبل از خاک‌ریزی مجدد و پرکردن نهایی کانال برخوردار است.

برای به حداقل رساندن خطر خوردگی، فصل مشترک بین پوشش موجود و پوشش بازسازی باید انتخاب شود. اگر فصل مشترک با پوشش بی کیفیت و/یا لبه نامنظم باشد، ممکن است دستیابی به فصل مشترک کامل ممکن نباشد. در این موارد، توافق لازم است؛ و اگر خط لوله دارای حفاظت کاتدی باشد، توصیه می شود که هم پوشانی تا ۱۰ cm محدود شود. محدود کردن هم پوشانی تا ۱۰ cm، به حفظ حفاظت کاتدی موثر برای پوشش موجود و فصل مشترک کمک می کند. هم پوشانی های بیشتر ممکن است جریان حفاظت کاتدی در زیر هم پوشانی را محدود کنند. برای درزگیری هم پوشانی پوشش ها، می توان یک سامانه پوشش میدانی را برای ایجاد اتصال بین پوشش موجود و پوشش بازسازی انتخاب کرد.

در نواحی گذار از خاک به هوا، پوشش می تواند تحت تنش های مکانیکی بزرگ تر و شرایط تشدیدکننده آسیب (مانند سنگ ها، آجرهای لعاب دار، چمن زنی، تابش مستقیم نور خورشید، UV) قرار گیرد. این امر باید در انتخاب سامانه پوشش بازسازی در نظر گرفته شود. به بند ۱۵ نیز مراجعه شود.

عوامل و شرایطی که باید برای کارهای بازسازی در نظر گرفته شوند شامل موارد زیر است، اما به آن ها محدود نمی شوند:

الف- تعریف نیازهای بازسازی؛

ب- تعریف طول؛

پ- انتخاب پوشش؛

ت- برنامه ریزی کار و تدارکات؛

ث- اخذ مجوزها؛

ج- نگرانی های زیست محیطی/قوانین محلی/الزامات؛

چ- تعریف نوع حفاری: نقطه مرطوب<sup>۱</sup>/خشک<sup>۲</sup> (آب زدایی)؛

ح- سطح آب زیرزمینی؛

خ- سپر کوبی<sup>۳</sup>؛

د- اندازه دستگاه حفار؛

ذ- دفع آب/زهکشی؛

ر- تصفیه و تغییر مکان خاک؛

ز- برنامه ریزی دسترسی/جاده ها؛

ژ- هرگونه کار عمرانی؛

1- Wet point

2- Dry point

3- Sheet piling

س- تقاطع با سایر سرویس‌های زیرزمینی؛

ش- دفع/باز یافت مواد زائد؛

ص- وجود لغزش زمین؛

ض- تجهیزات بالابر لوله؛

ط- شرایط خاص بازسازی: انتهاهای بدون پوشش لوله/پنخ کاری پوشش؛

ظ- آماده‌سازی پوشش موجود؛

ع- هم‌پوشانی؛

غ- عملیات گرمایی لازم؛

ف- دهانه‌های آزاد و تکیه‌گاه‌های لوله‌ها؛

ق- پایداری خط لوله هنگام افزایش ارتفاع؛

ک- حرکت‌های لوله با توجه به زمان پخت؛

گ- زمان‌بندی بازرسی؛

ل- خاک‌ریزی (خاک انتخاب‌شده، مصالح خاک‌ریزی اولیه و خاک‌ریزی دور لوله)؛

م- پیمایش محلی (DCVG) پس از خاک‌ریزی و در دوره ضمانت.

فعالیت‌هایی که باید در مقاطع خط لوله غلاف‌دار یا روی غلاف‌ها انجام شود نیز باید از الزامات ISO 16440 پیروی کنند.

### ۲-۱۳ شرایط محیطی

فعالیت‌ها تنها هنگامی باید انجام شوند که شرایط محیطی/فولاد مطابق با شرایط تعیین‌شده توسط تولیدکننده و/یا مشخصات پروژه برای مواد انتخاب‌شده باشد.

اگر دمای فولاد کمتر از  $3^{\circ}\text{C}$  بالاتر از نقطه شبنم یا رطوبت نسبی هوا بیشتر از ۸۰٪ باشد، آماده‌سازی سطح و اعمال پوشش نباید انجام شود؛ مگر اینکه در APS/ITP تأییدشده، طوری دیگر توافق شده باشد.

اگر شرایط خارج از مقادیر توصیه‌شده توسط تولیدکننده پوشش (برای مثال TDS) و APS/ITP باشد، در این صورت اقداماتی (مانند توقف پوشش کاری، خشک کردن هوا، تثبیت شرایط در فضای بسته، پیش‌گرمایش سطح، پیش‌گرمایش مواد پوشش، کاهش جریان) باید انجام شود تا محیط به شرایط مجاز برسد.

دمای مواد سامانه پوشش باید در گستره‌های دمایی تعیین‌شده توسط تولیدکننده در TDS مربوط باشد.

### ۳-۱۳ پیش‌گرمایش فولاد

تجهیزات مورد استفاده برای پیش‌گرمایش لوله‌ها باید حین اجرای PQT تأیید شوند.

اگر پیمانکار برای پیش‌گرمایش از شعله‌های در تماس مستقیم با سطح لوله استفاده کند، شعله باید در حرکت باشد تا پیش‌گرمایش یکنواخت بیرونی لوله را تضمین کند. همچنین، شعله باید در نسبت احتراق خود تنظیم شود تا دوده یا سایر محصولات احتراق روی فلز ته‌نشین نشوند. در این حالت، شعله باید مماس با سطح قرار گیرد و هرگز در تماس مستقیم با آن قرار نگیرد.

سامانه پیش‌گرمایش و دمای پیش‌گرمایش نباید آسیبی به پوشش مجاور وارد کرده و باعث تغییر در ریزساختار فولاد شود. معمولاً حداکثر دما به  $260^{\circ}\text{C}$  محدود می‌شود.

تمامی اندازه‌گیری‌های دما، که مطابق با الزامات خاص هر نوع پوشش انجام می‌شود، باید در گواهی‌نامه تولید ثبت شوند.

### ۴-۱۳ آماده‌سازی سطح

آماده‌سازی سطح باید مطابق با APS تأییدشده انجام شود.

قبل از اعمال پوشش، سطح باید خشک و عاری از هرگونه آلودگی (مانند پوده‌ها<sup>۱</sup>، غبار، ذرات غیرچسبنده، گریس، روغن، نمک‌های محلول) زیان‌آور برای آماده‌سازی سطح یا چسبندگی پوشش به فولاد باشد.

روغن، گریس و واکس باید به روش تمیزکاری با حلال مطابق با SSPC-SP1 حذف شوند.

تمام نواقص سطحی قابل مشاهده زیرین ناشی از عملیات جوش کاری پیرامونی (مانند پاشیده‌ها و سرباره‌های<sup>۲</sup> جوش کاری، لبه‌ها یا برآمدگی‌های تیز که می‌توانند به پوشش آسیب برسانند) که قبل یا حین آماده‌سازی سطح تشخیص داده می‌شوند، باید با روش سنگ‌زنی تأییدشده یا فنون پرکردن مطابق با APS تأییدشده برطرف شوند. سنگ‌زنی نواقص فولادی نباید ضخامت دیواره را به زیر حداقل ضخامت دیواره تعیین‌شده لوله کاهش دهد.

نواحی زنگ‌زده یا پوسته‌شده باید با استفاده از تمیزکاری نقطه‌ای به‌روش زبره‌پاشی یا برس سیمی مطابق با APS حذف شوند.

درجه تمیزی، پروفیل سطح، میزان غبار و آلودگی نمک‌های محلول باید مطابق با PDS تولیدکننده باشد.

سطوح تمیزی لازم باید بلافاصله قبل از اعمال پوشش تصدیق شوند. در صورت حصول نتایج منفی، آماده‌سازی سطح باید دوباره انجام شود.

اگر در APS/ITP دیگری الزام نشده باشد، الزامات عمومی زیر باید در نظر گرفته شوند:

۱- آماده‌سازی سطح انجام‌شده باید مطابق با درجه  $Sa2\frac{1}{2}$  استاندارد ISO 8501-1 انجام شود؛

۲- پروفیل سطوح زبره‌پاشی‌شده در محدوده  $25\ \mu\text{m}$  و  $100\ \mu\text{m}$  ( $R_{y5}$ ,  $R_z$ ). پروفیل باید مطابق با الزامات

ISO 8503-4، ISO 8503-5 یا NACE SP0287 اندازه‌گیری شود.

1- Detritus

2- Slag and spatter

۳- مقدار غبار، باید مطابق با الزامات ISO 8502-3 اندازه گیری شود؛ و باید حداکثر رده غبار، ۲ و حداکثر رده اندازه غبار، ۲ باشد.

پس از تکمیل آماده سازی سطح و قبل از اعمال مواد پوشش، مقدار نمک های محلول در آب باید الزامات خاص تعریف شده در ITP تایید شده را برآورده کند و نباید بیش از  $50 \text{ mg/m}^2$  باشد. استخراج آلاینده ها از سطح باید مطابق با استاندارد ISO 8502-6 انجام شود. تعیین کمی نمک های محلول در آب باید مطابق با استاندارد ISO 8502-9 انجام شود. استخراج نمک های محلول در آب، پس از تأیید خریدار/کاربر نهایی، باید با استفاده از تجهیزات قابل حمل انجام شود. در صورت توافق با خریدار/کاربر نهایی، استخراج و تعیین مقدار نمک های محلول، می تواند مطابق با SSPC Guide 15 انجام شود.

روی سطوحی که قبل از اعمال پوشش مرطوب هستند یا مرطوب خواهند شد، هیچ آماده سازی سطحی نباید انجام شود.

### ۵-۱۳ اعمال پوشش

مواد پوشش باید مطابق توصیه ارائه شده توسط تولیدکننده مواد پوشش، مشخصات پروژه و طبق APS تأیید شده، تهیه و اعمال شوند.

### ۶-۱۳ بازسازی بیرون از کانال

عملیات پوشش کاری با سرعت بالا در بیرون از کانال الزاماتی متفاوت دارد. عنصر کلیدی در این مورد، مدت زمان مجاز قبل از بازگرداندن لوله پوشش شده به الوار نگه دارنده<sup>۱</sup> است. برای عملیات خودکار حرکت در طول خط لوله<sup>۲</sup>، این موضوع بدان معناست که پوشش باید وزن لوله را در محدوده سرعت حرکت این تجهیزات تحمل کند یا در محدوده نرخ ترمیم توافق شده باشد. پیش گرمایش مقاطعی از لوله که روی تکیه گاه ها قرار می گیرند، قبل از اعمال پوشش، سرعت پخت را تسریع می کند و زمان بازنشانی لوله روی تکیه گاه ها را کاهش می دهد. گام اول در این فرایند، پاک سازی خاک از روی لوله است. سپس لوله از کانال برداشته می شود و روی تیرهای لغزنده قرار می گیرد. یک دستگاه تیغه دار می تواند پوشش و خاک باقیمانده را حذف کند. پس از آن، یک دستگاه جت آب بیشتر باقیمانده واریزه ها<sup>۳</sup> را حذف می کند و فقط آثار آستری را باقی می گذارد. به منظور بازرسی، ناحیه گرده جوش و نواحی احتمالی خوردگی به صورت دستی تمیزکاری می شوند.

### ۷-۱۳ آزمون و دفن لوله

اگر در زمان دفن، پوشش اعمال شده به صورت کامل پخت نشده باشد، باید توجه شود که از استحکام کافی برای تحمل تنش های معمول نصب، آزمون هیدروستاتیک و خاک ریزی برخوردار باشد. در این موارد، سینتیک واکنش پوشش باید به گونه ای باشد که امکان تکمیل پخت در زیر زمین وجود داشته باشد.

1- Support cribbing

2- Line travel operation

3- Debris

## ۱۴ الزامات کارکردی برای ترمیم‌های موضعی آسیب‌دیدگی پوشش

### ۱-۱۴ کلیات

تمامی آسیب‌های مشاهده‌شده حین بازرسی یا آزمون لوله‌ها و اجزا، حتی آسیب‌های جدید حین ساخت، باید ترمیم شوند.

تجهیزات آماده‌سازی سطح و اعمال پوشش باید توسط خریدار/کاربر نهایی برای نوع خاصی از اقدام و کاربرد، تأیید شده و قبلاً به‌وسیله PQT یا PPT صحت‌گذاری شده باشند.

مدارک مربوط به انتخاب مواد ترمیمی، باید برای تأیید به خریدار/کاربر نهایی ارائه شود.

### ۲-۱۴ آسیب‌دیدگی پوشش بدون نمایان شدن فولاد برهنه

اگر آسیب، فولاد را نمایان نکند و عمق آن در محدوده  $20\%$  ضخامت اسمی باشد، هیچ اقدامی لازم نیست. در صورتی که عمق آسیب بیش از  $20\%$  ولی کمتر از  $80\%$  ضخامت اسمی پوشش باشد، ترمیم باید طوری انجام شود که ضخامت اسمی پوشش دوباره تامین شود.

اگر عمق آسیب بیش از  $80\%$  ضخامت اسمی باشد، ترمیم باید طوری انجام شود که خواص ضد خوردگی پوشش طبق زیربند ۱۴-۳ دوباره تامین شود.

مواد ترمیمی باید برای اعمال روی کل ناحیه آسیب‌دیده مناسب باشند.

پوشش اطراف ناحیه آسیب‌دیده باید با استفاده از کاغذ سنباده یا دیسک چرخشی، پخ‌کاری و تمیز شود. برای اطمینان از پیوستگی فیلم، تمیزکاری مجدد باید به‌میزان حداقل  $50\text{ mm}$  به سطوح آسیب‌دیده اطراف گسترش یابد. سامانه پوشش ترمیمی کاملاً مشخص، که سازگار با پوشش موجود و مناسب شرایط لوله و اجزای عملیاتی است، باید مطابق با دستورالعمل‌های تولیدکننده روی ناحیه تمیزشده اعمال شود.

شرایط پخت و زمان بازرسی باید رعایت شود.

### ۳-۱۴ آسیب‌دیدگی پوشش همراه با نمایان شدن فولاد برهنه

در مواردی که عمق آسیب بیش از  $80\%$  بوده یا فولاد در معرض محیط باشد، نواحی آسیب‌دیده باید با زبرپاشی یا ابزار برقی الزام‌شده در TDS/APS/ITP محصول انتخاب‌شده تمیز شوند.

مواد ترمیمی باید برای اعمال روی کل ناحیه آسیب‌دیده مناسب باشند.

آماده‌سازی سطح فولاد باید مطابق با دستورالعمل‌های تولیدکننده انجام شود و به‌میزان حداقل  $50\text{ mm}$  به پوشش سالم اطراف گسترش یابد و لبه‌ها به‌طور مناسب پخ‌کاری شوند.

اگر تمیزکاری به‌وسیله زبرپاشی انجام شود، باید مطابق با درجه  $Sa2\frac{1}{2}$  استاندارد ISO 8501-1 باشد.



بر اساس مقدار آسیب، ممکن است پوشش کاری مجدد کامل یا بخشی از طول لوله لازم باشد.

## ۸ ۱۵ فصل مشترک خاک به هوا

برای فصل مشترک خاک به هوا باید از پوشش‌های خاص استفاده شود، تا از موارد زیر جلوگیری شود:

الف- تخریب ناشی از قرارگیری در معرض UV؛

ب- آسیب مکانیکی، ناشی از اجسام در مجاورت مستقیم (مانند سنگ‌ها، و آجرهای لعاب‌دار) یا حاصل از ضربه مکانیکی (برای مثال، چمن‌زنی)؛

پ- تأثیرات گرمایی (داغ و یخ‌زده)؛

ت- آب/رطوبت.

توجه شود که در ناحیه گذار، حفاظت کاتدی موثر نیست و به دلیل ساخت و ساز (برای مثال، شبکه فولادی، دال بتنی)، بازرسی چشمی ممکن است مشکل باشد.

سامانه پوشش یا حداقل لایه بیرونی آن باید مقاوم به UV و ضد آب باشد و حفاظت مکانیکی را تامین کند.

اگر پوشش لوله در ناحیه گذار (که از سطح زمین بیرون آمده است) از نوع پوشش کارخانه‌ای مانند PE یا PP بوده و در وضعیت خوبی قرار داشته باشد، در این صورت این پوشش لوله باید به صورت تکمیلی به وسیله سامانه حفاظت مکانیکی مقاوم به UV و ضد آب نیز محافظت شود. در این حالت، طول حفاظت تکمیلی باید باتوجه به فاصله‌های داده شده در شکل ۳ در نظر گرفته شود.

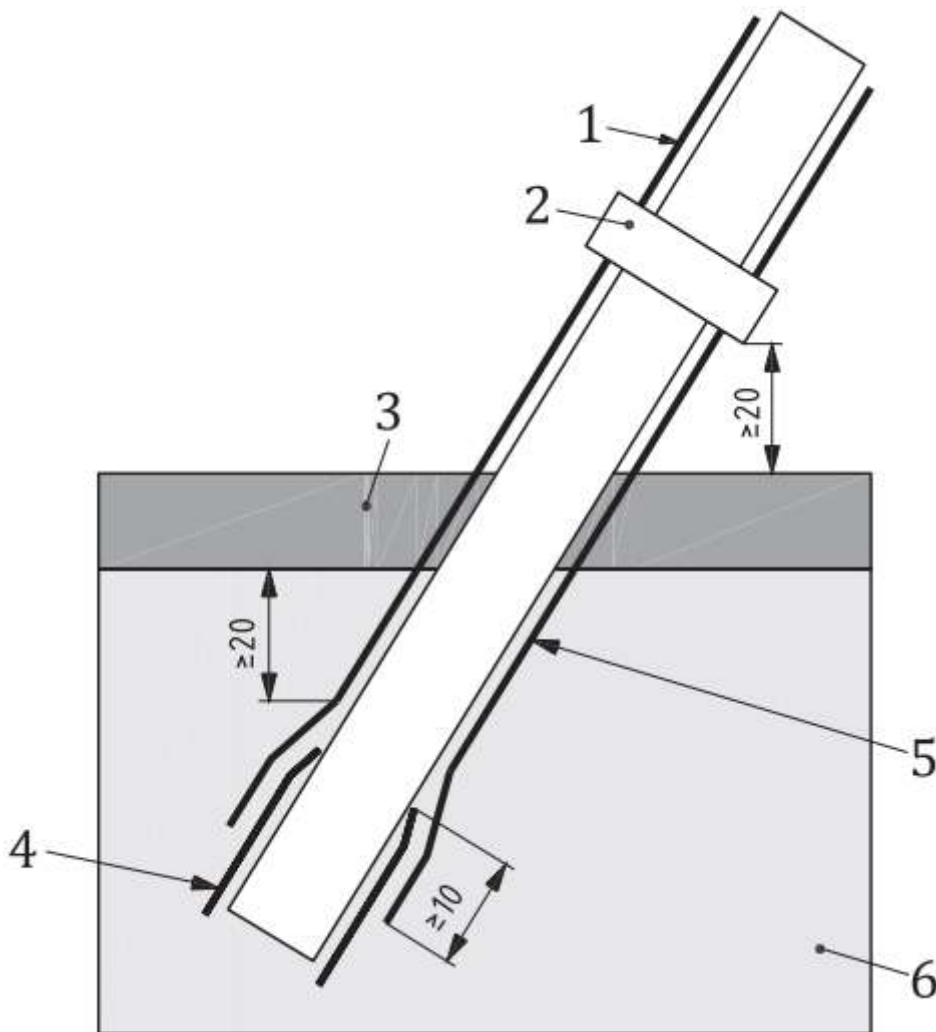
همه پوشش‌های موجود که تخریب و از فولاد جدا شده‌اند، باید جایگزین شوند.

مقاطع خط لوله فولادی روزمینی به وسیله پوشش منطبق بر ISO 12944 یا سایر پوشش‌های مناسب تعریف شده توسط کاربر نهایی، در مقابل خوردگی حافظت می‌شوند. طول عمر خط لوله فولادی روزمینی فوق معمولاً بیشتر از پوششی است که روی فولاد اعمال می‌شود و بنابراین پوشش حین این طول عمر، چندین بار ترمیم، بازسازی و/یا تجدید می‌شود. انتقال بین پوشش و پوشش ناحیه خاک به هوا باید قابلیت تطبیق با تجدید پوشش را داشته باشد. همچنین، باید یا پوشش روی پوشش ناحیه خاک به هوا هم‌پوشانی داشته باشد، یا تمهیدات یا سامانه پوششی مناسب دیگری وجود داشته باشد.

## ۱-۱۵ فاصله‌ها

در شکل ۳ حداقل فاصله‌ها نشان داده شده است. نشست خاک باید در نظر گرفته شود، طوری که حداقل فاصله‌ها در هر شرایطی حفظ شوند.

در شرایط زیرزمینی، در هم‌پوشانی پوشش ناحیه خاک به هوا با پوشش لوله، اثربخشی CP باید در نظر گرفته شود؛ به ویژه هنگامی که پوشش موجود لوله در شرایط نامناسب باشد. در این موارد، هم‌پوشانی باید به حداقل فاصله ۱۰ cm محدود شود.



راهنما:

- 1 پوشش
- 2 پیکربندی هم‌پوشانی، وابسته به سامانه پوشش
- 3 برای مثال، سنگ‌ها
- 4 پوشش لوله
- 5 پوشش ناحیه خاک به هوا
- 6 خاک

شکل ۳- فاصله‌ها

## ۱۶ مستندسازی و گزارش‌دهی

در پایان کار، پیمانکار باید تمامی مدارک و گزارش‌های الزام‌شده در این استاندارد و استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴ را تهیه کند.

## پیوست الف (آگاهی‌دهنده)

### برنامه‌های آزمون برای PPT، PQT و آزمون‌های تولید (اعمال)

#### الف-۱ کلیات

این پیوست تواترهای آزمون برای PPT، PQT و آزمون‌های تولید/اعمال را، طبق آنچه در این استاندارد تعریف شده است، ارائه می‌دهد. اطلاعات زیر برای آماده‌سازی به‌منظور صلاحیت‌سنجی ماده‌ای خاص استفاده نمی‌شود.

از آنجا که استاندارد مرجع اصلی برای مواد پوشش، مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۵۸۴ است؛ به پیوست الف استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴ ارجاع شده است. پیوست الف این استاندارد هماهنگ با پیوست الف استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴ است.

برای مواد یا ترکیباتی از مواد که در استاندارد ملی ایران شماره ۳-۲۱۵۸۴ گنجانده نشده‌اند، روش‌ها و تواترهای آزمون باید با مواردی از این پیوست که بین ذی‌نفعان توافق شده است، تطبیق داشته باشد.

در صورت توافق، می‌توان از رژیم‌ها و تواترهای آزمون جایگزین استفاده کرد.

الزامات PPT و PQT باید در سفارش خرید/اسناد پیمان مشخص شود.

#### الف-۲ بازرسی‌ها، آزمون‌ها و تواترها

بازرسی‌هایی که باید حین PPT، PQT و آزمون‌های تولید انجام شوند، در جدول الف-۱ (بسته به FC) خلاصه شده‌اند. فهرست تصدیق‌ها و روش‌های آزمون همراه با تواترهای آن‌ها در جدول الف-۱ ارائه شده است.

برخی از الزامات برای آزمون‌های تولید ممکن است در محل قابل دستیابی نباشند. بنابراین برنامه آزمون تولید ممکن است طوری تنظیم شود که متناسب با شرایط محل و برمبنای آزمون‌های مقایسه‌ای حین PQT یا PPT باشد.

در صورت امکان، گزارش آزمون باید حاوی نتایج عددی باشد.

هرگونه آزمون لازم که در جدول الف-۱ ذکر نشده است، باید توسط تولیدکنندگان مدون شود. این موضوع شامل آزمون‌های بلندمدت مربوط به خود ماده مانند مقاومت عایقی الکتریکی ویژه، پیرسازی گرمایی یا پایداری گرمایی نیز می‌شود.

شیفت به‌عنوان دوره زمانی تعریف می‌شود که گروهی از کارگران در حال کار هستند.

**الف-۳ بازآزمایی**

در صورت یکی از آزمون‌ها دچار خرابی شود، آزمون باید تکرار شود. هیچ خرابی اضافی مجاز نیست.

جدول الف-۱- تواترهای آزمون و بازرسی برای انواع خاص FC (با ارجاع به INSO 21584-3)

تواتر			روش آزمون	زیربند مربوط الف INSO 21584-3	نوع FC	خواص
آزمون اعمال	PPT	PQT				
٪ ۱۰۰ سطح	۱ m از لوله	۱ m از لوله	چشمی	۱-۲-۱-۹	همه	شرایط سطحی که قرار است پوشش شود قبل از آماده‌سازی
٪ ۱۰۰ سطح	٪ ۱۰۰ سطح	٪ ۱۰۰ سطح	ISO 8501-1	۲-۲-۱-۹ یا ۳-۲-۱-۹	همه	بازرسی چشمی سطح تمیزکاری شده
۴ اندازه‌گیری در شیف	۴ اندازه‌گیری در ساعت‌های ۹، ۶، ۳، ۱۲	۴ اندازه‌گیری در ساعت‌های ۹، ۶، ۳، ۱۲	ISO 8503-2 و ISO 8503-5	۲-۲-۱-۹	همه	زبری سطح تمیزکاری شده به وسیله زبره پاشی
یکبار در شیف	یکبار	یکبار	ISO 8502-6 و ISO 8502-9	۲-۲-۱-۹	همه، به جز مواردی که براساس سابقه صلاحیت سنجی، کاربرد ندارند	مقدار نمک‌های محلول سطح تمیز شده <sup>۳</sup>
یکبار قبل از اعمال پوشش، هر ۳ m از لوله	یکبار	یکبار	ISO 8502-3	۱-۲-۱-۹	همه	آلودگی غبار
٪ ۱۰۰ سطح	یکبار	یکبار	چشمی	۳-۱-۹	تمام انواع پوشش	بررسی پوشش موجود مجاور
هر ۴ ساعت در ساعت‌های ۹، ۶، ۳، ۱۲	هر ۴ ساعت در ساعت‌های ۹، ۶، ۳، ۱۲	هر ۴ ساعت در ساعت‌های ۹، ۶، ۳، ۱۲	—	۲-۹	همه	دمای سطح مورد پوشش قبل از آماده‌سازی
۳ اندازه‌گیری	۳ اندازه‌گیری	۳ اندازه‌گیری	ISO 868 ASTM D2240 > ۰.۵ mm ضخامت	—	همه	آزمون سختی <sup>۳</sup>
٪ ۱۰۰ سطح	٪ ۱۰۰ سطح	٪ ۱۰۰ سطح	—	۳-۹	همه	بازرسی چشمی پوشش
هر ۳ m از لوله در ساعت‌های ۹، ۶، ۳، ۱۲	هر ۳ m از لوله در ساعت‌های ۹، ۶، ۳، ۱۲	یکبار برای هر نمونه از لوله در ساعت‌های ۹، ۶، ۳، ۱۲	پیوست ب INSO 21584-3	—	همه	بازرسی ضخامت
٪ ۱۰۰ سطح پوشش شده	یکبار برای هر نمونه	یکبار برای هر نمونه	پیوست پ INSO 21584-3	—	همه	آزمون رخنه‌یابی
—	—	۳ اندازه‌گیری	پیوست ت INSO 21584-3	—	با توافق	آزمون مقاومت به ضربه

**جدول الف-۱- تواترهای آزمون و بازرسی برای انواع خاص FC (با ارجاع به INSO 21584-3) - ادامه**

تواتر			روش آزمون	زیربند مربوط الف INSO 21584-3	نوع FC	خواص
آزمون اعمال	PPT	PQT				
با توافق	۳ اندازه‌گیری	۳ اندازه‌گیری	پیوست ر INSO 21584-3 روی لوله واقعی یا نمونه‌های لوله/لوله‌های کوتاه	۷-۵-۱۲	همه، در صورت کاربرد	استحکام لایه‌برداری بین لایه‌ها در دمای محیط <sup>ت</sup>
با توافق	با توافق	۳ اندازه‌گیری	پیوست ر INSO 21584-3	۷-۵-۱۲	همه، در صورت کاربرد	استحکام لایه‌برداری بین لایه‌ها در $T_{max}$
یک‌بار هر ۵۰ m طول لوله یا یک‌بار در شیفت	۳ اندازه‌گیری	۳ اندازه‌گیری	پیوست ح INSO 21584-3	۸-۵-۱۰ ۸-۵-۱۲ ۴-۵-۱۴	همه، در صورت کاربرد	استحکام لایه‌برداری نسبت به سطح فولاد و پوشش موجود در دمای محیط
با توافق	با توافق	۳ اندازه‌گیری	پیوست ح INSO 21584-3	۸-۵-۱۲ ۴-۵-۱۴	همه، در صورت کاربرد	استحکام لایه‌برداری نسبت به سطح فولاد و پوشش موجود در $T_{max}$
—	—	یک‌بار	پیوست خ INSO 21584-3	—	همه، در صورت کاربرد	آزمون غوطه‌وری در آب داغ
—	—	یک‌بار	پیوست ح INSO 21584-3	۹-۵-۱۰ ۹-۵-۱۲ ۶-۵-۱۴	همه، در صورت کاربرد	استحکام لایه‌برداری نسبت به سطح لوله و پوشش موجود در دمای محیط پس از غوطه‌وری در آب داغ
—	با توافق	۳ اندازه‌گیری	پیوست ج INSO 21584-3	—	همه، در صورت کاربرد	جدایش کاتدی در دمای محیط
—	با توافق	۳ اندازه‌گیری	پیوست ج INSO 21584-3	—	همه، در صورت کاربرد	جدایش کاتدی در $T_{max}$
با توافق	۳ اندازه‌گیری	۳ اندازه‌گیری	ISO 4624	۴-۵-۱۸	همه، در صورت کاربرد	چسبندگی به سطح فولاد و پوشش موجود در دمای محیط

<sup>الف</sup> به زیربند مشخص شده محدود نمی‌شود.

<sup>ب</sup> اگر PPT نشان دهد که رویه اعمال، میزان نمک را در زیر این الزامات تضمین می‌کند یا عدم حساسیت مواد پوشش به نمک اثبات شده باشد؛ در این صورت آزمون میزان نمک محلول حین اعمال ممکن است با توافق بین پوشش کار و کاربر نهایی/خریدار کاهش یابد یا حذف شود.

<sup>ج</sup> آزمون سختی، روی صفحه‌های نمونه ذخیره شده در دمایی یکسان با اجزای پوشش شده پس از پخت کامل، تعیین می‌شود.

<sup>ت</sup> روش آزمون چسبندگی می‌تواند جدایش کششی (ISO 4624)، لایه‌برداری یا برش عرضی باشد و باید با توافق تعریف شود.

<sup>ث</sup> دمای محیط در محدوده  $18^{\circ}\text{C}$  تا  $28^{\circ}\text{C}$  (که توسط تولیدکننده تأیید می‌شود) است. مقادیر خارج از محدوده باید مورد توافق قرار گیرند.

## پیوست ب (آگاهی‌دهنده)

### حفاری‌ها

#### ب-۱ حفاری‌های اکتشافی

به‌منظور به حداکثر رساندن اطلاعات مربوط به کل طول خط لوله تحت بازسازی، می‌توان حفاری‌های اکتشافی انجام داد. موقعیت نقص پوشش را می‌توان با پیمایش‌های روزمینی (مانند CIPS، DCVG یا ACVG) تعیین کرد. این اطلاعات بر اساس اندازه‌گیری‌های الکتریکی است، اما به‌طور مستقیم نشانه‌هایی در مورد اندازه و شکل نقص پوشش (هرچند اندازه‌گیری‌های تکمیلی برای تعیین شکل می‌تواند انجام شود) یا کاهش فلز موجود ارائه نمی‌دهند. ماتریس اولویت حفاری طبق پیوست پ، مکان‌های حفاری را بر اساس میزان بحرانی بودن خط لوله در مکان‌های مختلف تعیین می‌کند. اتکا به تنها یک تکنیک پیمایش ممکن است منجر به نشانه‌های نادرست شود؛ و به همین دلیل انجام بیش از یک نوع پیمایش برای تعیین نواحی نقص پوشش قبل از حفاری معقول است.

مکان‌های نقص را می‌توان بر اساس پارامترهای زیر، که حاصل تجزیه و تحلیل دقیق داده‌های پیمایش هستند، ارزیابی بیشتری کرد:

— محل نقص: نقص در معبر جاده یا نزدیک به مناطق پر رفت و آمد مردم، از اولویت بالاتری نسبت به، مثلاً نقصی در وسط بیابان، برخوردار است.

— نزدیکی نواقص به یکدیگر: نزدیکی نواقص ممکن است مستلزم جایگزینی کامل پوشش در آن قسمت از خط لوله باشد، به‌ویژه اگر چسبندگی ضعیف باشد.

— طیفی از اندازه‌های مختلف نقص باید حفاری شوند تا اطلاعاتی در مورد نقص‌هایی که باید ترمیم و نقص‌هایی که باید مدارا شوند، تامین شود. لازم به ذکر است که از نظر مقرون به صرفه بودن، ترمیم هر نقصی قابل توجیه نیست. تعداد حفاری‌ها باید از نظر آماری معنادار باشد.

در هر محل نقص انتخاب‌شده برای بازرسی بیشتر، کارهای زیر باید انجام شوند:

الف- پاک‌سازی و درجه‌بندی محل (حفاری مکانیکی در مجاورت لوله باید به‌دقت کنترل شود تا اطمینان حاصل شود که هیچ خطر آسیب‌دیدگی به پوشش لوله یا لوله وجود نداشته باشد)؛

ب- حفاری دستی برای تعیین محل خط لوله (قبل از عکاسی و ارزیابی وضعیت پوشش توسط بازرس صلاحیت‌دار، پوشش موجود نباید دست بخورد. پس از شناسایی و ارزیابی، برخی از خواص پوشش موجود باید با آزمون‌هایی از قبیل چسبندگی، رخنه‌یابی و ضخامت بررسی شود)؛

پ- حفاری مکانیکی تا یک متری خط لوله و پس از آن حفاری دستی. به ردیف الف مراجعه شود؛

ت- بازرسی پوشش موجود؛

ث- حذف پوشش موجود. به ردیف ب مراجعه شود؛

ج- بازرسی چشمی سطح فولاد قبل از آماده‌سازی سطح؛

چ- آماده‌سازی سطح؛

ح- مشاهدات مربوط به خوردگی چشمی؛

خ- یک شبکه را روی مقطع نمایان لوله نشانه‌گذاری کنید و ضخامت دیواره و عمق حفره را در هر مربع شبکه اندازه‌گیری کنید. با استفاده از آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مورد تایید، استحکام باقیمانده فولاد در قسمت نمایان را با در نظر گرفتن ضخامت دیواره باقیمانده، اندازه‌گیری‌های عمق حفره و محل‌های حفره محاسبه کنید. بازرسی آزمون غیر مخرب برای ترک‌خوردگی ناشی از خوردگی تنش را انجام دهید؛

د- آماده‌سازی و پروفیل‌سازی سطح، در صورت لزوم؛

ذ- استفاده از پوشش تعمیری سازگار؛

ر- خاک‌ریزی و بازگردانی به حالت قبل از راه‌اندازی<sup>۱</sup>؛

ز- آزمون مجدد پس از ترمیم نواقص پوشش، برای مثال رخنه‌یابی درون ترانشه قبل از خاک‌ریزی و DCVG پس از خاک‌ریزی؛

ژ- راه‌اندازی مقطع بازسازی‌شده، برای مثال حفاظت کاتدی و پیمایش نقص پوشش.

## ب-۲ فهرست بازبینی حفاری

در حفاری، تعدادی از اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات باید در نظر گرفته شوند:

الف- تاریخ (سال، ماه و روز)؛

ب- شماره گمانه زنگوله‌ای؛

پ- مساحت<sup>۲</sup>؛

ت- شرایط آب و هوایی؛

ث- نام بازرس؛

ج- شماره ارجاع گزارش؛

چ- شماره عکس؛

ح- داده‌های مکانی؛

1- Reinstatement

2- Chainage

- خ- مکان؛
- د- طول و عرض جغرافیایی GPS؛
- ذ- اطلاعات تکمیلی مکان؛
- ر- داده‌های خط لوله؛
- ز- سال ساخت؛
- ژ- سرویس فعلی (برای مثال نفت خام، گازوییل)؛
- س- سرویس قبلی؛
- ش- جزئیات لوله؛
- ص- قطر اندازه‌گیری شده؛
- ض- نوع لوله (ERW، جوش مارپیچی و بدون درز)؛
- ط- ضخامت اصلی دیواره؛
- ظ- وضعیت ظاهری کلی لوله؛
- ع- هرگونه خوردگی مشاهده شده؛
- غ- داده‌های عوارض زمین<sup>۱</sup>؛
- ف- شرح عوارض زمین (مسطح، صخره‌ای و ماسه‌ای)؛
- ق- هرگونه مکان در منطقه‌ای با فشار جوی پایین؛
- ک- عمق پوشش خاکی روی خط لوله؛
- گ- مقاومت ویژه خاک حاصل از حفاری؛
- الفالف- پوشش؛
- بب- نوع پوشش (نواری، FBE و قیر پایه نفتی)؛
- پپ- تعداد لایه‌ها؛
- تت- وضعیت ظاهری (چین و چروک و چاک خوردگی)؛
- ثث- ضخامت؛
- جج- چسبندگی به لوله؛



- چ- نتایج رخنه‌یابی؛
- ح- نتایج حفاظت کاتدی؛
- خ- نوع حفاظت کاتدی (جریان اعمالی<sup>۱</sup>، گالوانی، هیچ‌کدام)؛
- د- پتانسیل لوله نسبت به خاک (AC و DC)؛
- ذ- هر گونه افت و خیز<sup>۲</sup> پتانسیل‌ها؛
- ر- داده‌های جوش طولی (در صورت کاربرد)؛
- ز- جهت جوش (بالا، پایین)؛
- ژ- داده‌های جوش میدانی؛
- س- وضعیت ظاهری جوش؛
- ش- نوع و کیفیت پوشش میدانی؛
- ص- هر گونه ترک قابل مشاهده؛
- ض- گزارش بازرسی اولتراسونیک؛
- ط- فاصله‌بندی شبکه؛
- ظ- ضخامت دیواره و مختصات؛
- ع- عمق و مکان‌های حفره؛
- غ- نتایج کالیبراسیون؛
- ف- سایر مشاهدات.

---

1- Impressed current

2- Fluctuation

## پیوست پ (آگاهی دهنده)

### ماتریس اولویت بندی حفاری برای فعالیت های ارزیابی پوشش

#### پ-۱ سنجش داده ها

به منظور کمک به انتخاب مکان های حفاری اکتشافی و ارائه محدوده کاری اولویت بندی شده، تجزیه و تحلیل جامع لازم است. داده های مورد نیاز برای این سنجش، از منابعی متعدد تامین می شود.

داده های ورودی اصلی برای دسته بندی نواقص، حاصل از پیمایش های CIPS، گرادیان ولتاژ DC و پیمایش های ILI است. پیمایش های گرادیان ولتاژ DC به منظور شناسایی و تامین داده ها برای تعیین و مشخص کردن نواقص پوشش انجام می شود. پیمایش های CIPS، پیمایش های پایشی پتانسیل لوله نسبت به خاک هستند؛ که برای شناسایی مقاطعی از خط لوله استفاده می شوند که خارج از محدوده تعیین شده حفاظت کاتدی ارائه شده در استاندارد ISO 15589-1 است. مقاطعی از خط لوله که تحت حفاظت کمتری قرار دارند، ممکن است نشان دهنده تمرکز بیشتر نواقص پوشش باشند؛ ولی هم چنین ممکن است نتیجه سایر عوامل موثر مانند تداخل ناشی از سامانه های حفاظتی کاتدی مجاور، جریان های سرگردان، تماس های بیرونی و سایر منابع تقاضاهای پیش بینی نشده جریان نیز باشند. پیمایش های ILI می توانند جزئیات کاهش فلز را ارائه دهند و داخلی یا بیرونی بودن کاهش فلز را تعیین کنند. پیمایش های مکرر ILI، به وسیله مقایسه داده های جمع آوری شده از هر پیمایش، می توانند اطلاعات کافی برای تعیین نرخ خوردگی را ارائه دهند.

ارزیابی مستقیم و بررسی چشمی برای وجود آب، چین و چروک، سوراخ ها و آسیب ها نیز یک داده ورودی به طبقه بندی نواقص است (به بند ۱۰ مراجعه شود).

نواقص تعیین محل شده را می توان به سه دسته اولویت تقسیم کرد:

اولویت ۱: نواقص با اولویت بالا برای ترمیم فوری.

اولویت ۲: نواقص با اولویت متوسط که نیاز به ترمیم دارند (عمدتاً برای بهبود اثربخشی حفاظت کاتدی).

اولویت ۳: نواقص کوچکی که ترمیم آنها در حال حاضر پیش بینی نشده است، اما باید در برنامه پایشی بازنگری شده آتی مورد پایش قرار گیرند.

اولویت نواقص عمدتاً از نتایج پیمایش روزمینی تعیین می شود، اما اطلاعات حاصل از پیمایش های کاهش فلزی ILI و نتایج ارزیابی مستقیم حفاری نیز کمک می کنند.

ماتریس انتخاب حفاری نیز حاوی اطلاعاتی است که مستقیماً با رده اولویت ارتباط دارد (مانند مقاومت خاک، شرایط پوشش، تداخل الکتریکی).

## پ-۲ ماتریس انتخاب حفاری

به منظور اطمینان از اینکه حفاری‌های (گمانه زنگوله‌ای) اکتشافی برای بازرسی‌های چشمی، در مکان‌های معنادار انجام می‌شوند؛ برای کل مقطع خط لوله مورد نظر می‌توان یک ماتریس انتخابی (طبق جدول پ-۱) تدوین کرد تا مناطق پر خطر و کم خطر از نظر خوردگی را نیز تعیین کند.

جدول پ-۱ مثالی از ماتریس کامل انتخاب حفاری را نشان می‌دهد.

ماتریس انتخاب به منظور شناسایی مکان‌های حفاری و نمایش ارزیابی انتخاب استفاده می‌شود. نمایش می‌تواند به صورت جدول، نمودار میله‌ای یا مستقیماً روی سامانه اطلاعات جهانی (GIS)<sup>۱</sup> باشد.

ماتریس باید متناسب با خط لوله مورد نظر پیکربندی شود، زیرا هر خط لوله متفاوت است و هر اپراتور می‌تواند معیارهایی متفاوت داشته باشد. جنبه‌های مهم و وزن اعمال شده به هر یک از جنبه‌ها باید تعیین شود. مثال ارائه شده، برخی از داده‌های ورودی معمول را نشان می‌دهد که می‌توانند به عنوان مبانی ماتریس استفاده شوند. در این مثال، رده‌بندی بین ۵- و ۱۰ تغییر می‌کند. عدد ۱۰ نشان‌دهنده عامل با رده خطر بالا و مقدار منفی نشان‌دهنده عامل کاهنده است. در مثال ارائه شده، عامل کاهنده این است که قبلاً در مجاورت محل جدید حفاری انجام شده است؛ و بنابراین ممکن است حفاری بیشتر اطلاعاتی جدید را آشکار نکند.

جنبه‌ها و اندازه‌گیری‌هایی که در انتخاب حفاری مهم هستند در ستون اول و وزن در ستون دوم شرح داده شده‌اند. متناسب با خط لوله تحت بررسی، دسته‌بندی‌ها را می‌توان اضافه یا حذف کرد.

در مثال ارائه شده، فقط تعدادی از نقاط کیلومتر نشان داده شده است و برای هر یک از این مکان‌ها یک جنبه شناسایی شده و مقدار ستون وزنی درج شده است. (در عمل، صدها مکان می‌تواند وجود داشته باشد). وزن کلی، مجموع مقادیر رده انفرادی برای هر مساحتی منحصر به فرد است.

از نتایج بازرسی در حفاری‌ها می‌توان برای صحت‌گذاری رده‌بندی‌های اولویت و تدوین استراتژی بازسازی استفاده کرد.

**جدول پ-۱- مثالی از ماتریس انتخاب حفاری**

۱۳۲,۹۹۹	۱۲۹,۱۲۴	۱۲۷,۷۴۴	۱۱۱,۸۴۴	۱۰۲,۹۴۷	۹۸,۱۳۸	۸۵,۰۳۸	وزن	کیلو متر	
۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۱۰ >	مقاومت خاک (ohm.m)
—	—	—	—	—	—	—	۴	۱۰ تا ۵۰	
—	—	—	—	—	—	—	۱	۵۰ <	
—	—	—	—	—	۱۰	—	۱۰	معبر راه آهن	در محدوده ۱۰۰ m از مکان تعیین شده
۵	—	—	۵	۵	—	—	۵	معبر خارجی	
—	۵	۵	—	—	—	—	۵	معبر جاده/رودخانه	
—	—	—	—	—	—	—	۱۰	آسیب سوم شخص	
—	—	—	—	—	—	—	۱۰	شواهد نشستی قبلی	
—	—	۱	—	—	—	۱	۱	خطوط انتقال برق هوایی	
۱	—	—	—	—	—	—	۱	لوله نمایان	
-۵	—	-۵	—	-۵	-۵	-۵	-۵	حفاری در محدوده ۲ km	
—	—	—	—	—	—	۱۰	۱۰	تاریخچه نشستی	
۴	۴	—	—	۴	—	—	۴	نقطه میانی CP	
۱۰	۱۰	۱۰	—	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	پایین ترین نقطه ارتفاع	
۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	دسترسی خوب	
—	—	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	نقص پوشش < ۱۰ %	
—	—	—	—	—	—	—	۵	نقص پوشش > ۱۰ %	
۱۰	—	۱۰	—	—	—	—	۱۰	آب	
۳۹	۳۳	۴۵	۲۹	۳۸	۳۹	۴۰	—	وزن دهی	

**ستون‌ها**

- ستون‌های ۱ و ۲: جنبه‌ها را شرح دهید. توسط کاربر تعیین می‌شود.
- ستون ۳: ضریب وزنی. توسط کاربر تعیین می‌شود.
- ستون‌های ۴ به بعد: مقادیر وزنی مربوط را درج کنید.

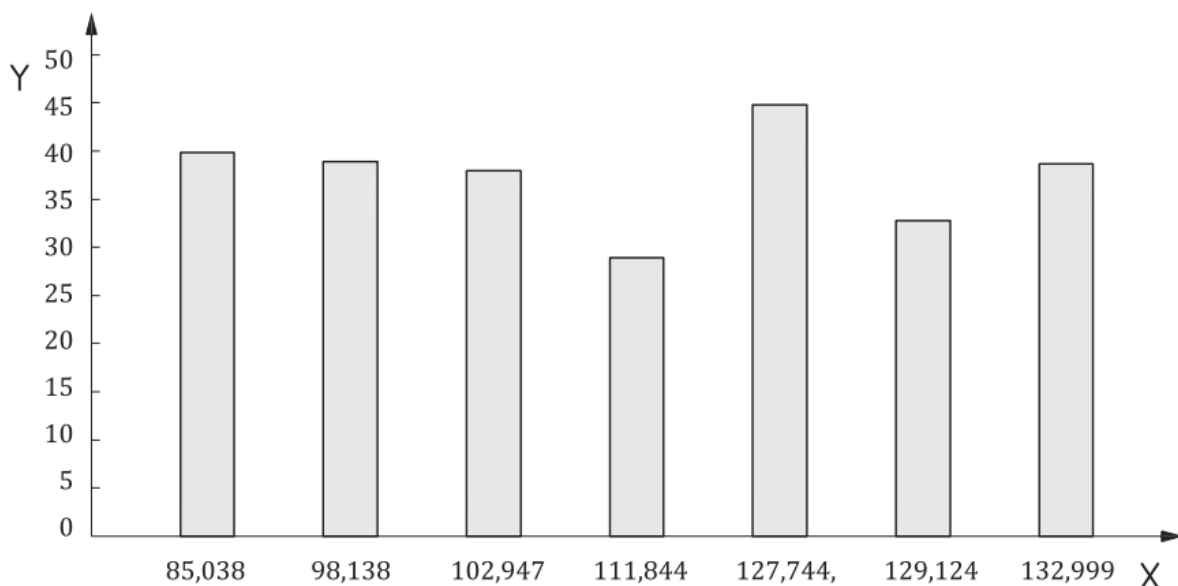
**وزن دهی**

- ۱- مقاومت خاک: نشانه‌ای از بار خوردگی (طبق EN 12501) ارائه می‌دهد.
- ۲- معبر راه آهن: خطر خوردگی جریان سرگردان (در صورت برق‌دار شدن) یا آسیب مکانیکی.
- ۳- معبر خارجی: خطر تداخل حفاظت کاتدی و تماس خارجی.
- ۴- معبر جاده/رودخانه: خطر آسیب دیدگی پوشش و آسیب مکانیکی.
- ۵- آسیب سوم شخص: آسیب مکانیکی. آسیب به پوشش.
- ۶- شواهد نشستی قبلی: خطر نشستی‌های بیشتر در مجاورت.

- ۷- خطوط انتقال برق هوایی: برای برخی از پوشش‌ها می‌تواند نشان‌دهنده خطر تداخل الکتریکی و خوردگی تسریع‌شده (طبق ISO 18086) باشد.
- ۸- لوله‌نمایان: پوشش حاکی ضعیف. خطر آسیب مکانیکی. بدون حفاظت کاتدی.
- ۹- حفاری در محدوده ۲ km: حفاری‌های بیشتر ممکن است منجر به اطلاعات تکمیلی نشود (این موضوع یک عامل کاهش رتبه است).
- ۱۰- تاریخچه نشتی: مناطق دارای مشکلات خوردگی را نشان می‌دهد.
- ۱۱- نقطه میانی CP: از نظر تئوری، نقطه‌ای با ضعیف‌ترین CP است (طبق ISO 15589-1).
- ۱۲- پایین‌ترین نقطه ارتفاع: تمایل به جمع‌شدن آب و افزایش خطر خوردگی.
- ۱۳- دسترسی خوب: تأثیرات بر عملی‌بودن اقدام حفاری.
- ۱۴- اندازه نقص پوشش: به تکنیک اندازه‌زنی DCVG و نه اندازه فیزیکی نقص ارجاع می‌دهد (طبق ISO 15589-1).
- ۱۵- آب: وجود آب، خطر خوردگی را افزایش می‌دهد.

پس از تکمیل ماتریس انتخاب حفاری، از مجموع وزن کل برای رده‌بندی مکان‌های حفاری استفاده می‌شود. با استفاده از ماتریس اولویت می‌توان مکان‌هایی را برای حفاری و بررسی چشمی انتخاب کرد. مکان کنترل نیز باید انتخاب شود. در این استاندارد، مکان کنترل محلی است که در ماتریس اولویت، نشان‌دهنده اولویت کم برای حفاری است. هدف از مکان کنترل، صحت‌گذاری ماتریس است؛ زیرا اگر خوردگی فعال در مکان کنترل مشخص شود، ماتریس باید بازنگری شود.

در این مثال، دو مکان احتمالی انتخاب‌شده برای حفاری می‌تواند ۱۲۷,۷۴۴ (بالاترین رده) و ۸۵,۰۳۸ (دومین بالاترین رده) باشد. حفاری کنترلی نیز در ۱۱۱,۸۴۴ انجام می‌شود.



که در آن:

X نقطه کیلومتر است.

Y وزن است.

### پ-۳ احتمال خوردگی در نقص پوشش

هنگام سنجش احتمال تخریب پوشش در مکان‌های شناسایی شده به وسیله پیمایش‌ها، موارد زیر باید در نظر گرفته شوند:

الف- پتانسیل «لوله نسبت به خاک» و مناطق دارای حفاظت کاتدی ضعیف، از اهمیت زیادی برخوردار است.

ب- مناطق با مقاومت خاک بسیار بالا معمولاً، بجز خوردگی میکروبیولوژیکی، کمتر خورنده تلقی می‌شوند.

پ- تغییرات عوارض زمین و وجود سنگ‌ها. سنگ روی قابلیت ایجاد ترانشه و الزامات خاکریز وارد شده اثر می‌گذارد.

ت- بازرسی مکان‌ها در کل فاصله خط لوله تحت ترمیم.

ث- کمک به بررسی مناطق پیش‌بینی شده برای نشانه‌های ترک خوردگی ناشی از خوردگی تنشی؛

ج- مناطق حساس زیست‌محیطی؛

چ- مناطق تأمین حیاتی (مانند بیمارستان‌ها، نیروگاه‌ها).

### پ-۴ سنجش بیشتر نواقص

توصیه می‌شود که بار خوردگی با استفاده از EN 12501-2 یا رویه معادل تعیین شود. توصیه می‌شود که عوامل موثر بر بار خوردگی و همچنین سایر تأثیرات مهم در نظر گرفته شود:

الف- اثربخشی حفاظت کاتدی، که با اندازه‌گیری پتانسیل‌های لوله نسبت به خاک (طبق ISO 15589-1) تعیین می‌شود. حفاظت کاتدی ضعیف، احتمال خوردگی را افزایش می‌دهد.

ب- تهاجمی بودن خاک (طبق ISO 15589-1 و EN 12501-2). رابطه مستقیمی بین تهاجمی بودن خاک و مقاومت وجود دارد.

پ- فعالیت میکروبیولوژیکی. وجود باکتری‌های کاهنده سولفات می‌تواند احتمال خوردگی و تأثیر آن بر معیارهای پتانسیل حفاظت کاتدی (طبق ISO 15589-1) را افزایش دهد.

ث- عوارض زمین، و وجود سنگ‌ها، می‌تواند استعداد آسیب‌زدن به پوشش اعمال شده را حین خاک‌ریزی داشته باشد و در نتیجه بر انتخاب لایه بیرونی مناسب پوشش تأثیر داشته باشد.

ج- آسانی دسترسی به تجهیزات و ماشین‌آلات؛

چ- خطر آسیب به اعتبار؛

ح- مناطق حساس زیست‌محیطی؛

خ- مناطق تأمین حیاتی (مانند بیمارستان‌ها، نیروگاه‌ها).

د- برای یک پروژه کامل بازسازی باید حدود کامل کار، بر اساس تجزیه و تحلیل دقیق داده‌های پیمایش و تعیین موارد مستلزم ترمیم، تعیین شود.

## پیوست ت (آگاهی‌دهنده)

### تغییرات اعمال شده در این استاندارد بر اساس الزامات فنی ارائه شده در استانداردهای IPS

در این استاندارد، با هدف بهره‌گیری بیشتر از مدارک استاندارد و شرایط بومی کشور، تا حد امکان، تغییرات کلی در رابطه با الزامات صنعت نفت کشور از استانداردهای IPS معرفی شده در پیش‌گفتار و سایر مدارک معتبر ارائه شده در متن این استاندارد، در منبع شماره ۱ پیش‌گفتار ایجاد شده است. این تغییرات شامل موارد زیر است:

#### ت-۱ بخش‌های اضافه شده

- بند ۱: با توجه به اینکه مجموعه استانداردهای ISO 21809 علاوه بر کاربردهای نفت و گازرسانی، مرجع اصلی تدوین مشخصات فنی پوشش بیرونی لوله‌های فولادی در کاربردهای آبرسانی و آبیاری هم هست، عبارت «و برای کاربردهای آبرسانی و آبیاری، خطوط انتقال (اصلی) و توزیع (فرعی) است. در صورت درخواست کاربر نهایی، سامانه‌های خط انتقال می‌تواند مطابق با استانداردهای ارائه شده توسط وی باشد.» اضافه شده است.

#### ت-۳ بخش‌های جایگزین شده

- عنوان استاندارد: با توجه به اینکه سری ISO 21809 علاوه بر کاربردهای نفت و گازرسانی، مرجع اصلی تدوین مشخصات فنی پوشش بیرونی لوله‌های فولادی در کاربردهای آبرسانی و آبیاری هم هست، لذا عبارت «پوشش بیرونی برای خطوط لوله مدفون یا غوطه‌ور مورد استفاده در سامانه‌های لوله‌گذاری» جایگزین عبارت زیر شده است:

"Petroleum and natural gas industries — External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems"

- متن استاندارد: به منظور بومی‌سازی در دامنه کاربری عنوان شده در این استاندارد بر اساس الزامات کشور و منابع معرفی شده، توصیه‌های منبع در بندهای مختلفی از متن الزام شده است.



## کتابنامه

- [1] ISO 14001, Environmental management systems — Requirements with guidance for use  
 یادآوری- استاندارد ملی ایران ایزو شماره ۱۴۰۰۱: سال ۱۳۹۷، سیستم‌های مدیریت زیست محیطی- الزامات همراه با راهنمای استفاده، با استفاده از استاندارد ISO 14001:2015 تدوین شده است.
- [2] ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories  
 یادآوری- استاندارد ملی ایران ایزو شماره ۱۷۰۲۵: سال ۱۴۰۰، الزامات عمومی برای احراز صلاحیت آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون، با استفاده از استاندارد ISO IEC 17025: 2015 تدوین شده است.
- [۳] استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۱۵۸۴ سال ۱۳۹۷، پوشش بیرونی برای خطوط لوله مدفون یا غوطه‌ور مورد استفاده در سامانه‌های لوله‌گذاری- قسمت ۱: پوشش برپایه پلی‌اولفین (پلی‌اتیلن سه‌لایه و پلی‌پروپیلن سه‌لایه)
- [4] ISO/TS 29001, Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Sector-specific quality management systems — Requirements for product and service supply organizations
- [5] EN 10204:2004, Metallic products — Types of inspection documents
- [6] EN 12501-2:2003, Protection of metallic materials against corrosion — Corrosion likelihood in soil — Part 2: Low alloyed and non-alloyed ferrous materials
- [7] ASTM E 29, Standard Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications
- [8] ASTM D4417, Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel
- [9] SSPC-SP2, Surface preparation specification No. 2 — Hand tool Cleaning
- [10] SSPC-SP3, Surface preparation specification No. 3 — Power tool cleaning
- [11] SSPC-SP11, Surface preparation specification No. 11 — Power tool cleaning to bare metal
- [12] Joint Surface Preparation Standard SSPC-SP 5/NACE No. 1, White Metal Blast Cleaning
- [13] Joint Surface Preparation Standard SSPC-SP 10/NACE No. 2, Near-White Metal Blast Cleaning
- [14] Joint Surface Preparation Standard SSPC-SP 6/NACE No. 3, Commercial Blast Cleaning
- [15] ISO 8501-3, Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness — Part 3: Preparation grades of welds, edges and other areas with surface imperfections

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۰۴۵۳: سال ۱۳۸۶، آماده‌سازی سطوح پایه فولادها قبل از اعمال رنگ و سایر محصولات مشابه - ارزیابی چشمی تمیزی سطح - قسمت ۳ - درجات آماده سازی جوش ها، لبه ها و سایر محل های با خرابی سطحی، با استفاده از استاندارد ISO 8501-3: 2006 تدوین شده است.

[16] ISO 8503-2, Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates — Part 2: Method for the grading of surface profile of abrasive blast-cleaned steel — Comparator procedure

[17] ISO 8501-2, Preparation of steel substrates before application of paints and related products -- Visual assessment of surface cleanliness -- Part 2: Preparation grades of previously coated steel substrates after localized removal of previous coatings

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰۴۵۳: سال ۱۳۸۶، آماده‌سازی سطوح پایه فولادها قبل از اعمال رنگ و سایر محصولات مشابه - ارزیابی چشمی تمیزی سطح - قسمت ۳ - درجات آماده‌سازی سطوح پایه فولادهای با پوشش بعد از حذف موضعی پوشش‌های قبلی، با استفاده از استاندارد ISO 8501-2: 1994 تدوین شده است.

[18] API 2217, Guidelines for Confined Space Work in the Petroleum Industry

[19] ISO 4628-1, Paints and varnishes — Evaluation of degradation of coatings — Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance — Part 1: General introduction and designation system

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۸۷۷: سال ۱۳۹۵، رنگها و جلاها - ارزیابی میزان تخریب پوشش‌ها - شناسه‌گذاری مقدار و اندازه نقایص و شدت تغییرات یکنواخت ظاهری - قسمت ۱ - مقدمه کلی و سامانه شناسه‌گذاری، با استفاده از استاندارد ISO 4628-1: 2016 تدوین شده است.

[20] ISO 8503-1, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates - Part 1: Specifications and definitions for ISO surface profile comparators for the assessment of abrasive blast-cleaned surfaces

[21] SSPC Guide 15, Field methods for extraction and analysis of soluble salts on steel and other nonporous substrates