

سازمان برنامه و بودجه

# محافظت اینیه فنی آهنی و فولادی در مقابل خورندگی

با کوشش

مرسد \* خواجه‌سوی

مرداد ماه ۱۳۹۶

نشریه شماره ۷۱۰

وزارت اسناد و اسناید

# فهرست: تحریات و فتر تحقیقات و استاد ارد های فنی

۱۲۵۰	غروه دین ماه	۱۲۵۰	رالله خبری ایران
۱۲۵۰	آبان ماه	۱۲۵۰	رالله هشتم مرداد ماه ۱۴۹۰ (قمرناوه و گند کاوس)
۱۲۵۰	آذر ماه	۱۲۵۰	بررسی ای فنی
۱۲۵۰	دی ماه	۱۲۵۰	طرح و محاسبه و اجرای رویدادهای بتنی در فرودگاهها
۱۲۵۰	دی ماه	۱۲۵۰	آزمایشگاه لوله های نخت فشارسیان و پیشنهاد نوزو در کارگاههای لوله کشی
۱۲۵۰	اسفند ماه	۱۲۵۰	ضمان فنی دستور العمل طرح و محاسبه و اجرای رویدادهای بتنی در فرودگاهها
۱۲۵۱	اردیبهشت ماه	۱۲۵۱	دفترچه شیمی و ساختهای واحد عملیات راههای فرعی
۱۲۵۱	خرداد ماه	۱۲۵۱	دفترچه نیب شرح قیمتیابی واحد عملیات راههای اصلی
۱۲۵۱	تیر ماه	۱۲۵۱	مطالعه و بررسی در تعیین ضوابط مربوط به طرح مدارس ابتدائی
۱۲۵۱	مرداد ماه	۱۲۵۱	بررسی فنی مددگاری زلزله ۲۱ فروردین ماه ۱۴۵۱ قبر و کارزین
۱۲۵۱	شهریور ماه	۱۲۵۱	برنامه ریزی فیزیکی بیمارستانهای عمومی کوچک
۱۲۵۱	شهریور ماه	۱۲۵۱	روزارت شی و حفاظت رویه آن
۱۲۵۲	اردیبهشت ماه	۱۲۵۲	زلزله ۱۷ آبان ماه ۱۳۵۰ بندر عباس
۱۲۵۲	خرداد ماه	۱۲۵۲	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش کارهای آجرو)
۱۲۵۲	شهریور ماه	۱۲۵۲	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش تعیین هزینه ساختی ماشینهای راهسازی)
۱۲۵۲	مهر ماه	۱۲۵۲	شرح قیمتیابی واحد تدبیر برای کارهای ساختمانی
۱۲۵۲	آبان ماه	۱۲۵۲	برنامه ویژی فیزیکی بیمارستانهای عمومی از ۱۵۰ تا ۲۲۰ تختخواب
۱۲۵۲	آبان ماه	۱۲۵۲	مشخصات فنی عمومی لوله ها و اتصالات سی - وی - سی برای مصارف آبرسانی
۱۲۵۲	آذر ماه	۱۲۵۲	روشن نصب و کارگذاری لوله های سی - وی - سی برای مصارف آبرسانی
۱۲۵۲	دی ماه	۱۲۵۲	جوشکاری در ساختمانهای فولادی
۱۲۵۲	آذر ماه	۱۲۵۲	تحمیز و سازمان دادن کارگاه جوشکاری
۱۲۵۲	دی ماه	۱۲۵۲	حواله پذیری فولادهای ساختمانی
۱۲۵۲	پیمن	۱۲۵۲	بارزرسی و کنترل گفتگی جوش در ساختمانهای فولادی
۱۲۵۲	پیمن ماه	۱۲۵۲	ایمنی در جوشکاری
۱۲۵۲	پیمن ماه	۱۲۵۲	زلزله ۲۲ دسامبر ۱۹۷۲ ماناگوا
۱۲۵۲	پیمن ماه	۱۲۵۲	جوشکاری در درجهات حرارت پائین
۱۲۵۲	پیمن ماه	۱۲۵۲	مشخصات فنی عمومی لوله کشی آب سرد و گرم و فاضلاب ساختمان
۱۲۵۲	اسفند ماه	۱۲۵۲	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش ملاتها
۱۲۵۳	اردیبهشت	۱۲۵۳	بررسی نحوه نوزیع منطقی ساختهای بدماهی سازی در گشور
۱۲۵۳	خرداد ماه	۱۲۵۳	مشخصات فنی عمومی برای طرح و اجرای انواع شمع ها و سرها
۱۲۵۳	خرداد ماه	۱۲۵۳	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش اندودها، قرنیزها و مندکی
۱۲۵۳	تیر ماه	۱۲۵۳	شرح قیمتیابی واحد تدبیر برای کارهای لوله کشی آب و فاضلاب ساختمان
۱۲۵۳	مهر ماه	۱۲۵۳	مشخصات فنی عمومی راههای اصلی
۱۲۵۳	مهراد ماه	۱۲۵۳	مشخصات فنی عمومی اسکلت فولادی ساختمان
۱۲۵۳	شهریور ماه	۱۲۵۳	مشخصات فنی عمومی کارهای بتنی
۱۲۵۳	شهریور ماه	۱۲۵۳	مشخصات فنی عمومی کارهای بتنی
۱۲۵۳	شهریور ماه	۱۲۵۳	مجموعه استاندارد نقشه کشی
۱۲۵۳	شهریور ماه	۱۲۵۳	مشخصات فنی عمومی اندود کاری
۱۲۵۳	شهریور ماه	۱۲۵۳	شرح قیمتیابی واحد تدبیر برای کارهای تاسیسات حرارتی و ترمیمه مطبوع
۱۲۵۳	شهریور ماه	۱۲۵۳	مشخصات فنی عمومی در وینجره
۱۲۵۳	شهریور ماه	۱۲۵۳	مشخصات فنی عمومی شده کاری در ساختمان
۱۲۵۳	شهریور ماه	۱۲۵۳	تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش مایکلاری، فرش کف
۱۲۵۴	اسفند ماه	۱۲۵۴	کاشیکاری و سرامیک کاری
۱۲۵۴	اردیبهشت ماه	۱۲۵۴	استاندارد پیشنهادی لوله های سخت سی - وی - سی در لوله کشی آبه آنانهای
۱۲۵۴	اردیبهشت ماه	۱۲۵۴	استاندارد پیشنهادی لوله های سخت سی - وی - سی در مصارف صنعتی
۱۲۵۴	خرداد ماه	۱۲۵۴	زلزله ۱۶ اسفند ماه ۱۳۵۳ سرخون "بندر عباس"
۱۲۵۴	تیر ماه	۱۲۵۴	استاندارد پیشنهادی انتقالی ای لوله های تخت فشاری سی - وی - سی
۱۲۵۴	تیر ماه	۱۲۵۴	مشخصات فنی عمرمن زاینای غریبی درجه بک و دو
۱۲۵۴	تیر ماه	۱۲۵۴	پیشنهاد پردازی در ساختمانهای اداری
۱۲۵۴	تیر ماه	۱۲۵۴	گزارش شماره ۱ مربوط به نمودارهای شبکه نکار در ایران
۱۲۵۴	تیر ماه	۱۲۵۴	مشخصات فنی عمومی کارهای نصب ورقیابی بوشی سلف
۱۲۵۴	شهریور ماه	۱۲۵۴	شرح قیمتیابی واحد تدبیر برای کارهای تاسیسات برق
۱۲۵۴	شهریور ماه	۱۲۵۴	زلزله های سال ۱۹۷۰ کشور ایران
۱۲۵۴	شهریور ماه	۱۲۵۴	راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله های سخت سی - وی - سی در لوله کشی
۱۲۵۴	مهر ماه	۱۲۵۴	آب سرد
۱۲۵۴	آذر ماه	۱۲۵۴	مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی
۱۲۵۴	آستانه ماه	۱۲۵۴	راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله های سخت سی - وی - سی در لوله کشی
۱۲۵۴	آذر ماه	۱۲۵۴	نزایل لازم برای طرح و محاسبه ساختمانهای سی - وی - آرد
۱۲۵۴	آذر ماه	۱۲۵۴	گزارش شماره ۲ مربوط به نمودارهای شبکه نکار در ایران
۱۲۵۴	دی ماه	۱۲۵۴	شرح قیمتیابی واحد تدبیر برای خداوت انتقال آب
۱۲۵۴	فروردین ماه	۱۲۵۴	شرح قیمتیابی واحد تدبیر برای شمکه توزیع آب

سازمان برنامه و بودجه

# محافظت اینیه فنی آهنی و فولادی در مقابل خورندگی

با کوشش

مرسد ۰ خواجهی

از آنجا که کاربرد اینیه فنی فولادی روبه تزايد بوده و محافظت این نوع اینیه در مقابل خورندگی حائز اهمیت بسیار میباشد ضرورت داشت که ضوابطی در این زمینه تهیه میگردید که مناسب با نیازهای کشور باشد و چون در حال حاضر نشریه و راهنمائی بزبان فارسی در مورد محافظت اینیه فنی فولادی و آهنی وجود ندارد مطالعاتی توسط خانم مرسده خواجهی کارشناس دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی دراین زمینه انجام گرفت و درنتیجه نشریه حاضرتهیه گردید، این نشریه ترجمه و تلخیصی از آئین نامه کشور انگلستان درزمینه محافظت دربابرخورندگی ( British Standard Code of Practice , CP 2008 ) میباشد که بعنوان راهنمای برای کمک به مهندسان ، سازندگان و سایر کسانی که انتخاب ، کاربرد و اقدامات محافظتی اینیه فولادی را در مقابل خورندگی برعهده دارند تهیه شده است .

ضوابط پیشنهاد شده در این نشریه پائین ترین حد قابل قبول استاندارد برای اینیه فنی از هر نوع میباشد ، گرچه ممکنست مواردی نیز پیش آید که استانداردهای پائین تر و روشهای ساده تری از آنچه در این نشریه است قابل قبول باشد لیکن مسلماً " مخارج تعمیراتی بعدی بیشتری بدبال خواهد داشت . همانطوریکه در مقدمه آئین نامه CP 2008 نیز تذکر داده شده است روشهای محافظتی جدید بطور مداوم بوجود آمده و توسعه پیدا مینمایند بنابراین توصیه های مندرج در آن نمیتواند نهائی بوده و موجب نفی کاربرد سایر روشهای که در عمل رضا پیت بخش میباشند گردد ، کاربرد موثر اقدامات محافظتی مدرن احتیاج به دانش وسیع در زمینه خورندگی و محافظت دارد بنابراین ضوابطی که تهیه گردیده با شرح مختصری از اصول کلی خورندگی فلزات آهنی ، طرحهای محافظتی ، محافظت کاتدیک شروع شده و سپس قسمتهای عملی که در مورد محافظت اینیه فنی جدید و همچنین تعمیرات میباشند شرح داده شده است . اینک این نشریه با قدردانی از زحمات خانم مرسده خواجهی در اختیار علاقمندان قرار میگیرد و امیدوار است مورد استفاده دستگاههای اجرائی و مهندسی قرار گرفته و زمینه ای برای تهیه استاندارد ملی جهت این امر میهم فراهم گردد .

## دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی

## فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>موضوع</u>
۱	قسمت اول - کلیات
۱	۱-۱ - هدف
۲	قسمت دوم - اصول کلی - خورندگی فلزات آهنی
۳ الی ۲	۲-۱ - مکانیزم خورندگی
۳ الی ۵	۲-۲ - عواملی که در میزان خورندگی نفوذ و دخالت دارند
۵ الی ۹	۲-۳ - خورندگی در هوا
۹ الی ۱۱	۲-۴ - خورندگی در خاک
۱۱ الی ۱۳	۲-۵ - خورندگی در آب
۱۳ الی ۱۴	۲-۶ - حالتهای خاص
۱۵	قسمت سوم - اصول کلی - طرق جلوگیری از خورندگی
۱۵	۳-۱ - کلیات
۱۵ الی ۱۷	۳-۲ - اصلاح کردن محیط
۱۷ الی ۲۶	۳-۳ - پوشش‌های محافظتی
۲۶	قسمت چهارم - محافظت کاتدیک
۲۷ الی ۲۹	۴-۱ - اصول کلی
۲۹ الی ۲۹	۴-۲ - موارد استعمال عملی
۲۹	۴-۳ - جنبه‌های ایمنی
۳۲ الی ۳۳	۴-۴ - اقتصادی بودن
۳۴	قسمت پنجم - محافظت اینیه فنی جدید
۳۴ الی ۴۱	۵-۱ - کلیات
۴۱ الی ۴۱	۵-۲ - انتخاب طرح محافظتی برای اینیه فنی در هوای آزاد
۶۶	۵-۳ - طراحی جزئیات
۶۷	۵-۴ - رطوبت ناپذیر کردن
۶۷ الی ۷۴	۵-۵ - آماده کردن سطح برای رنگ کردن

<u>صفحه</u>	<u>موضوع</u>
٧٦ الى ٧٤	٥-٦- رنگها
٨٤ الى ٧٦	٥-٧- طریقه استعمال رنگ
٨٥ الى ٨٤	٥-٨- سایر بوششها
٨٦	قسمت ششم- ابنيه فني و محیط های خورنده ای که احتیاج به وقت مخصوص دارند.
٨٧ الى ٨٦	٦-١- پلها
٨٨ الى ٨٧	٦-٢- ابنيه فني وابسته به معادن ذغال سنگ
٩٠ الى ٨٨	٦-٣- کارخانجات فولاد
٩٢ الى ٩٠	٦-٤- مخازن کاز عایق در مقابل آب
٩٢ الى ٩٢	٦-٥- ابنيه فني و شرایط گوناگون
٩٨ الى ٩٧	٦-٦- تاسیسات و ابنيه فني در زیر خاک
٩٨ الى ١٠٤	٦-٧- محافظت خارجي ابنيه فني غوطه ور و نيمه غوطه ور
١٠٥	قسمت هفتم- تعميرات
١٠٥ الى ١٠٥	٦-١- کليات
١٠٨ الى ١٠٦	٦-٢- زمان رنگ کردن مجدد
١١٢ الى ١٠٨	٦-٣- چگونگي رنگ کردن مجدد

## قسمت اول - کلیات

### -۱-۱ هدف

### -۱-۱-۱ ابنیه فنی

این دستورالعمل بطورکلی مربوط به محافظت ابنیه فنی ساخته شده از فولاد مانند پلهای ، بدنه ساختمانها ، برجها سقها و خطوط لوله میشود . محافظت ماشینها وسائل نقلیه و کشتیها بطور مستقیم شرح داده نشده است .

### -۲-۱-۱ ماده اولیه

مواد اولیهای که معمولاً "برای مصارف ساختمانی بکاربرده میشوند عبارتند از چدن ، فولاد خشک ( Wrought Iron ) ، فولاد نرم ( Mild Steel ) ، فولاد باعیارکم و فولاد زنگ نزن . ( فولاد زنگ نزن بندرت درجایی کم محافظت لازم داشته باشد بکاربرده میشود ) بجز چندمورد نادر این دستورالعمل برای حفاظت تمام فلزاتی که فوقاً "نامبرده شد بکاربرده میشود .

### -۳-۱-۱ محیط های خورنده

پیشنهادات در این دستورالعمل بجز درموارد نادر به حفاظت در مقابل سه عامل طبیعی یعنی هوا ، آب ، و خاک مربوط میشوند .

### -۴-۱-۱ مقیاسهای حفاظت

با وجود آنکه حفاظت و نگهداری فلز در بسیاری موارد میتواند با حذف کردن عامل خورنده ای از محیط انجام بگیرد ، ولی شیوه متداول بکاربردن یک پوشش محافظه ای مانند رنگ و یا فلزاتی بغیر از آهن که کمتر دچار خورندگی میشوند میباشد . در این دستورالعمل پوشش های محافظتی بطور کلی شرح داده شده اند . همچنین راهنمای لازم برای بکاربردن محافظت کاتدیک برای اینه فنی زیرخاک و یا زیرآب نیز داده شده است .

### -۵-۱-۱ مطالعه اقتصادی

مطالعه اقتصادی طرق مختلف حفاظت بقدرتی تحت تاثیر عوامل مختلف تغییر میکند که بحث کلی در آن مورد در این دستورالعمل ضروری بنظر نمیرسد .

آهن و فولاد هنگامیکه در معرض رطوبت قرار میگیرند خوردہ میشوند ، مکانیزم این خورندگی بطور کلی الکترو شیمیائی است . در بعضی نقاط که به نقاط آندیک ( Anodic Points ) معروف هستند آهن صورت یون وارد مایع میشود . این دخول بعنوان فعل و افعال آندیک معروف است . نقاط آندیک ممکن است در روی سطح فلز قشر اکسید ( Millscale \* ) تولید نمایند .

راههای دیگری که حمله آندیک ممکن است صورت بگیرد ذیلاً " شرح داده شده است . در هر حال بخاطر آنکه ورودیون به داخل مایع مستلزم پشت سرگذاشتن الکترون است این حالت تا هنگامی میتواند ادامه داشته باشد که در نقطه دیگری فعل و افعال کاتدیک ایجاد شده باشد تا الکترونها را مصرف نمایند .

فعل و افعال کاتدیک ممکنست تبدیل اکسیژن به هیدروکسیل ( OH- ) باشد . با وجود آنکه در مایعات اسیدی این عمل میتواند راثراً زادشدن گازهیدرژن نیز صورت گیرد . درنتیجه دیده میشود که جریان الکتریکی در یک پیل خورندگی ( Corrosion Cell ) باعث حمله به فلز در نقاط آندیک میشود ولی نقاط کاتدیک خوردہ نمیشوند .

شکل یک نشان میدهد که چگونه خورندگی در شکافی از قشر اکسید بر روی سطحی افقی ازیک ورقه آهن که در محلول کلرور سدیم غوطه و راست ایجاد میشود ، در اینجا فعل و افعال کاتدیک ، کاهش اکسیژنی است که به قشر اکسید میرسد ( قشر اکسید سطح کاتدیک را تشکیل میدهد ) .

از آنجائی که سطح گیرنده بزرگ است جریان خورندگی میتواند کاملاً " قوی باشد و از آنجائی که حمله آندیک در سطح کوچک متتمرکز است شکاف در قشر اکسید یعنی در حقیقت خورندگی در آنجا بسیار متراکم است .

اگر قشر اکسیدی برداشته شده و خورندگی در تمام سطح پراکنده شود از شدت آن کاسته میشود .

محصول آندیک یعنی کلرور آهن ( $FeCl_4$ ) و محصول کاتدیک یعنی هیدروکسید سدیم ( $NaOH$ ) هردو قابل حل بوده و مانع حمله نمی‌شوند.

در بعضی موارد این مواد یا محصولات وقتی با یکدیگر برخورد می‌کنند باهم وارد فعل و اتفاقاً شده و هیدروکسید آهن ( $Fe(OH)_3$ ) ایجاد می‌شود.

بطور معمول این هیدروکسید آهن بوسیله ترکیب با اکسیژن تبدیل به زنك زرد متعایل بقهوه‌ای می‌شود که بطور عمدۀ شامل  $Fe_2O_3$  و  $H_2O$  است.

قدرت جریان خورندگی و درنتیجه مقدار خسارت ویازیان واردۀ به فولاد بستگی به شرائط سطح فلز، ترکیب محلول آبی و طبیعت محصول خورندگی دارد.

تفاوت پتانسیل محلی که باعث ایجاد پیل خورندگی در روی فولاد عریان می‌شود در نتیجه عوامل زیر ایجاد می‌شود.

۱- قشر اکسید شکسته در روی فولاد، همانطور که در بالا شرح داده شد.

۲- تفاوت‌های محلی در ترکیب محلول، بطور مثال تفاوت در غلظت اکسیژن باعث می‌شود که در نقاطی که اکسیژن کم است فولاد خورده شود.

جریان خورندگی می‌تواند در نقاط مختلف یک بنای فنی که در آبهای بادرجهات شوری مختلف قرار داده شده است یا در لوله‌هایی که از داخل خاکهای با شرایط مختلف عبور می‌کنند ایجاد شود.

در سیستم‌های لوله‌کشی و امور شبیه آن نزدیکی و مجاورت با بعضی از فلزات غیرآهنی ممکن است باعث تشدید خورندگی فولاد شود. حتی اگر تماس فیزیکی هم بین قسمتهای آهنی و غیرآهنی وجود نداشته باشد.

در پیلهای خورندگی نسبت سطح آندیک و سطح کاتدیک دارای اهمیت بسیار است و هر قدر این نسبت کوچکتر باشد سرعت خورندگی در سطح آندیک بیشتر می‌باشد، این موضوع بطور مثال در مورد شکل یک صادق است زیرا شکاف ویابریدگی ایجاد شده در قشر اکسید که حمله خورندگی در آن مرکز است جزو بسیار کوچکی از تمام سطح است.

عواملی که در میزان خورندگی نفوذ و دخالت دارند

-۲-۲

شدت خورندگی معمولاً "بوسیله یک یا چند عامل معین کنترل می‌شود. معمولاً" هم رطوبت و هم اکسیژن برای زنك زدگی باید وجود داشته باشند بنابراین، در هوا که مقدار اکسیژن بسیار زیاد است عامل اصلی رطوبت می‌باشد. هنگامیکه میزان رطوبت از سطح معینی تجاوز کند آلودگی

هوا قطعی است .

در خاک مقدار اکسیژن ، مقدار آب و مقاومت خاک در مقابل خورندگی ، عوامل کنترل کننده هستند .

در آب اکسیژن و قابلیت هدایت الکتریکی عوامل مهم میباشد .

در آب و در خاک در اثر فعالیت باکتریها خورندگی حتی در غیاب کاز اکسیژن و یا اکسیژن محلول ممکن است ایجاد شود . معمولاً "میزان خورندگی بعدازمدتی بعلت موادی که در اثر خورندگی ایجاد شده و در سطح فلز جمع میشوند پائین میآید .

#### اثر شرایط سطح ۱-۲-۲

الف - قشر اکسید - صفحات فولادی و قسمتهایی که بوسیله نوردگرم ایجاد شده اند معمولاً "از یک لایه قرمز متتمایل با آبی اکسید آهن پوشانده شده اند ، این لایه به قشر اکسیدیا (Millscale) معروف است . ضخامت و قدرت چسبندگی این قشر اکسیدی بر حسب نوع و اندازه قسمت مربوطه و شرائط نورد تغییر میکند ، ضخامت ۵ تا ۰۵ میکرون (یک تا دو میل) در روی صفحات فولاد نرم معمولی است ، ولی کاهی بعلت شرایط حرارتی و یا نوع آهنگری و یا هنگامیکه صفحه را برای خم کردن به درون کوره میبرند ، ضخامت این لایه ممکنست به ۰/۵ میکرون نیز برسد . قشر اکسید بندرت بطور کامل و مداوم به فلز می چسبد ، معمولاً بعد از نورد هنگامیکه فولاد سرد میشود این لایه به مقدار زیاد ترک خورده و ورقه ورقه میشود و ممکن است که در طی عملیات بعدی از فلز جدا شود . این حالت ممکن است حتی بعد از رنگ کردن فلز (برای حفاظت) نیز اتفاق بیفتد . در نتیجه قشر اکسید پایه سالمی برای لایه محافظ نیست . علاوه بر این چون پتانسیل قشر اکسید در محلولهای رقیق آبی چنددهم ولت بیش از فولاد عریان است وجود آن در روی سطح فولاد باعث ایجاد یک پیل خورندگی میشود و در نقاطی که قشر اکسید شکسته شده است فولاد دچار خورندگی میشود .

ب - پوسته ریخته گری - پوسته ریخته گری در روی چدن در نتیجه فعل و انفعال لایه خمیری سلیسی یا فلز گرم بوجود می آیده خاصیت چسبندگی این لایه یا پوسته بیش از قشر اکسید است و غالباً "محافظتی برای فلز ایجاد میکند . آهن نورد شده و آهن ریخته شده که دارای ترکیبات یکنوع باشند هنگامیکه قشر اکسید و یا پوسته ریخته گری آنها ریخته شود با سرعتی یکسان خورده میشوند .

---

Mil \* - واحد طول معادل ۰۰۱/۰۲۵ اینچ (۰/۰۲۵ میلیمتر)

الف - کلیات - عمل خورندگی لایه قابل رویتی از زنگ بر روی تمام فلزات آهنی بجز فولاد زنگ نزن مقاوم ایجاد میکند. گاهی اوقات این لایه زنگبا جذب رطوبت باعث تشدید خورندگی فلز میشود، ولی بطور کلی وجود آن باعث کندی عمل خورندگی میشود. ترکیب فولاد بر روی ترکیب و خصوصیات لایه زنگ ونتیجتا" در یک زمان طولانی بر روی مقاومت فلز در مقابل خورندگی اثر میگذارد.

نتایج متفاوت بین اثر سرعت خورندگی انواع مختلف آهن و فولاد در هوای آزاد خیلی بیشتر از وقتی است که فلزات در زیرخاک و یادرزیز آب قرار داده شده باشند و این موضوع شاید به این دلیل باشد که هوای آزاد باعث فشردنی بیشتر لایه زنگ میشود.

ب - چدن - چدن بطريق مخصوص بخودخورد میشود، چدن خاکستری معمولاً "شامل عناصری غیر از آهن مانند کربن بشکل گرافیت، فسفربشکل فسفات آهن و سیلیکون بمقدار ۸ درصد میباشد. گرافیت و فسفات آهن معمولاً" در مقابل خورندگی مقاوم میباشد، غالباً در محصول باقیمانده از عمل خورندگی دیده میشوند، سیلیکون نیز معمولاً "باقی میماند، ولی غالباً" به صورت سیلیکا و یا سیلیکاتها اکسیده شده و باعث اتصال سایر اجزاء ترکیب کننده میشود.

در نتیجه عمل خورندگی باقیمانده غیرفلزی گرافیتی از خود بجای میگذارد که با وجود آنکه ظاهراً "شکل آن شبیه آهن اولیه است ولی بطور مسلم از لحاظ مکانیکی بسیار ضعیفتر است.

### خورندگی در هوا -۳-۲

#### مکانیزم -۱-۳-۲

\* در غیاب باران و ذرات آب شونده در سطح فلز زنگ زدگی شدید در هوا بارطوبت کمتر از ۷۰ درصد بعید میباشد، در رطوبتهای بالاتر از این مقدار میزان خورندگی تحت تاثیر عواملی است که بطور کلی عبارتنداز گازها و مواد جامدی که باعث آلودگی هوا میشوند.

ذرات آب شونده بسیار خطرناک هستند زیرا اگر بر روی سطح فولاد بنشینند زنگ زدگی حتی در رطوبت کمتر از ۷۰ درصد نیز ممکن است بوقوع بپیوندد.

درجہ حرارت محیط نیز بسیار موثر است ولی تغییرات در درجه حرارت که وقوع و مدت میغان

\* - موادی مانند کلرور کلسیم که مرطوب شده و هنگامیکه در معرض هوا میگردند تبدیل به مایع میشود.

راتعین میکنند از مقدار متوسط درجه حرارت قابل توجه تر است.

رطوبت، آلودگی و درجه حرارت هنگام تخمین درجه خورندگی یک محیط یا انتخاب پوشش محافظ لازم باید باهم در نظر گرفته شوند.

با وجود آنکه کلیه شرایط فیزیکی مجاور سطح فولادمانند درجه حرارت و رطوبت است که حائز اهمیت میباشد. ولی اطلاعات مربوط به شرایط جوی که در مسافت کوتاهی دوراز فلز گرفته شده است نیز میتواند راهنمائی باشد.

رطوبت ۲-۳-۲

رطوبت را میتوان بوسیله نمودارهای مانند شکل ۳ مطالعه کرد. محیطی که در آن رطوبت نسبی بندرت از ۷۵ درصد تجاوز میکند، بسیارکمتر از محیطی که رطوبت نسبی در آن زیاد است خورندگی میباشد.

آلودگی جو ۳-۳-۲

خورندگی هنگامیکه هوا حاوی مقداری اتیدرید سولفور و یانکهای خورنده مانند بعضی سولفاتها و کلرورها باشد تشید میباید. منشاء اصلی این نوع آلودگی هوا احتراق ذغال سنگ، سایر مواد سوختی و ترشح آب دریا است که تحت تاثیر حالت باد ممکن است ناچندین کیلومتر در ساحل نفوذ کند.

اثرکلی آنها بانتایج آزمایشات زیر که در انگلستان و نیجریه انجام شده است نشان داده شده است.

تمام سه آزمایشی که در نیجریه انجام گرفته در داخل فواصل ۳/۰ کیلومتر از بالاترین حد آب در ساحل گرفته شده است، هرقدر بخشکی بیشتر نزدیک شویم آلودگی در اثر کلرورها بسیارکمتر و خورندگی نیز بسیار بطئی تر است، یعنی مقداری در حدود ۵/۰ میکرون در سال در ۹ کیلومتری ساحل مشاهده شده است.

## جدول شماره ۱- اثر آلدگی هوا بر روی میزان زنگ زدگی

آلدگی سولفور انگلستان	آلدگی نسبی گوگرد بصورت ۳۰٪			
۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۱/۹	۱/۹
۴/۰	۴/۰	۴/۰	۳/۶	۳/۶

### ۴-۳-۲- اثر آب و هوای مختلف

مقدار خورندگی به قدر افزایش با شرایط غیرطبیعی محیط و بقدار کمتر با مقدار اینجا در نظر گرفته شد. از این‌جا نتیجه می‌شود که در شرایط خوب معمولی هوا آزاد فوار بگیرد، میزان خورندگی زاویه تماس تغییر نمی‌کند.

برای یک صفحه فولاد نوچه که در شرایط خوب معمولی هوا آزاد فوار بگیرد، میزان خورندگی میکرون در سال، در آب و هوای خشک تابستانی میلادی خوب می‌باشد. در منطقه ای از نوچه تغییرات این مقدار در شرایط خوب معمولی هوا آب دریا است تغییر نمی‌کند.

در غیاب آلدگیها غیر طبیعی هوا میزان خورندگی در انگلستان بین ۲۵ میکرون در سال تا ۱۷۵ میکرون در سال در مناطق مختلف تغییر نمی‌کند.

### ۴-۳-۲- اثر ترکیبات فلز

نوع و ترکیب شیمیائی فلزات آهنی اثر قابل توجهی در مقاومت آنها در مقابل خورندگی در خواهد دارد.

الف- فولادهای نرم با ترکیبات یکسان ولمساخته شده در آن مقدار خورندگی متفاوت باشند. متفاوت بطور کثی با سرعت یکسان خوردگی میشوند، اضافه کردن مقدار کربن ناچار است تا در ۲۵٪ درصد اثر بسیار کمی دارد.

آهن با حداقل کردن ممکنه در مقابل خورندگی چندان بیشتر از فولاد نرم مقاومت نمی‌کند. مقادیر کمی از انواع عناصر مرکب بخصوص مس، کرم و نیکل بطرز محسوسی مقاومت آهن و فولاد را در مقابل خورندگی در هوا آزاد افزایش میدهند. مقداری از این عناصر ناچارا "همراه با قراضه ای که در ساخت فولاد مصرف میشود وارد فولاد میشوند مثلاً" وجود می‌شود از ۳٪

درصد در فولادهای انگلیسی امری متداول است . اثر وجود مس بخصوص بسیار محسوس است . همانطور که در شکل ۴ دیده میشود در ابتدا با ازدیاد مقدار مس سرعت خورندگی بمقدار زیادی کم میشود . ولی بعد از حد معینی ( این حد بستگی بمقدار سولفور موجود در فولاد دارد ) اضافه کردن مس تاثیر چندانی ندارد .

#### ب - فولاد با عیارکم ( Low-alloy steel )

فولادهای کم عیار مقدار کمی عناصر ترکیبی دارند . بعضی از این فولادها مثلاً " فولادی با یک درصد کرم ، ۰/۶ درصد مس و مقدار قابل توجهی فسفر و سیلیکون با سرعتی بمیزان  $\frac{1}{3}$  کمتر از فولاد نرم خورده میشوند .

البته این نوع فولادها صدرصد در مقابل خورندگی مقاوم نبوده و بهتر است که به آنها عنوان فولادی که آهسته خورده میشود اطلاق شود . مقاومت در مقابل خورندگی مس و فولاد کم عیار در هوای آزاد با تشکیل لایه فشرده ای از زنگ بستگی دارد .

طرز عمل نسبی بعضی فولادهای نرم ، فولادهای حاوی مس و فولادهای کم عیار در مناطق صنعتی و در هوای آزاد کوهستانی در شکل ۵ نشان داده شده است .

خورندگی در سال اول بسیار شدید است و اثر وجود عناصر مرکب در محیط های خورنده محسوس‌تر میباشد ،

پ - چدن - چدن مقاومت نسبتاً " خوبی در مقابل خورندگی در هوا دارد ، بخصوص اگر لایه ایجاد شده در اثر ریخته گری هنوز وجود داشته باشد .

ت - فولاد خشک - مقاومت فولاد خشک در مقابل خورندگی بستگی به خلوص آن دارد . فولاد خشک سوئدی که تقریباً هیچ نوع تفاله ای ( Slag ) ندارد در هوای آزاد بمقدار ۲۵ درصد سریعتر از فولاد نرم زنگ میزند درحالی که فولاد خشک انگلیسی که مقدار خیلی بیشتری تفاله دارد حدود ۲۵ درصد کندتر از فولاد نرم زنگ میزند یکی از دلائل این موضوع وجود تفاله است که از نفوذ خورندگی جلوگیری میکند .

ث - فولادزنگ نزن - فولادهای زنگ نزن شامل درصد زیادی کرم و غالباً " سایر عناصر مرکب میباشد .

مقاوم ترین فولاد ، یعنی فولادی با ۱۸ درصد کرم و ده درصد نیکل و دو درصد مولیبدن معمولاً در هوای معمولی خورده نمیشود و این خاصیت بعلت وجود لایه مقاوم و نازک اکسیدی در روی سطح آن است که حتی اگر سطح صدمه ببیند این لایه خود بخود ترمیم شده و شکل میگیرد .

فولادهای زنگ نزن معکن است که در محیط غیر اکسیدکننده که نمیتواند قشر اکسیدی را ترمیم کند مقاومت در مقابل خورندگی خود را از دست بدهد.

#### خورندگی در خاک      -۴-۲

#### کلیات      ۱-۴-۲

شدت خورندگی فلزات در زیر خاک، بستگی با آن دارد که فلز در مجاورت خاک دست خورده ( Disturbed ) و یا دست نخورده ( Undisturbed ) قرار گیرد.

خورندگی لوله‌های در زیر خاک ممکن است مسائل جدی بوجود آورد، مگر آنکه اقدامات لازم و مناسب انجام گیرد.

مطلوبی که ذیلا " شرح داده میشود مربوط به موقعیتی است که لوله و یا عضو فلزی در زیر خاک دست خورده قرار داده شده باشد . حالت خاک دست خورده هنگامی بوجود می آید که گودالی برای قرار دادن لوله و یا کابل کنده شود و یا هنگامیکه گودالی برای قرار دادن یک پایه یا تیر فولادی حفر می شود و در این حالت وضعیت خاک با خاک مجاور که دست نخورده است کاملا " فرق میکند .

#### مکانیزم      -۲-۴-۲

خورندگی آهن و فولاد بطور عمده تحت تاثیر شرایط فیزیکی و شیمیائی خاکهای مجاور میباشد . مهمترین عامل وجود مقدار اکسیژن است که با توجه به اهمیت آن باید تمایزی بین خاکهای هوایذیر ( Aerobic ) که بخارط طبیعت رطوبت پذیریشان حاوی مقدار زیاد اکسیژن و خاکهای غیر هوایذیر ( Anaerobic ) که هیچگونه اکسیژن آزاد ندارند در نظر گرفته شود .

الف - خاکهای هوایذیر - در خاکهای هوایذیر مانند خاکهای شنی و گچی ، هوابسانی میتواند به لوله سایر ابنيه فنی که در زیر خاک قرار داده شده باشد برسد . این خاکها آبرانیز باسانی بخود میکشند و در نتیجه لایه‌ای از زنگ بروی سطح فلز هنگامیکه فلز مرطوب میشود ایجاد شده و باعث جلوگیری از خورندگی بیشتر میشود .

ب - خاکهای غیرهوایذیر - با وجود آنکه اکسیژن برای ایجاد خورندگی یکی از عوامل بسیار مهم است و این خاکها هیچگونه اکسیژن آزاد ندارند ، ولی غالبا " بسیار خطرناک میباشند ، زیرا حاوی نوعی باکتری هستند که باعث خورندگی میشود . این باکتری در خاکهای سنگین رس ، گل ساحلی و خاکهای مشابه رشد و نمو میکند .

مواد حاصل از خورندگی مخلوطی از زنگ و سولفات سیاه آهن میباشد . خاک تازه مجاور نیز تغییر

رنگ داده و هنگامیکه با اسید کلریدریک (C<sub>11</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>3</sub>) مروطوب میشود هیدرژن سولفوره (H<sub>2</sub>S) آزاد میکند.

پ - عوامل دیگر - عوامل دیگری که در خورندگی خاک موثر میباشند عبارتند از .

۱- اسیدی و باقلبائی بودن خاک، معمولاً "خاکهای اسیدی دارای خاصیت خورندگی بوده، و خاکهای با درجه قلیائی بالا خاصیت خورندگی ندارند.

۲ - مقاومت الکتریکی خاک - هرقدر مقاومت الکتریکی خاک بالاتر باشد احتمال بوجود آمدن خورندگی شدید کمتر است .

۳- اختلاف پتانسیل - اختلاف پتانسیل در نقاط مختلف یک قطعه فلزی ممکن است باعث بوجود آمدن جریان الکتریکی شود که وارد قطعه شده ، در طول آن حرکت گوده و سپس آنرا ترک می کند . جریان مشبت در محلی که وارد می شود باعث حلوگیری از ایجاد خورندگی شده ولی در محلی که خارج میشود باعث تشدید خورندگی میشود .

چنین شرایطی یعنی بوجود آمدن اختلاف پتانسیل در حالتی اتفاق میافتد که خطوط لوله و یا کابل از میان خاکهای غیر مشابه و درزی بر پوششهای خاکی مختلف عبور میکنند.

این شرایط همچنین ممکن است از زندگی و مجاورت به سیستمهای جویان مستقیم یا سایر ابنيه فنی که بطور کاتدیک محافظت شده اند ایجاد شود.

ت - خاکهای دستی - خورنگی شدید ممکنست در مجاورت خاکهای دستی که حاوی خاکستر یا مواد رسی باشد بوجود آید .

ایجاد خورنده‌گی بعلت اسیدی بودن این مواد نیست ، بلکه بعلت وجود مواد قابل حل در آب میباشد که این مواد با آب موجود در خاک، الکترولیتی با مقاومت کم تولید مینمایند . هر نوع ماده کربنی سوخته نشده نیز ممکن است با عمل کردن بصورت کاتد پیل خورنده‌گی و با جذب رطوبت موجود در جوار فلز باعث تشدید خورنده‌گی شود .

میزان خورندگی -۴-۳

تراكيب آهن یا فولاد در حد معمولی که برای ساختن ابنيه فنی بکار می‌روند اثر بسیار کمی دارند و مقاومت آنها در مقابل خوردگی در خاک دارد.

در غالب خاکهای معمولی مقدار کلی خورندگی که از روی حد متوسط خورندگی در وزن ، در واحد سطح بدست می‌آید بندورت از ۷۵ میکرون در سال تجاوز میکند .

خورندگی در اثر اعمال شیمیائی (Pitting) خیلی سریعتر از حمله کلی است یعنی حدود ده برابر بیشتر است . میزان خورندگی  $1/5$  میلیمتر در سال برای خطوط لوله گزارش شده است . ولی تجربه نشان داده که مقدار خورندگی در اثر اعمال شیمیائی و مقدار خورندگی کلی بعروف زمان کمتر میشود .

### خورندگی در آب

- ۵-۲

"عمولاً" خورندگی فلزات در آبهای طبیعی بوسیله مکانیزمی شبیه به آنچه که در شکل یک نشان داده شده است صورت میگیرد . در این مورد مقدار اکسیژن عامل کنترل کننده میباشد . برای بعضی آبهای اسیدی و یا آهکی ، اهمیت ترکیب شیمیائی و درجه حرارت آب نیز ممکن است به اندازه اهمیت وجود اکسیژن باشد . سرعت جریان آب نیز موثر میباشد .

الف - اکسیژن - بسیاری از آبهای طبیعی حاوی هوا و مقدار کافی اکسیژن برای بوجود آوردن خورندگی میباشد . خورندگی در آبهای که بمصارف صنعتی میرسند نیز غالباً "علت وجود اکسیژن میباشد . هنگامیکه مقدار اکسیژن به صفر میرسد مانند آب رودخانه های آلوده و بندرگاهها ، خورندگی ممکن است در اثر فعالیت باکتری بوجود آید .

خورندگی داخلی لوله های آهنی ممکن است قشر برآمده ای از زنك در داخل لوله بوجود آورد که در نتیجه میزان اکسیژن را در یک محل محدود نموده و باعث بوجود آمدن خورندگی در اثر تفاوت مقدار اکسیژن میشود . شرایط غیر هوایذیر که مناسب برای رشد باکتری میباشد در زیر این قشر بوجود آمده و فولاد بطرز شدیدی خورده میشود .

ب - ترکیب - آبهای طبیعی از لحاظ ترکیبات با یکدیگر تفاوت بسیار دارند . حدود تغییرات آنها از آب بعضی دریاچه ها که تقریباً "مانند آب" تصفیه شده است تا آب بعضی دریاچه های نمک مانند دریای مرده (Dead Sea) میباشد .

نمک آب خلیج های کوچک کمتر از آب دریاست ولی این نوع آبهای غالباً بوسیله عملیات صنعتی ، کشتیرانی و فاضلاب آلوده میشوند .

پائینتر از حد معینی تاثیر پلیهای خورندگی بوسیله هدایت الکتریکی آب که خود بستگی به محتویات جامد حل شده در آب دارد تعیین میشود .

غلظت بسیار کمی از مواد نمکی کافیست تا پلیهای خورندگی را وارد کنده در مقدار حداقل فعالیت کنند . یعنوان مثال ، در محلولهای کلروسیدیم بعد از آنکه غلظت کلروسیدیم به حد  $P\cdot P\cdot m 1000$  میرسد بعیان خورندگی آهن چندان اضافه نمیشود . بطور کلی ، تحت

شایط مشابه آهن و فولاد در آب دریا سریعتر از آب معمولی خوردگی می‌شوند.

طبیعت مواد جامد حل شده، مقدار  $\text{CO}_2$  آزاد و  $\text{CO}_2$  ترکیب شده بسیار مهم هستند.

مقداری از آبهای آشامیدنی و همچنین آبهای طبیعی هنگامیکه درجه حرارت بالا می‌رود در روی سطح فلزی که دچار خورندگی است تولید رسوب کربنات کلسیم مینمایند. اگر قشر کربنات کلسیم دارای ساختمان کربناتالی باشد از خورندگی زیادتر جلوگیری مینماید.

هنگامیکه آهن و فولاد در آب دریا قرار داده می‌شوند، رسوبات آهکی که دارای ارزش محافظتی می‌باشد، روی سطح فلز ایجاد می‌شوند. بخصوص هنگامیکه محافظت کاتدیک بکاربرده می‌شود.

پ - درجه حرارت - اثر درجه حرارت در خورندگی آب بر حسب شرایط کار تفاوت مینماید. بطور کلی، فعل و انفعالات خورندگی هنگامیکه درجه حرارت بالا می‌رود شدید

می‌شوند. در آبهای درحال جریان برای هر ۱۰ درجه سانتیگراد افزایش درجه حرارت (بالاتر از درجه حرارت آتمسفر) فعل و انفعالات خورندگی دو برابر شدیدتر می‌شوند.

این موضوع در درجات بالاتر بر عکس می‌شود زیرا حلایق اکسیژن کمتر می‌شود، نتیجتاً در سیستمهای باز که گازها با آسانی می‌توانند خارج شوند در حرارت‌های ۲۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد میزان خورندگی معمولاً بقدار حداقل میرسد ولی بالاتر از این حد تا حد جوش میزان خورندگی کمتر می‌گردد.

چنین حد اکثری در سیستمهای بسته وجود ندارد، زیرا اکسیژن در داخل آنها باقی می‌ماند ولی مقدار خورندگی معمولاً هنگامیکه مقدار اکسیژن در اثر اعمال خورندگی به حداقل بررسد کمتر می‌شود.

ت - سرعت جریان - حرکت آب معمولاً "بعثت آنکه مقدار اکسیژن را که به سطح فلز می‌رسد زیادتر می‌نماید مقدار خورندگی را نیز بالا می‌برد.

سرعت زیاد آب ممکن است از چسبیدن مواد حاصله از خورندگی که حالت حفاظتی دارند جلوگیری بنماید. در بعضی مواقع که فولادهای از انواع مختلف در تماس هستند، این افزایش خورندگی قابل توجه است. در یک تجربه هنگامیکه دو قطعه فولاد در دو نوع مختلف بیکدیگر متصل شده و در آب دریا قرارداده شده بودند مقدار خورندگی هنگامیکه آب با سرعت ۳ متر بر ثانیه حرکت می‌کرد ۵ تا ۱۵ برابر بیشتر از هنگامی بود که آب ساکن بود.

آبهای متلاطم خورندگی‌های بسیار شدید ایجاد می‌کنند.

در لنگرگاه ها و محلهای مشابه ، سایندهی شن ممکن است باعث تشدید خورندگی شود .

#### حالتهای خاص

-۶-۲

تماس با هرنوع ماده جامد مانند گچ ، چوب و بعضی انواع بتن اگر رطوبت وجود داشته باشد به مقاومت در مقابل خورندگی فلز لطمه میزند . در جائی که تماس غیر قابل جلوگیری است باید بین قسمتها مواد جداگانه مناسب قرار داده شده وبا عملیات عایق رطوبتی صورت بگیرد .

#### ملات سیمان و بتون

-۶-۱

اثر ملات سیمان و بتون بر روی آهن و فولاد محاط شده در آنها وبا در تماس با آنها بوسیله عوامل زیر تعیین میشود .

۱ - اغلب ملاتهای سیمان و بتون قلیائی هستند ، مقدار قلیائی بودن محلولهای سیمان پوتلند در حدود  $\text{PH} = 12/5$  است که این مقدار برای جلوگیری از زنگ زدگی کافی میباشد ولی این مخصوصیت اگر در بتون مقدار زیادی سولفات کلسیم علاوه بر هیدروکسید کلسیم داشته باشد از بین میرود .

۲ - ملات سیمان و بتون این حالت قلیائی را هنگامیکه در معرض هوا قرار میگیرند حفظ نمیکنند .  $\text{CO}_2$  موجود در گو، لایه سطحی آنها را به مواد کمتر قلیائی که مقاومتی در مقابل خورندگی ندارند تبدیل میکند . این فعل و افعال همراه با افزایش حجم باندازه  $\frac{1}{4}$  است . این موضوع هنگامیکه بتن از نوع خوب باشد ممکن است باعث عایق بندی لایه سطحی شود .

۳ - حفاظتی که برای فولاد ایجاد میشود بطور عمده به ترکیب و فشردگی بتن و ضخامت پوشش بستگی دارد . بتن های از نوع خوب معمولاً " از این نظر رضایت بخش هستند ولی بتن های کم مایه و بتون هایی که با نسبتهای نامناسب آب و سیمان ساخته میشوند از خورندگی فولاد جلوگیری نمی کنند . ترکهایی با اندازه های متفاوت که ابتدا با ترکهای موئی شروع میشوند در ملاتهای سیمان و در بتن بوجود میآید .

۴ - تمام پوسته های زنگ سست و قشر اکسید باید از سطح فولادی که در داخل ملات سیمان و یا بتن قرار داده میشود پاک شوند ، ولی سایر طرق آماده کردن سطح لازم نیست . یک شستشوی با سیمان برای حفاظت فولادتا هنگام جاگزاری کافی بنظر میرسد .

۵ - برای جلوگیری از خورندگی ، ضخامت پوشش فولاد باید معمولاً " بین ۳۵ و ۷۵ میلیمتر

برای ابنيه فني در فضای آزاد و در زیرآب ، و برای ابنيه فني در فضاهاي مسدود  
20 ميليمتر باشد .

ع - استفاده از مواد پرکننده اي که نمک دارند باعث وارد شدن کلرور در داخل بتون  
شده و ارزش محافظتی آنرا گاهش ميدهد .

۷ - برای تسریع در گرفتن بتون گاهی مواد شیمیائی به مخلوط بتون اضافه می شود . اضافه  
گردن حدود ۲ درصد کلرور کلسیم که با درنظر گرفتن وزن سیمان محاسبه شده باشد برای  
بتون . لح بآ فولاد نرم قابل قبول است . احتیاطهای زیر هنگام بکار بردن کلرور کلسیم  
باید بکار برده شود .

الف - این ماده هیچگاه نباید بیش از حداقل لازم بکار بوده شود . وبخصوص هیچگاه  
بیش از دو درصد (برحسب وزن سیمان) نباید بکار رود .

ب - در موقعی که کلرور کلسیم بکار برده میشود ، بتون باید با سیمان پرتلند معمولی  
ساخته شود و از کاربرد انواع دیگر سیمان از قبیل سیمان مقاوم در مقابل سولفات خودداری گردد .

پ - توجه کافی برای ایجاد حداقل تراکم بتون و همچنین ضخامت پوشش مناسب برای  
فولاد باید مبذول شود .

ت - عمل آوردن بتون نباید با بخار صورت گیرد زیرا این امر باعث افزایش مقدار  
کلرور آزاد باقیمانده در بتون میشود .

### قسمت سوم - اصول کلی - طرق جلوگیری از خورندگی

#### کلیات

-۱-۳

همانطور که در قسمت دوم شرح داده شد ، تغییرات در ترکیب فلزات راه حل جزئی در مسئله تقلیل خورندگی ابنيه ساخته شده از آهن و فولاد میباشد .

طرق جلوگیری کلی مورد نیاز هستند و این طرق به سه گروه اصلی تقسیم میشوند .

الف - اصلاح کردن محیط

ب - پوشش‌های محافظتی

پ - محافظت کانتدیک

#### اصلاح کردن محیط

-۲-۳

#### خورندگی در هوا

جلوگیری از خورندگی بوسیله اصلاح هوا الزاماً محدود به فضاهای بسته است . در اینجا میان رطوبت در روی سطح فلز که یا بوسیله تغییرات سریع در درجه حرارت و یا بوسیله انجام عملیات مرطوب کننده هوا در داخل ساختمان ایجاد میشود ، اغلب باعث خورندگی شدید میشود .

اقدامات اصلاحی شامل پوشاندن فولاد با موادی که هادی گرما نیستند ، گرم کردن فضا و نصب دستگاه تهویه مطبوع برای کاهش رطوبت نسبی آلودگی هوا میباشد .

برای جلوگیری از زنگ زدگی ، رطوبت نسبی باید به حدود ۵۰ درصد کاهش یابد و هیچگاه نباید از ۷۰ درصد تجاوز کند . برای این منظور خشک کننده هارامیتوان در فضای مسدود و در مکانی که تغییرات هوا مکرر نیست بکار برد . جلوگیری کننده های فوار نیز که یک قشر محافظ و نازک در روی سطح فلز ایجاد میکنند میتوانند مفید باشند .

#### خورندگی در خاک

-۲-۲-۳

خاک ریزیهای مخصوص برای کاهش خورندگی ابنيه فنی فولادی که دوزیور خاکهای بسیار خورنده قرار داده میشوند بکار بوده میشود بعنوان مثال :

خطوط لوله بوسیله مواد قلیائی مانند گچ ، سنگ آهک و شنهاي آهکي به ضخامت ۱۵۰ میلیمتر و یا بیشتر محصور میشوند این طریقه موقتاً " شرایط خاک غیر هوایذیر را به شرایط هوا پذیر

تغییر میدهد . ولی تجربه نشان داده که خورندگی را افزایش میدهد .

### خورندگی در آب

-۳-۲-۳

هنگامیکه مقدار آب محدود است ، بخصوص در سیستمهای آب بسته بوسیله تصفیه آب میتوان مقدار خورندگی را بقدار بسیار زیاد کاهش داد .

آسانترین طریقه متعادل کردن ترکیب آب است ، به عنوان مثال با اضافه کردن آهک ، یک لایه آهکی در روی سطح فولاد ایجاد میشود . ایجاد چنین لایه محافظتی را میتوان با بالابردن محتمل ربعی سخت کننده های بی کربناتی تسريع کرد . با اینحال خارج کردن گازهای حل شده در آب نیز مناسب میباشد .

از نظر نظر اقتصادی تصفیه مقادیر زیاد آب صحیح نیست ، ولی خارج نمودن هوای آبی که در داخل خطوط لوله جریان دارد امکان پذیر است .

خارج نمودن هوای غالباً "در انر عملیات حرارتی و فیزیکی انجام میگیرد . این عملیات اغلب با عملیات شیمیائی توأم است . بعنوان مثال آهک برای ازبین بودن  $\text{CO}_2$  و سولفات سدیم یا هیدرازین برای از بین بودن باقیمانده اکسیژن بکار میروند .

مقادیر کمی از مواد شیمیائی را میتوان برای جلوگیری از خورندگی هنگامیکه قیمت مطرح نباشد ، در سیستمهای سردکننده ساکن و همچنین در بسیاری از سیستمهای ساکن آب بکار بود .

جلوگیری کننده های مناسب برای آهن و فولاد ، کرماتهای قلیائی ، نیتراتها ، فسفاتها ، بنزوئاتها ، کربناتها ، براتها ، سیلیکاتها و هیدروکسیدها هستند . در مرور انتخاب آنها باید از اشخاص مطلع سؤال کرد . موثر بودن این جلوگیری کننده ها بستگی به  $\text{PH}$  آب دارد . ذر  $\text{PH}$  صورت لزوم این  $\text{PH}$  باید تعديل شود . مقدار لازم از جلوگیری کننده و همچنین میزان  $\text{PH}$  بستگی به نوع جلوگیری کننده دارد .

ترکیب ، سرعت جریان آب و شرایط سطح فلز اثر بسیار زیادی در مقدار جلوگیری کننده ای که باید بکار برد شود دارند .

بعنوان مثال ، مقدار  $250 \text{ P}_{\text{m}}$  تا  $500 \text{ P}_{\text{m}}$  از نیترات سدیم برای جلوگیری از خورندگی فولاد نرم در غالب آبهای تازه کافیست . در صورتیکه حداقل  $2500 \text{ P}_{\text{m}}$  در آب دریا مورد لزوم است .

با آزمایشات مقدماتی در مورد جزئیات طرز عمل میتوان تصمیم گرفت . اضافه کردن مقدار غیر کافی از جلوگیری کننده هایی که مانع فعل و انفعال آندیک میشوند ، خطرناک میباشد .

زیراجلوگیری جزئی ، حمله را بروزی سطح محدودی متوجه مینماید و ممکن است خورندگی شدید ایجاد کند . اگر دریک سیستم ، فلزات آهنی و غیرآهنی باهم وجود داشته باشند ممکن است اشکالاتی ایجاد شود . بعضی موقع این اشکالات را باکاربردن مخلوطی از جلوگیری کننده ها میتوان برطرف کرد . بعنوان مثال ، نیترات سدیم آهن و فولاد را محافظت میکند ، ولی به قسمتها لحیم شده صدمه میزنند ، این قسمتها را میتوان با اضافه کردن مقداری بنزوئات سدیم محافظت کرد .

بعضی از جلوگیری کننده ها سمی هستند و در بکاربردن آنها باید احتیاط کرد .

#### پوششهای محافظتی -۳-۳

نکات اصلی در طرحهای محافظتی ، آماده کردن صحیح سطح قبل از بکاربردن پوشش محافظتی ، رطوبت ناپذیر کردن و ضخامت مناسب پوشش میباشد .

#### پوششهای فلزی -۳-۱

فولاد را در مقابل خورندگی میتوان بوسیله پوشش آن با فلزات غیرآهنی مقاوم محافظت کرد . روی و آلومینیوم بطور معمول برای صفحات و قسمتها فولادی بکار میروند . هردوی این فلزات در هوای آزاد بیشتر از آهن مقاومت میکنند ولی در هوای مرطوب وآلوده مانند داخل تونل راه آهن ، روی به همان سرعت فولاد خوردگی میشود .

پوششهای روی و آلومینیوم این مزیت را نیز دارند که در مقابل سائیدگی بیشتر از رنگ مقاومت کرده و بخارتر آنکه نسبت به آهن آندیک هستند ، فولاد را در محل هائی که پوشش کامل نبوده و یا صدمه دیده است محافظت میکنند .

پوششهای روی وآلومینیوم بضخامت حداقل ۲۵ میکرون محافظت کافی در مناطق زراعتی ایجاد می کنند ولی در محیط های خورنده ضخامت پوشش باید بیشتر باشد و یا این که باید سطح را رنگ کرد . دوام پوشش روی وآلومینیوم تقریباً " متناسب با حد متوسط وزن پوشش در واحد سطح است .

از روی به چند طریق میتوان استفاده کرد . ولی طریق استفاده چندان اثرباری در دوام پوشش ندارد بلکه وزن و یکنواختی پوشش عوامل موثر میباشند . پوشش آلومینیوم را معمولاً " بوسیله اسپری کردن و عملیات مشابه میتوان بکار برد .

#### رنگها و سیستم های رنگ -۳-۲

الف - ناقلهای رنگ و چکونگی خشک شدن رنگ - رنگ بطور عمده شامل مواد جامد رنگ

جدا از هم بنام ماده رنگی (Pigment) است که دو یک مایع بنام ناقل بطور پراکنده و معلق قرار گرفته اند . اگر این مایع را بصورت نازکی پهنه کنیم به مرور زمان بصورت یکقشر چسبنده خشک در می آید . لازم است که این حالت خشک شدن رنگ پس از چند ساعت ایجاد شود . برای بسیاری از رنگها یکی از حالت‌های زیر اتفاق می‌افتد .

۱- تبخیر یک حلال از ناقل ، که از خود قشری از مواد جامد بجای می‌گذارد . بعنوان مثال ، پوششهای شامل قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی در یک حلال آلتی .

۲- تبدیل اجزاء تشکیل دهنده ناقل ، بعنوان مثال تغییر شکل روغن بزرک به حالت جامد ، بوسیله تغییرات شیمیائی که بطور عمده شامل اکسیداسیون بوسیله اکسیژن هوا است صورت می‌گیرد . رنگها غالباً " شامل مواد خشک کننده ای هستند که این تغییرات را تسريع می‌کنند .

۳- پلیمریزاسیون ، میعان یا فعل و انفعال بین اجزاء ناقل ، این اعمال با قرار دادن یک ماده بعمل آورنده در رنگ یا بوسیله حوارت دادن انجام می‌گیرد .

بسیاری از رنگهای معمولی طبق اصول دوم خشک می‌شوند . طبیعت حلال در عمل خشک شدن بسیار مهم است . اگر حلال به کندی تبخیر شود خشک شدن بتعویق می‌افتد و رنگ هنگامیکه در معرض شرایط سخت هوا قرار می‌گیرد صدمه می‌بیند . تبخیر بسیار سریع حلال نیز ممکن است نتایج بدی داشته باشد بعنوان مثال ممکن است باعث میان رطوبت هوا در روی سطح رنگ شده بشود . در این دستورالعمل چهار نوع ناقل رنگ در نظر گرفته شده است .

#### ۱- ناقلهای روغنی (Oil-based Vehicles)

این ناقلهای بطور اصلی از روغن‌های خشک کننده نباتی مانند روغن بزرک و روغن‌های نباتی بدون آب تشکیل شده اند .

#### ۲- ناقلهای رزین اولئو (Oleic-resinous Vehicles)

که بوسیله ترکیب رزینها با روغن‌های خشک کننده تهیه می‌شوند .

#### ۳- ناقلهای رزین آلکايد (Alkyd-resin Vehicles)

که در حقیقت حالت مخصوصی از گروه قبلی می‌باشند . این ناقلهای بخصوص برای رنگهای تکمیلی مقاوم در مقابل هوا مناسب می‌باشند .

#### ۴- ناقلهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی (Chemical-resistant Vehicles)

این ناقلهای برای رنگهایی که در شرایط سخت باید بکاربرده شوند ، مانند رنگهایی که در معرض بخارهای شیمیائی و یا در زیرآب دریا قرارداده میشوند بکار میروند . در حالت دوم یعنی در زیرآب دریا مقاومت در مقابل صابونی شدن ( Saponification ) ( نیز لازم است ، زیرا قلیا در کاتودهای هرنوع پل خورندگی که ایجاد میشود بوجود میآید . این مقاومت بخصوص هنگامیکه رنگ همراه با محافظت کاتدیک بکار میرسود ، بسیار لازم است .

رزین اپکسید ، اپکسید / قطران ذغال «نگ ، پلی یورتان ، ورزین وینیل ناقلهای در این طبقه بندی هستند .

ب - نسبت ماده رنگی به نگهدارنده ( Pigment binder ratio )  
انتخاب ماده رنگی برای رنگهای حفاظتی در زیو شرددار میشود . بطورکلی برای هر رنگی یک مقدار بهینه ( Optimum ) برای نسبت ماده رنگی به نگهدارنده وجود دارد که در این مقدار فشر رنگ خشک بهترین خصوصیت فیزیکی وحداکثر حالت ایستادتی را دارد .  
کرچه توجه به آن عملی ، بعنوان مثال آسانی عمل رنگ کردن با قلم ممکن است که کاربرد نسبت کوچکتری از ماده رنگی به نگهدارنده را ایجاب کند . ولی اگر از مقدار بهینه بحدود زیادی دور شویم ارزش محافظتی رنگ از بین میرود .

ب - سیستمهای رنگ - نیروی محافظتی یک قشر رنگی با بالا بردن ضخامت قشر افزایش پیدا میکند . و در ضمن حدی نیز برای ضخامت قشر وجود دارد که پائینتر از آن محافظت کافی بوجود نمیاید . این حد معمولاً " با نوع رنگ ، صافی سطح فولاد و سختی شرایط خورندگی تغییر میکند . برای محافظت فلزی که در معرض هوای آزاد میباشد ، چهار لایه از رنگ های معمولی که در معرض هوا خشک میشوند ، لازم میباشد . اگر رنگهایی که در این دستورالعمل توصیه شده اند بکار بوده شوند ، حد متوسط ضخامت قشر رنگ خشک باید بین ۱۴۰ و ۹۵ میکرون باشد . در تعیین ضخامت قشر رنگ بر اساس حد متوسط باید دقت کافی مبذول شود ، زیرا در ضخامت قشر رنگی که حتی توسط یک نقاش ورزیده نیز بوجود آمده تا حدود صد درصد تفاوت وجود دارد .

با وجود اینکه بایک لایه از بعضی انواع رنگها میتوان ضخامتی حدود ۱۲۵ میکرون بدست آورد ، ولی اغلب سیستمهای رنگ شامل چند لایه است که برای لایه های آستر و همچنین

لایه های تکمیلی فرمولهای جداگانه ای بکار برده شده است . وجود چند لایه از رنگ به کاهش خلل و فرج قشر رنگ کمک کرده و خطر ناشی از ایجاد فاصله در بین دونوبت رنگ کردن را نیز حذف میکند . ولی این زیان را نیز دارد که سطح تماس داخلی بین لایه های رنگ ایجاد میکند که در اثر آلودگی ممکن است اشکالاتی در خاصیت رنگ بوجود آید ولی معمولاً " این حالت بندرت اتفاق میافتد .

هر نوع سیستم رنگ چند لایه ای باید بطور کلی مورد مطالعه قرار بگیرد . هر لایه برای عملی که انجام میگیرد باید مناسب بوده و با سایر لایه ها نیز هم آهنگی داشته باشد . معمولاً " یک سیستم صحیح رنگی موقعی بوجود میآید که خصوصیات لایه ها و زمان کاربرد آنها طوری باشد که هر لایه بالائی بطور مختصر در لایه پائینی حل شده و بدینترتیب تمام لایه ها در یکدیگر فروروند .

#### ت - رنگهای آستری

خصوصیات رنگ آستری بسیار مهم است . رنگ آستری باید سطح فلز را مرطوب کرده و اساس محکم و چسبندگای برای لایه های بعدی ایجاد کند . علاوه بر این از آن جایی که قشرهای رنگ کاملاً نسبت به مواد خورنده غیر قابل نفوذ نیستند رنگهای آستری باید شامل ماده رنگی جلوگیری کننده ( Inhibitive Pigment ) باشد .

معمولترین مواد رنگی جلوگیری کننده سرنج ، پلمبات کلسیم ، روی کرم ، سرب فلزی و گرد روی میباشند .

سرنج و رنگهای پلمبات کلسیم معمولاً " با ناقل های روغنی که فولاد را کاملاً " مرطوب میکنند ساخته میشوند . ناقل های پیچیده تر اولئورزین برای ساختن رنگهای سرب فلزی و روی - کرم بسیار بکار برده میشوند .

#### ث - رنگهای تکمیلی

لایه های رنگهای زیرین ( Undercoats ) و همچنین رنگهای تکمیلی به منظور محافظت آستر و همچنین برای آنکه لایه آستری خاصیت جلوگیری کننده خود را در روی سطح فلز حفظ کند بکار میروند . بعضی انواع لایه های زیرین بعنوان وسیله ای برای پیوند آستر و لایه های تکمیلی عمل میکنند . لایه های تکمیلی باید بحد زیاد در مقابل رطوبت و گازها غیرقابل نفوذ بوده و مقاومت خوبی در مقابل محیط از خود نشان دهند .

در لایه های تکمیلی ، بکار بردن مواد رنگی جلوگیری کننده لزومی ندارد . مواد رنگی بی اثر

معولاً" کاربرد بهتری دارند. در این میان موادنگی لاملار ( Lamellar ) مانند سیلهکا گرافیت میباشد که خاصیت نفوذ پذیری قشر رنگی را کاهش داده و تجزیه شیمیائی آنرا توسط آفتاب کندر میکند. سایر مواد رنگی که معولاً "بکار میروند عبارتند از اکسید آهن قرمز، سرب سفید و اکسید تیتانیوم

### مقدمات برای رنگ کردن

الف - کلیات - حداکثر پایداری یک رنگ محافظتی در حالتی بوجود میآید که سطح فلز بطرز صحیح آماده شده باشد.

در حالتی که رنگ و سایر مواد مانند چوبی و دوده در روی سطح ورزیز رنگ وجود داشتمباشد، دوام سیستم محافظتی بنحو بسیار زیادی کم میشود. سایر متدهای معولی آماده نمودن سطح، بر اساس پاک کردن سطح فلز و عاری نمودن آن از قشر اکسیدوزنگ بناشده اند. عملیات مختلف با راندمانهای متفاوت این منظور را برآورده میکنند.

ب - اهمیت برطرف کردن قشر اکسید وزنگ - ارزش محافظتی سیستم رنگ، در صورت وجود قشر اکسید، زنگ و سایر مواد آلوده مانند روغن و مواد جامد آلوده در روی سطح فلز، بهنگام رنگ کردن بمقدار زیادی پائین میآید. زیان حاصله توسط قشر اکسید در زیر رنگ در عکس شماره ۲ نشان داده شده. اثر زیان آور وجود زنگ به این علت است که زنگ حاصله در محیط های صنعتی حاوی ذرات سولفات آهن است. بخصوص اگر فولاد در زمستان در معرض آلودگی قرار گرفته شده باشد. و اگر این مواد در زیر رنگ باقی بمانند باعث زنگ زدگی بیشتر میشوند.

پاک کردن سطح بوسیله جریان هوا یا بخار ( Blast-Cleaning ) و پاک کردن با محلولهای شیمیائی ( Pickling )، روشهای عملی وقابل اطمینان برای بدست آوردن سطوح عاری از قشر اکسید وزنگ هستند. امتیاز آنها برو پاک کردن با دست، که غالباً مقداری زیاد زنگ و قشر اکسید شکسته بر روی سطح باقی میگذارد، بوسیله نتایج آزمایشات زیر که بوسیله گروه تحقیقات آهن و فولاد انگلیس در مرکز صنعتی شفیلد ( Sheffield ) انجام گرفته شده است نشان داده میشود.

جدول شماره ۲ - نتایج آزمایشات بر روی فولادهای رنگ شده در شفیلد ( Sheffield )

نوع آمادگی برای رنگ کردن	حد متوسط زمان محافظت	سیستمهای رنگ چهار لایه ای	سیستمهای رنگ دولایه ای
پاک کردن بوسیله جریان هوای بخار	سال	سال	
پاک کردن با محلول شیمیائی	۱۰/۳	۶/۳	
درعرض هواگذاشت و با پرس سیمی	۹/۶	۴/۶	
پاک کردن	۲/۳	۱/۲	

در حقیقت هر نوع متدهای سطح که بکار بوده شود، اگر سطح فولاد طوری زنگ زده باشد، که قشر اکسید را بتوان با دست جدا کرد، بدست آوردن سطح رضایت بخش بسیار مشکل بوده و گران تمام میشود.

پاک سودن بوسط جریان سخار یا هوا سطح فلز را سحرزیابی ناهموار میکند. به این دلیل باید نوعی رنگ بکار بوده شود که ضخامت کافی از قشر رنگ بمنظور حفاظت از خود باقی بگذارد. اگر حد غیر کافی رنگ بکار برد شود نوک یا لبه های تیز سطح ناهموار فولاد، بمقدار کافی پوشیده نشده و یا حتی از میان قشر خشک بیرون میزنند، برای روش نشدن موضوع بهتر است که ناهمواریهای را که در روی سطح فولاد بوجود میآید متناسب با مقدار دامنه ( Amplitued ) تضاریسی که در روی سطح فلز ایجاد شده است تعیین کرد. اگر سطح فولاد توسط جریان بخار یا هوا پاک شده باشد برای فولاد دامنه ای تا حد ۱۰۰ میکرون و برای فولاد زنگ زده یا فولادی که در عرض هوا گذاشته شده است، دامنه بالاتری قابل قبول است. رنگهای معمولی که چندین ساعت طول میکشد تا خشک شوند، قبل از خشک شدن از نوک برآمدگی های فولاد پائین ریخته و ممکن است که این برآمدگیها را عریان باقی بگذارند.

استرهای پیش ساخته ( Prefabrication Primers ) که معمولاً " قبل از آنکه جاری شوند خشک میشوند در این حالت امتیاز زیادی دارند.

J Bigos محاسبه کرده است که ضخامت رنگ خشک برای پوکردن سطحی که بوسیله جریان هوا تمیز شده است، در حدود ۲۵ میکرون برای حداکثر دامنه ۵۵ میکرون و در حدود

۱۵ میکرون برای حداکثر دامنه ۲۰۰ میکرون است .

او همچنین به این نتیجه رسیده است که دامنه پائینتر از ۱۰۰ میکرون هیچ نوع اثر قابل توجهی در عمل کرد رنگی که در معرض هوا باشد ندارد حتی اگر ۳۸ میکرون رنگ خشک بکار برد شده باشد .

#### پ - عمل آوردن مقدماتی سطح - ( Surface Conversion Treatments )

پاره ای عملیات که شامل فعل و انفعال شیمیائی با سطح فلز میباشد برای عمل آوردن اولیه فولادی که قرار است رنگ شود ، وجود دارد .

این عملیات از خود قشر چسبنده ای از مواد غیر قابل حل فلزی ، در سطح فلز بر جای میگذارند . این اعمال به سه گروه ممکن است طبقه بندی شوند .

##### -۱- عمل آوردن با فسفات ( Phosphate treatments )

عمل آوردن با فسفات معمولاً " بر روی فولادی که بطور کامل پوسته آن گرفته شده و همچنین هونوع چربی و رنگ آن نیز بر طرف شده باشد صورت میگیرد .

برای این منظور فولاد را در محلول گرمی از فسفات فلزاتی مانند آهن ، منگنز و روی در اسپید فسفریک قرار میدهند . این عملیات ممکن است شامل قرار دادن فلز در محلول تا حدود نیم تا یک ساعت و یا اسپری کردن فلز برای مدت کوتاه تری باشد . در حالت دوم فعل و انفعال بوسیله تند کننده ها و یا نور تسریع میشود ولی قشر مفید در چند ثانیه ایجاد میشود . لایه های فسفات که به این ترتیب ایجاد میشوند ، چسبناک بوده و غیر قابل هدایت هستند ، ولی بخودی خود مقاومت محدودی در مقابل خورندگی دارند . بهترین نتیجه موقعي حاصل میشود که سطح فلز بعد از فسفاته کردن فوراً رنگ شود . این قشر فسفات خاصیت چسبندگی رنگ را بیشتر کرده و از گسترش زنگ از نقاط صدمه دیده به سایر نقاط جلوگیری میکند .

بکار بردن آسترهاي جلوگيري کننده ( inhibitive Primers ) برای فولادی که فسفاته شده است لزومی ندارد . از تعداد کلی لایه های رنگ هنگامیکه فولاد را فسفاته کردیم بهیچ وجه نباید کم کرد . عمل آوردن بوسیله فسفات در صنعت اتومبیل سازی بحد زیادی بکار میرود .

عمل آوردن با فسفات کرم بخصوص هنگامیکه برای محصولات متوالی بکار رود متضمن دستگاه مخصوص و گران قیمتی است . برای عمل آوردن های ارزانتر روش های

دیگری وجود دارد که در خواسته های معمولی و در یک مخزن تنها نیز میتوان آنها را بکار برد . این روشها را بوسیله اسپری کردن و یا قلم مو نیز میتوان بکار برد . در این روشها یک ماده فسفاتی غیرآلی بکار میروند که از خود لایه محکم و چسبنده رذینی باقی میگذارد ، این لایه از نقطه نظر محافظت موقتی حائز اهمیت بوده ، و تشکیل یک اساس خوب برای سیستم محافظت دائمی میدهد .

۲- آسترها پیش روند ( Pretreatment Primers ) - این مواد حسد واسطه . بین عمل آوردن با فسفات ورنگهای آستری هستند این مواد شامل اسیدفسفریک آزاد بوده و علاوه بر آن که لایه ای از مواد آلی که معمولاً " رذین پلی وینیل بوتیرال " میباشد از خود باقی میگذارند در سطح فولاد نیز اثر میگذارند . لایه بجای مانده با اکثر رنگها هم آهنگی دارد .

با وجود آنکه بعضی از آسترها پیش روند لایه ضخیمی از خود باقی میگذارند ولی بهتر است که در محاسبه ضخامت کلی لایه های رنگ ، ضخامت آستر پیش روند را در نظر نگرفت .

۳- محلولهای شستشوی سطح - این محلولها معمولاً " بر اساس اسید فسفریک یا رنگ نباتی ساخته میشوندو غالباً " شامل مواد دیگری مانند عوامل مرتبط کننده میباشند . معمولاً آنها را با قلم مو یا پارچه یا اسپری بطور گرم و گاهی سرد بکار میبرند . شستن سطح فلز با آب بعد از بکار بردن اسید فسفریک برای برطرف کردن باقی مانده های اسیدی لازم میباشد .

محلولهای شستشوی سطح ، زنگهای سطحی را برطرف میکنند ولی برای زنگهای سنگین و یا قشر اکسید نمیتوان آنها را بکار برد ، در نتیجه باید این موضوع را در نظر گرفت که این محلولها جانشینی برای پاک کردن با جریان هوا یا بخار و یا پاک کردن با محلولهای شیمیائی نیستند .

این محلولها قشر نازکی از فسفات آهن یا زنگهای آهنی بر روی سطح فولادی که زنگو پوسته آن گرفته شده باشد ایجاد میکنند . این لایه مقاومت کمی در مقابل خورندگی دارد ولی بهیچ وجه به علت وجود این لایه هیچ یک از لایه های رنگ را نباید حذف کرد .

برای رنگ کردن ابنيه فنی باید نکات زیر را در نظر گرفت .

الف - زمان و مکان - سطح فولاد عریان و تازه آماده شده بحد زیادی آماده زنگ زدگی است . مدت زمان بین آماده کردن سطح و رنگ کردن باید تا حد امکان کوتاه باشد ( بخصوص اگر خطر میعان نیز وجود داشته باشد ) این زمان بطور حتم نباید بیش از ۴ ساعت باشد ، بعنوان مثال آزمایش نشان داده که اگر فولاد پاک شده با مواد شیمیائی را قبیل از رنگ کردن بعده ۷ روز در هوای آزاد قرار دهیم عمر آن از ۵/۵ سال به  $\frac{1}{3}$  سال تقلیل پیدا میکند . درجه حرارت های پائین ، رطوبت های شدید و آلودگی های گازی جوی ، خشک شدن رنگ را بتعویق می اندازند . مواد جامد آلوده باعث صدمه زدن به لایه های میانی رنگ شده و خاصیت چسبندگی آن را از بین میبرند .

رنگ کردن باید در محیط گرم و خشک و عاری از آلودگی و گرد و خاک صورت بگیرد . این شرایط در محیط کارگاه های سازنده تقریبا " فراهم میباشد و بنابراین بصرفه است که تا آنجائی که ممکن است عملیات رنگ کردن را در کارگاه انجام داد .

ب - روش - بکار بردن قلم مو و اسپری کردن روش های معمولی رنگریزی میباشد . آزمایش نشان داده که این روش های رنگریزی لایه هایی با درجه حفاظت و همچنین ضخامت یکسان برجا میگذارند .

هنگامیکه فولاد توسط دست ویا با قرار گرفتن در هوای آماده شده ویک رنگ روغنی مانند سنج در روغن بزرگ به عنوان آستر برای آن بکار رفته شده باشد . بهتر است که برای اولیه لایه رنگ ، قلم مو بکار برد زیرا باین ترتیب رنگ بهتر در سطح فلز فرو میرود .

با متدهای جدید آماده کردن سطح و مواد جدید برای لایه های آستری را میتوان بوسیله قلم مو ، غلطک ویا اسپری بدون هوا بکار برد . ولی بکار بردن قلم مو هنگامیکه رنگ کردن در شرایط زیان آور صورت میگیرد ارجحیت دارد . سمت ذکر شده و همینطور سایر متدهایی که از روش اسپری کردن استفاده میکنند ، برای لایه های بعدی مناسب میباشند .

دوم یک طرح رنگریزی بر روی سطح فولاد که بطرز صحیح آماده شده باشد با درجه از بین وقتی قشر رنگ تعیین میشود.

روغنهای خشک شونده و رزینها بکندي در اثر رطوبت ، اکسیژن هوا و تشعشهای خورشیدی تجزیه میشوند . معمولاً " اولین اثر تجزیه از دست دادن جلا و برق ظاهری است و سپس رنگ پریدگی نیز ظاهر میشود .

دست سدهد عدهت بگذرد.

سالنامه شهایی محافظتی

پوشش‌های ساخته شده از پلاستیکها و پوشش‌های سیمان و بتن میباشد.

اغلب این پوششها از نوع دور نگاهدارنده میباشند. یعنی فلز را تنها با دور نگاهداشتی از عامل خورندگی حفظ میکنند.

در مورد بکار بردن آنها نیز باید ضخامت مناسب و چسبندگی کامل را در مدنظر داشت.

## قسمت چهارم - محافظت کاتدیک

### اصل کلی

۱-۴

در این قسمت محافظت کاتدیک بطور مختصر شرح داده میشود . ولی این قسمت راهنمائی برای خصوصیات نصب محافظت کاتدیک نمی باشد .

### مکانیزم

۱-۱-۴

همانطور که قبل " ذکر شد ، عمل خورندگی شامل عبور جریان از آند به الکتروولیت میباشد . اگر این جریان را به توان متوقف کرد ، عمل خورندگی نیز متوقف میشود . متوقف کردن جریان را بوسیله ایجاد جریان قویتری در جهت مخالف میتوان انجام داد ، این جریان قویتر از آند مخصوصی که تهیه شده است وارد الکتروولیت و سپس وارد فلز شده و تمام فلز را کاتد میکند به این ترتیب اصطلاح محافظت کاتدیک بوجود آمده است .

### موارد استعمال

۲-۱-۴

بطور اصولی ، محافظت کاتدیک را در هر قسمت از ابنيه فنی که در زیر آب و یا در محیط مرطوبی قرار گرفته باشد میتوان بکار برد . تماس مداوم با الکتروولیت معمولاً " مورد لزوم است . برای ابنيه دریائی چنانچه سطح ساختمان از سطح مد بالاتر باشد محافظت کاتدیک موثر نیست ولی چنانچه ساختمان بنحوی ساخته شده باشد که نصف آن در فاصله ارتفاع بین جذر و مد قرار گیرد ، تا حدود مناسبی محافظت کاتدیک انجام میشود .

بکار بودن محافظت کاتدیک از نظر اقتصادی به عوامل زیادی بستگی دارد . طبیعت ابنيه فنی و محیط آن ، تشخیص اینکه جلوگیری از خورندگی تا چه حد حائز اهمیت میباشد و بالاخره مشکلات استفاده از سایر روش ها در تصمیم کیری موثر میباشد .

بعنوان مثال برای محافظت یک بنای فنی که در یک الکتروولیت با مقاومت بالا ( آب تازه ) قرار گرفته باشد ولتاژ بیشتری لازم است تا یک بنای فنی که در یک الکتروولیت با مقاومت پائین ( آب دریا ) قرار گرفته باشد . وجود مقدار زیاد اکسیژن محلول در سطح فلز مقدار جریان لازم برای متوقف کردن خورندگی را بالا میبرد .

شكل ابنيه فنی در آسانی محافظت آن دخالت دارد . بطور مثال ۶ محافظت سطوح داخلی لوله ها معمولاً " مقرر بصره نیست ، حتی اگر آبی که در آنها جریان دارد مقاومت خیلی کمی

#### شرائط حفاظتی

داشته باشد . زیرا یک آند تنها طول کوتاهی از لوله را قادر است محافظت کند . آندها در تمام طول لوله و در فواصلی مانند ۴ برابر قطر لوله باید نصب نمود .

موارد ذکر شده در بالا برای اینهایی که دارای پوشش مقاوم محافظتی بوده ، و محافظت کاتدیک تنها برای جلوگیری از خورندگی در رویه یا پوشش آنها باشد چندان مهم نیستند . پوششها ای که همراه با محافظت کاتدیک بکار میروند در مقابل صابونی شدن

( Saponification ) باید مقاوم باشند زیرا در سطح محافظت شده حالت قلیائی شدیدی ایجاد میشود . همچنان بیوند ایجاد شده بین فلز و پوشش باید محکم و دائمی باشد .

مقدار جربان لازم برای محافظت اینهای فنی مشخص را بدون آزمایش نمی توان تعیین کرد ، گرچه تخمین اجمالی را بر مبنای تجارب قبلی میتوان انجام داد . ولی در هر حال بعداز آن که محافظت کاتدیک بکار برده میشود ، مناسب بودن آنرا میتوان بوسیله اندازه گرفتن تفاوت پتانسیل بین فلز و محیط اطراف آن آزمایش نمود . معمولاً " این عمل با یک الکترود استاندارد مانند نیم پیل مس و سولفات مس انجام میگیرد .

در اکثر الکترولیت های طبیعی اگر آهن در پتانسیلی پائینتر از  $8/0$  ولت ( که در مقابل یک نیم پیل مس و سولفات مس اندازه گیری شده ) قرار گیرد خوردگی نمیشود . برای اطمینان از محافظت آهن یا فولاد معمول است که پتانسیل محاسبه شده ای مثل "  $85/0$  " ولت را در نظر گرفت .

آهن و فولاد در زیر خاک معمولاً " دارای پتانسیلی معادل  $6/0$  ولت میباشد ، بنابراین برای محافظت کامل باید ولتاژ آنها را تا حد بیشتری مثل "  $25/0$  ولت پائینتر آورد . مقادیر کمتر پتانسیل خورندگی را کاهش میدهند ولی بطور کلی از آن جلوگیری نمیکنند . این ولتاژها را میتوان در مواردی که بدت آوردن محافظت کلی بسیار مشکل است ، یا اینکه تنها طولانی کردن عمر فلز مورد نظر است بکار برد .

غالباً " لازم است که پتانسیل هایی پائینتر از پتانسیل محافظتی ، برای سطوح بزرگ بکار بود تا در نقاطی که اثر محافظت کمتر است نیز محافظت کامل انجام شود .

این موضوع به آهن و فولاد صدمه ای نمیزند ولی ممکن است عواقب دیگری داشته باشد . مثلاً خروج گاز هیدروژن میتواند پوششها را صدمه بزند ، یا ایجاد درجه قلیائی بالاتر صابونی شدن رنگ را از میان ببرد .

در آب دریا و در بعضی انواع خاک ها قلبائی بودن باعث تهشیشی ماده آهکی غیرقابل حلی میشود ، این رسوب از نقطه نظر اینکه مقدار جریانی را که برای محافظت کاتدیک لازم است کاهش مجدد مفید است ، ولی در بعضی موارد مقدار جریان دلخواه نیست ، زیرا وقتی مقدار زیادی رسوب تشکیل شود باعث گرفتگی شده و از هدایت گردیده بین اقلوگیری میگردد .

#### منابع جریان -۴-۱-۴

در سیستم جریان جایگزینی ( Impressed Anod ) مقدار جریان لازم برای محافظت کاتدیک معمولاً از یک منبع نفوذ با بکاربردن ترانسفورمو و رکسیفاير ، برای ایجاد جریان مستقیم با ولتاژ کم یا از سایر منابع جریان مستقیم و یک انتقال زمین ( ground bed ) گرفته میشود .

در سیستم آندمیرائی ( Sacrificial Anod ) هیچ نوع جریان جایگزینی بکار نمیروند بلکه آندی از فلزات اصلی مانند منیزیم را بطور مستقیم به آهن با فولاد متصل کرده و یک پیل ساده بوجود میآورند که در این پیل فلز آهنی نقش کائد را بازی میگردد .

انتخاب صحیح هریک از این سیستمها احتیاج به اطلاعات و تعارف کافی دارد . برای این فنی بزرگ که نیاز به مقدار زیادی جریان دارد ، جهادیجه نفوذ به اندازه کافی در دسترس باشد جریان جایگزینی بکار نمیروند .

اگر مقاومت الکترولیت بعد کافی باشیم باید برای سیستم آندمیرائی بکاربرده میشود . مقدار زیادی جریان از داخل خاک مشکل باشد سیستم آندمیرائی بکاربرده میشود .

#### موارد استعمال عطفی -۲-۴

#### طرح -۱-۲-۴

از مناسب بودن محافظت کاتدیک برای این فنی در مرحله طرح باید اطمینان حاصل کرد . مراحل لازم شامل تامین جریان الکتریکی مداوم و در بعضی موارد محزا کردن این فنی مجاور میباشد . برای تعیین محل انتقال زیپر و همچنین مقررات برای انتقال زمین و تهییه جریان ممکن است آزمایشاتی در محل لازم باشد .

#### تجهیزات -۲-۲-۴

- الف - سیستم جریان جایگزینی آندی که برای سیستم جریان جایگزینی بکار میروند باید دارای مشخصات زیر باشد .
- ۱- دوام کار مناسب

بـهـ آنـدـ نـایـدـ قـاـدرـ بـاشـدـ کـهـ جـوـیـانـ لـازـمـ رـاـ بـدـونـ تـحـزـیـهـ شـدـنـ خـودـ وـیـاـ اـتـصـالـاتـشـ اـیـجـادـ

نمـایـدـ .

بـهـ مقـاـوـمـتـ کـمـ تـسـبـیـتـ بهـ زـمـنـ

اـینـ مـشـخـصـاتـ اـنـتـخـابـ مـادـهـ ،ـ شـکـلـ آـنـ وـ مـسـاحـتـ سـطـحـ آـنـرـاـ تـعـیـنـ مـیـکـنـدـ .ـ بـرـایـ اـینـ مـنـظـورـ  
قـراـضـهـ فـلـزـ مـیـتوـانـ بـلـکـلـ بـرـدـ ،ـ بـخـصـوصـ اـکـوـ سـطـحـ بـزرـگـیـ بـرـایـ تـعـیـنـ مـقاـوـمـتـ کـمـ لـازـمـ باـشـدـ ،ـ وـلـیـ  
اـغـلـبـ اـنـتـخـابـ موـادـیـ کـهـ بـهـ مـقـاـوـمـتـ شـدـنـ مـقاـوـمـتـ کـنـدـ اـزـ نـقـطـهـ نـظـرـ اـقـصـادـیـ صـحـیـحـ تـرـ  
مـیـباـشـدـ .

مـکـافـیـتـ ،ـ تـهـرـ بـلـاسـتـیـکـ وـ بـالـاـ وـمـوـادـ توـسـعـهـ يـاقـتـهـ جـدـیدـ مـانـدـ آـلـیـاـزـهـایـ سـرـبـ وـ تـیـتاـنـیـوـمـ  
پـلـاـقـیـدـ شـدـدـهـ شـوـرـ مـنـتـامـ مـیـوـرـسـکـوـیـ مـقاـوـمـتـ کـرـدـهـ وـخـیـلـیـ آـهـسـتـهـ تـجـزـیـهـ مـیـشـونـدـ .  
آـلـیـاـزـهـایـ سـرـبـ وـ تـیـتاـنـیـوـمـ بـلـاثـیـدـ شـدـهـ رـاـ درـ جـرـیـانـهـایـ بـاـ دـانـسـیـتـهـ بـالـاـ مـیـتوـانـ بـکـارـ بـرـدـ ،ـ  
دـوـ نـتـیـجـهـ اـینـ هـوـاـ بـهـ سـبـعـهـ عـوـزـیـ دـرـ الـکـتـرـوـلـیـتـهـایـ بـاـ مـقاـوـمـتـ کـمـ مـانـدـ آـبـ دـرـیـاـ بـسـیـارـ مـفـیدـهـ استـ.  
هـدـلـامـیـکـهـ مـقاـوـمـتـ آـبـ بـاـ خـاـکـ بـالـاـ بـاـسـتـدـ یـكـ سـیـسـتـمـ وـسـیـعـ آـنـ لـازـمـ اـسـتـ تـاـ جـرـیـانـ مـحـافـظـتـیـ بـهـ  
تـهـامـ مـقاـطـعـ اـبـنـیـهـ فـنـیـ تـرـمـیـمـ .

اـسـتـفـادـهـ اـزـ یـكـ سـیـرـ آـنـ سـیـمـ بـیـوـسـتـهـ بـرـایـ تـشـکـیـلـ بـکـ اـنـصـالـ زـمـینـ وـسـیـعـ ،ـ عـلـمـیـ مـعـوـلـ بـرـایـ  
مـحـافـظـتـ اـبـنـیـهـ عـنـیـ دـرـ زـیرـ خـاـکـ مـیـباـشـدـ .

بـهـ سـیـمـ آـرـکـسـیـوـمـ اـنـتـخـابـهـ مـادـهـ بـرـایـ سـیـسـتـمـ آـنـدـمـیـاـشـ بـسـتـگـیـ بـهـ الـکـتـرـوـلـیـتـیـ  
دـارـدـ کـهـ آـنـ دـرـ آـنـ خـوـرـدـاـدـهـ مـیـشـودـ .ـ دـرـ الـکـتـرـوـلـیـتـهـایـ بـاـ مـقاـوـمـتـ بـالـاـ نـیـروـیـ الـکـتـرـوـلـیـتـیـ  
مـعـنـاطـیـسـیـ مـاـهـلـ اـولـیـهـ اـسـتـ دـرـ خـالـیـکـهـ دـرـ الـکـتـرـوـلـیـتـهـایـ بـاـ مـقاـوـمـتـ کـمـ عـاـمـلـ کـنـترـلـ کـنـدـهـ دـوـ اـمـ  
آـنـدـ مـیـباـشـدـ .

آـنـهـایـ مـیـرـاـ اـزـ الـوـمـیـتـیـوـیـمـ ،ـ مـفـیـزـیـمـ ،ـ روـیـ یـاـ سـایـرـ آـلـیـاـزـهـاـ سـاختـهـ مـیـشـونـدـ .ـ آـلـیـاـزـمـیـزـیـمـ  
بـالـاتـرـینـ پـتـانـسـیـلـ رـاـ دـاشـتـهـ وـ مـوـنـتـرـینـ وـسـیـلـهـ بـرـایـ حـفـاظـتـ اـبـنـیـهـ فـنـیـ دـرـ زـیرـ خـاـکـ مـیـباـشـدـ .  
وـلـیـ عـلـاوـهـ بـرـ خـوـرـدـگـیـ عـادـیـ دـرـ اـنـ جـرـیـانـ مـحـافـظـتـیـ نـیـزـ خـوـرـدـهـ مـیـشـودـ .ـ اـینـ اـمـ بـاعـثـ کـوـتـاهـیـ  
عـمـرـ طـبـیـعـیـ آـلـ سـخـصـوـسـ دـرـ آـبـ دـرـیـاـ مـیـشـودـ .ـ روـیـ وـ آـلـومـیـتـیـوـیـمـ پـتـانـسـیـلـ کـمـترـیـ دـارـنـدـ وـلـیـ  
کـارـ بـرـدـ آـنـهـاـ دـرـ مـحـیـطـهـایـ بـاـ مـقاـوـمـتـ کـمـ کـهـ آـنـدـ مـنـیـزـیـمـ بـیـشـ اـزـ حدـ لـازـمـ جـرـیـانـ تـولـیدـ مـیـکـنـدـ  
صـحـیـحـ تـرـ مـیـباـشـدـ .

دـرـ بـعـضـ مـوـاـرـدـ بـهـمـرـاـستـ کـهـ آـنـهـایـ دـرـ زـیرـ خـاـکـ رـاـ بـایـکـ خـاـکـ رـیـزـیـ بـیـوـشـانـنـدـ تـاـ خـوـرـدـگـیـ  
وـ پـلـازـمـیـزـیـمـ کـمـشـ شـدـهـ وـنـمـایـ الـکـتـرـیـکـیـ بـهـتـرـیـ بـاـ خـاـکـ بـرـقـرـارـ شـودـ .

هنگامیکه محافظت کاتدیک در مورد اینیه فنی جدید بکار برده میشود بهتر است که از مقاومت خاک اندازه گیری اولیه در محل انجام شود.

این موضوع به عنوان راهنمایی برای خطر احتمالی خورندگی و طرح کلی سیستم محافظت کاتدیک بکار میروند.

به عنوان مثال؛ برای تعیین تعداد آندهای میرا که باید بکار رود و همچنین محل کارگزاری آنها، نقشه های کافی از اینیه فنی نیز باید در دسترس باشد.

هنگامیکه عمل نصب انجام گرفت، تفاوت پتانسیل بین اینیه فنی و خاک، بخصوص در نقاط دور از کاربرد محافظت کاتدیک باید اندازه گرفته شود تا اطمینان حاصل شود که محافظت کامل صورت گرفته است. تنظیم جریان در مراحل ابتدائی ممکن است لازم باشد.

۴-۲-۴ اعمالی که برای اینیه فنی محاور باید صورت گیرد

هنگامیکه یک سیستم محافظت کاتدیک در محلی نصب میگردد، جریان مستقیم الکتریستیکه وارد خاک میشود و اگر دقت کافی مبذول نشود، قسمتی از این جریان وارد اینیه فنی محاور شده و در محلی که جریان خارج شده ووارد خاک میشود ایجاد خورندگی مینماید.

شدت اثر این جریان بستگی به مقدار جریان، کیفیت پوششهاي اینيده فنی، مقاومت خاک و موقعیت نسبی اینیه فنی و اتصال زمین دارد. شدت اثر را بطور دقیق نمی توان پیش بینی نمود. ولی دقت در مرحله طرح این اثر را کمتر میکند. بنابراین برای نصب سیستم محافظت کاتدیک به سایر سازمانهای دیگر که ممکن است لوله ها و یا کابل هایی در تماس با خاک نزدیک سیستم داشته باشند باید اطلاع داده شود و همچنین محل اینیه فنی آنها نیز باید تعیین شود.

۵-۲-۴ تعمیرات

دفعات بازرسی از یک سیستم محافظت کاتدیک بستگی به میزان خورندگی اینیه فنی در حالت از کار افتادن سیستم دارد تا از هر نوع نقصی قبل از آنکه خدمات جدی شوند جلوگیری شود. مطمئن ترین دلیل برای آنکه سیستم بطور صحیح کار کند، اطمینان از آنست که پتانسیلهای اینیه فنی بحد کافی منفی باشند. یک بازرسی نمونه شامل اندازه گیری ولتاژ و جریان در منبع جریان مستقیم، در فواصل ماهانه و تفاوت پتانسیل بین اینیه فنی و خاک در فواصل ششماهه است.

همگامیکه در محیط، مخلوطی از گازها، و یا بخارهای قابل اشتعال وجود داشته باشد، گریزه محفوظت کاتدیک تولید خطر مینماید. در موارد غیرعادی مانند خروج گاز هیدرژن در غصه طی بسته نیز ممکن است خطراتی ایجاد شود. بنابراین تمام سیستم‌های نصب محفوظت کاتدیک باید مطابق مقررات ایمنی مربوط باشند.

۱۰۷

۱۰۷- این مکتب ابتدیه فنی جدید انتخاب ، بستگی به تفاوت قیمت بین ایجاد یک  
۱۰۸- میراث از این مکتب ابتدیه فنی معرفه با محافظت کاندیک ویا تهییه یک پوشش بهتر (اگر قابل دسترس باشد )

که همچنانه تأثیری بر این محافظت کاتدیک بطور عمدی بستگی به مقدار جریان موردنزد . محافظت کاتدیک، یک اینویه فنی عربان غالباً "اقتصادی نیست زیرا جریان بسیار زیادی لازم دارد . همچنانه جریان پر از آنکه به اینویه فنی مجاور نیز صدمه میزند .

نیرویان جایگزینی و سیستم آندمیرائی اولی معمولاً ارزانتر میباشد. قیمت اولیه (Power Stressed) نیرویان آندمیرائی کمتر است تا برای یک سیستم نیروده (Power Stressed)

مهم نوع غافون کلی برای تصمیم گیری در مورد آنکه محافظت کاتدیک اقتصادی است یا نه  
شوند. همچنانکه مقاومت خاک بالا بوده و یا جریان زیادی موردنیاز است مناسبتر میباشد.

وچهارم . ولی در نظر گرفتن عوامل زیر تصمیم گیری را آسان میسازد .

کار و پژوهی ادبیه فنی

نظام خدمت مورد لزوم

پیش از خرید احتساب تهدیدات یا صدمات به سایر اموال ، اگر اینه فنی بعلت خورنده‌گی از کار

2

۴۵- وجود وسائل تعمیرات کافی و قیمت آنها

### ۳- احتمال صرفه جوئی در قیمت‌های اولیه

عـ قابل دسترس بودن جریان الکتریکی

نه خالص ابینیه فنی ، بعنوان مثال ؛ در ابینیه قدیمی قیمت ایجاد جریان الکتریکی

نظام ميشود.

۸- اشکالات ممکنه در بدست آوردن عوامل لازم

۹- هزینه آزمایشات برای تعیین اثر نصب محافظت کاندیک بر روی ابنيه فنی مجاور  
و هر نوع اقدامی برای محافظت آنها

۱۰- هزینه بازرسی و تعمیرات - این هزینه ها ممکن است در انتخاب سیستم اثرا  
بگذارد بخصوص اگر هیچ کارمندی بطور دائم در نزدیک محل نصب کار نکند .  
قیمت تعمیرات بستگی به عوامل متعدد دارد مانند عمری که آندها یا اتصالهای  
زمین برای آن طرح شده اند ، آماده کردن وسائل آزمایش لازم و دقت  
جزئیات در اثنای نصب .

بطور کلی سیستم جریان جایگزینی از سیستم آندمیرائی دقت کمتری لازم دارد ، زیرا از نقطه  
نظر کنترل جریان و پتانسیل را در نقاط کمتری باید اندازه گیری کرد و اتصالهای زمین را برای  
عمر طولانی تری میتوان طرح کرد .  
عمر آندهای میرای مختلف با یکدیگر فرق میکند بنابراین بعد از سالهای اولیه عوض کردن  
متناوب آندها در قسمتهای مختلف سیستم لازم میباشد .

گلابه جوانب مربوط به محافظه اینیه فنی فولادی در مقابل خورندگی باید در مراحل اولیه طراحی هر نوع پروژه ای بررسی شود .

این امر شامل تمام مراحلی است که باید در ضمن کاربردیک طرح محافظتی ، از زمان تحويل مواد اولیه تا اختتام کار در محل برای بازرسی و تعمیرات انجام شوند . طرح محافظتی برای پلها و سایر اینیه فنی ثابت باید دارای بالاترین استاندارد باشد .

برای اینواع اینیه فنی که شرایط کار و محیط چندان سخت نیستند و یا اینکه اینیه فنی در حال کهنه شدن است و صورت ظاهر اهمیت چندانی ندارد و تعمیرات نیز با آسانی انجام میشود استانداردهای پائینتری ممکن است بکار رود .

عنوان مثال برای محافظه اینیه فنی فولادی که در کارخانجات پوشیده و یا در ساختمانهای با تهیه مطبوع قرار دارد میتوان یک طرح محافظتی با استاندارد پائین بکار برد . زیرا در این محالها رطوبت بحرانی که باعث زنگ زدگی میشود به علت گرمی فضا بوجود نمیآید . هم چنین اینیه فولادی محصور در کارهای آجری محافظت کمتری لازم داشته و اینیه فولادی در بقیه بسیج وجه محافظتی لازم ندارند .

در هر حال هر نوع سیستم محافظتی که انتخاب میشود لازم است که آمادگی سطح و سایر مراحل مربوطه در زمان معین و تحت شرایط مطلوب انجام بگیرد .

توجه کافی در مورد بکار بردن محافظت کاتدیک برای اینیه فنی زیر دریا و خطوط لوله زیر خاک و سایر موارد مشابه باید مبذول گردد .

توصیه های این قسمت مربوط به اینیه فنی فولادی که در معرض هوا قرار دارند میباشد . محافظت اینیه فنی در زیر خاک و در زیر آب و بعضی انواع مخصوص اینیه فنی در معرض هوا مانند پلها و کارهای فولادی در نواحی گرمسیر در قسمت ششم شرح داده شده است . موفقیت هر نوع سیستم محافظتی مربوط به اجرای صحیح تمام اعمال مربوطه در زمان مناسب و سریع نکردن از دستورات اولیه میباشد .

در انتخاب یک سیستم محافظتی اقتصادی بودن آن بسیار موثر است . مقایسه بین سیستمهای

مختلف محافظتی باید مبنی بر هزینه کلی برای محافظت اینیه فنی در تمام طول عمر آن بوده و تنها مبنی بر مخارج اولیه است .

بعلت موارد مختلفی که وجود دارند بجز نوع قانونی کلی برای تعیین این قیمت وجود ندارد ولی اطلاعات مفیدی را میتوان در کتابهای مختلف پیدا کرد .

بطور کلی تخمین هزینه تعمیرات باید بر اساس معدل سالانه هزینه در یک زمان طولانی بوده و شامل موارد زیر باشد :

- ۱- مخارج اولیه طرح محافظتی و تجهیزات دائمی و سرویسها .
- ۲- مخارج مربوطه به مواد محافظتی سرویس و کارگر مورد لزوم برای تعمیرات .
- ۳- زیان مربوط به از بین رفتن محصول یا خدمات در نتیجه اعمال تعمیراتی .
- ۴- مخارج بیمه و همچنین هزینه های ثابت .

#### طرایحی

طرایحی جزئیات و ترتیب کلی دارای اهمیت بسیار در جلوگیری از خورندگی میباشد . جزئیات ساختهای ، رطوبت ناپذیری و سایر موارد مشابه باید محتاطانه از نقطه نظر خورندگی بررسی شوند .

به سیستم تهویه و دسترسی به وسائل تعمیراتی و بازرگانی اهمیت مخصوص باید داده شود .  
طرحهای اولیه باید شامل یک برنامه کاروتیبات برای موارد زیر باشد :

۱- آماده کردن سطح فولاد و یکاربردن یک پوشش رنگ در کارگاه قبل از آنکه کار از کارگاه خارج شود .

۲- تشکیلات ، بازرگانی ، و کنترل کار

۳- تحويل گرفتن و انبار کردن مواد اولیه

۴- هر نوع تعمیرات لازم پوشش محافظتی قبل از نصب اینیه فنی

۵- تجهیزات بوای پاک کردن بوسیله جریان بخار یا هوا در نزدیکی محل نصب .

۶- سرویسهاش مانند آب ، الکتریستیه و روشنائی برای بازرگانی ، تمیز کردن و تعمیرات .

#### ۵-۱-۳- روشهای محافظتی و موارد استعمال آنها

آماده کردن سطح ، پوشش یا لایه فلزی و سیستم رنگ باید مناسب برای شرایط کار انتخاب شوند .

در مورد شرایط استعمال روشهای محافظتی ( در محل ساخت و در محل کار بود ) ، تمیزبودن

سطح قبل از آنکه پوشش بکار بوده شود ، زمان بین پوشش‌های متواالی و شرایط انتقال به محل کار باید استانداردهای بکار رود که بایکدیگر هماهنگی داشته باشد . سایر موارد مهم شامل استاندارد طرز کار و نیاز به سطوح رنگ شده تمیز میباشد . انتخاب روش محافظتی بستگی به نوع وسیله اتصال قطعات مانند میخ پرچها و پیچها و جوش کاری نیز دارد .

بکاربردن تمام و یا قسمت اعظم روش محافظتی در محیط بسته و کنترل شده قبل از حمل به محل کار این "جزئ را دارد که رنگ کردن میتواند در شرایط قبل" پیش بینی شده انجام بگیرد و در نتیجه در محل کار بودکه شرایط آب و هوای ممکن است مساعد نباشد مقدار کار به حداقل میرسد .

نتیجه چنین کاری غالباً "خیلی بهتر از هنگامی است که تمام اعمال رنگ کردن در محل کاربرد انجام میگیرد . این امر بخصوص در مورد اینهای فنی مهم مانند پلها و اینهایی که در تحت شرایط سخت محیط مانند نفاط گرسنگ میروند حائز اهمیت میباشد . مهندس طراح باید پیش‌بینی حدی را که این طریقه باید تعقیب شود در نظر بگیرد ( با توجه به موارد تکنیکی و اقتصادی پرورد )

بکاربردن تمام روش محافظتی در کارگاه هنگامیکه محل کاربرد در نزدیک کارگاه قرار دارد از نقطه نظر اقتصادی بصرفه است . ولی هنگامیکه مواد را باید مسافتی طولانی حمل کرد ، و پیش بینی های لازم را نیز نمیتوان بعمل آورد شاید بهتر باشد که آخرین لایه رنگ در محل نصب و بکار برده شود . هنگامیکه قسمتی از روش محافظتی باید در هوای آزاد ، چه در کارگاه وجهه در محل کاربرد بکار برده شود تاحدی که قابل پیش بینی است شرایط آب و هوای در آن زمان باید مناسب باشد .

بعضی از این شرایط مانند رطوبت ، آلودگی و درجه حرارت را میتوان با مطالعه شرایط جوی محلی بدست آورد .

هنگامیکه شرایط جوی سخت بوده و تعمیرات نیز مشکل و گران باشد بکار بردن یک روش محافظتی با کیفیت عالی ، مانند بکاربردن پوشش‌های فلزی قبل از رنگ اولیه ، از نقطه نظر اقتصادی به صرفه است . هنگامیکه شرایط سخت در یک محل متمرکز هستند یعنی محلی میباشد ، بکاربردن روش محافظتی با کیفیت عالی تنها در قسمتهای از اینهای فنی کافی

است .

لازم است که تمام روش‌های محافظتی طبق روش و تحت شرایط پیشنهادی در این دستورالعمل

بکار روند.

### پیشنهادات گوناگون

لیست ۴-۳

الف - بکاربردن مواد موجود - ونگ کردن موادی که بطریز شدید خوردہ شده‌اند

بطریز و نمایت بهخش سیار مشکل است این نوع مواد را بخصوص در مواردی که طریق  
محافظتی با استانداری بالا مورد نیاز است نباید بکار بود.

ب - در محل کارگاه - آماده کردن سطح ، بکار بردن اسپری فلز و حداقل

آنچین آسترولنگ ، ران - در محل سرپوشیده و تحت شرایط مناسب از نقطه نظر نور ، تهویه و  
تغیر در کارگاه صورت بگیرند.

کارگاههای آغاز شده برای این منظور باید سطح و فضای بسته کافی در اختیار داشته باشد

"پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا ، اسپری کردن فلزات و آستر زدن را متعاقباً"  
میتوان انجام داد.

ج - پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا کارگاه باید مجهز به مکنده ها و فیلترها

باشند تا از ته نشین شدن گرد و غبار ببروی کارهای فولادی جلوگیری شود.

ذومنین لایه ، آستری و همچنین لایه های بعدی را میتوان در مکانهای سرپوشیده موقت که  
دارای شرایط ذکر شده در بالا باشند بکار برد.

هنگامیکه آماده کردن سطح ، اسپری کردن فلز ورنگهای آستری را باید در محل نصب بکار

برویند ، شرایط محل سرپوشیده ای که برای این منظور تهیه میشود باید مطابق شرایط  
کارگاه که در بالا ذکر شده باشد.

اگر برای تعمیر کردن سطح از روش مدار بسته پاک کردن بوسیله جریان هوا یا بخار که شامل

بازیابی مواد پاک شده بوسیله خلاء میباشد استفاده شود این عمل را میتوان در محیط باز  
نیز انجام داد.

د - آلودگی و خراب شدن طرح محافظتی - در تمام مراحل کار از ابتدا تا انتها ،

بیش بینی لازم برای کامل بودن یک طرح محافظتی ، قبل از بکار بردن سایر لایه ها

باید انجام شود . تمام احتیاطهای لازم برای جلوگیری از خرابی مانند راه رفتهای غیرلازم

برروی قطعات و جلوگیری از جمع شدن گرد و غبار برروی قطعات باید صورت بگیرد.

ه - انبار کردن قطعات فولادی ساخته شده - هنگامیکه قطعات ساخته شده ورنگ شده

قبل از سهیمین آنچه از میتوانید بدانید که این نسبت را با توجه به مجموع ملکیتی بالاتر قرارداده شوند که بهینه وحدت قطره آب در روی سطح آنها جمع نشود.

راجع به انتشار کوئین سپاگی که تراحت و پیغام باشند شده اند دستورات دقیقی نمیتوان  
داد ، زیرا شرایط انتشار از یک طرح نا طرح یک رخاوت بسیار میکند .

بطور شنی معملاً میکه فولاد بایک لاید آسترنی از سرینج یا پلیمیت کلسیم پوشانده شده باشد، عمل رنگ نیز در عوای اکتو-انسپار در عوای آزاد باشد در ظرف سه ماه و اگر در محل سریوشیده باشد، آبید ظرف ششماه تا مل و تمام شود.

اگر دولایه ای داشتیم که بین مدتی ریشه آئین مدندهای به ترتیب به حداقل عما و ۱۸ ماه افزایش پیدا میکند . آنچه در این زمانی نزدیک نزدیک بعلت خسارت کم قشر رنگ و آسیب پذیری در مقابل باران ، قابل انتقال شدن اینمه شنی پایانه بالایه دیگری از رنگ پوشانده شوند .

او گردن نمیخواست میتواند (بهر چنین) در اخطر گوشته شود .  
 ۱- فولادی که بوسیله حربیان هرا با بخار تهییز شده است قبل از آنکه انبارشود  
 باید با دولا زیمه از پوکهای آتشی درکشیده در بالا و یا یک لایه از رنگ غنی از روی  
 به همان خصوصیت تجهیز شود .

۲- اگر از این باند که بیو شن خواهد که توسط آسیبی کردن ایجاد شده است محافظت شود یا بین آنها نیست و بینش روند با رنگ مناسی بیوشاند.

کرد تا از یکنواختی و دوام آن اطمینان حاصل شود.

اگر مواد اولیے ملکہ نایاب نہ باشند ازرسی شوند ، اگر قسمتی احتیاج به تعمیر دارد باید  
رنگ آن قسمت خود را "صرفت" شود .

احتیاط ملای ناگر شده بحصوص، همچو طبیعت اخلاق کوشن کارهای فولادی که رنگ شده و یا پسر

فلز اسپری شده اند میباشد ، برای فولادی که به طریقه گرم گالوانیزه شده است دقت زیاد لازم نیست .

ث - حمل و نقل در دریا - اگر سطح اینیه فنی فولادی که با کشتی حمل و نقل میشود با دست و یا با مواد شیمیائی تمیز شده باشد ، باید حداقل با یک لایه از رنگ آستری پوشانده شود . بعلت ضخامت سطح در حالتی که فولاد توسط جریان هوا و یا بخار تمیز شده و یا با فلز اسپری شده باشد دو لایه از رنگ باید بکار رود .

ج - نامناسب بودن شرایط محل نصب - هنگامیکه شرایط محل نصب به عنوان وجود نمک ، دود ، آلودگی شیمیائی ، میعان شدید و یا کمبود کارگر نامناسب باشد ، محافظت کامل اینیه فنی باید قبل از حمل به محل نصب صورت بگیرد .

چ - حمل و نقل و نصب قطعات رنگ شده - پیش بینی های زیر صدمات احتمالی به قطعات محافظت شده را در اثنای باربری ، حمل و نقل و نصب کاهش داده و مخارج تمیز کردن و ترمیم رنگ قبل از نصب را نیز کاهش میدهد .

۱- پس از رنگ کردن باید زمان کافی برای خشک شدن قشر رنگ در نظر گرفته شود تا رنگ سخت شده و مقاومت بیشتری پیدا کند .

۲- برای بارگردان و تخلیه قطعات در کارگاه ، وهم چنین برای حمل و نقل آنها باید قلابها و وسائل مخصوص بکار رود .

۳- برای بارگردان قطعات در روی وسائل نقلیه باید متدهای مخصوص بکار رود تا حمل و نقل با آسانی صورت گیرد .

۴- برای جلوگیری از پوسته شدن رنگ باید در روی وسائل نقلیه تکیه گاهها و تسممه های مخصوص بکار رود .

احتمال صدمه دیدن قطعات کوچک خیلی بیشتر از قطعات بزرگ بوده و در نتیجه به دقت بیشتری احتیاج دارند .

ح - تاخیر در رنگ کردن در محل نصب - اگر به علت تاخیر در ساخت ، تمام طرح محافظتی را در روی کار فولادی نصب شده نتوان پیاده کرد ، زمان در معرض هوا بودن به اضافه زمان در انبار بودن نباید از مدت ذکر شده در قسمت ۵-۱-۴(ت) تجاوز کند . اگر لازم باشد باید بعداز پاک کردن کامل سطح یک لایه دیگر رنگ بکار برود .

هنگامیکه تصمیم لازم برای اقدامات محافظتی برای یک طرح گرفته شد ، خط مشی معینی برای تهیه مواد و کاربرد آنها باید تعیین شود . این خط مشی باید بطور صریح و روشن شامل دستورات لازم در مورد طبیعت کار و چگونگی اجرای آن به اضافه موارد زیر باشد .

۱- تعیین متد و استاندارد آماده کردن سطح ، به اضافه تعیین درجه ناهمواری سطح .

۲- ویژه گیهای طبیعت ، ضخامت ، و ناهمواری هرنوع سطحی که پوشش فلزی در روی آن قرار است بکار رود .

۳- ترکیب رنگ با ویژه گیهای هرنوع آستر پیش ساخته ، آستر پیشرونده ، لایه های آستری ، لایه های تکمیلی ، لایه های زینتی و متد بکار بودن هر لایه به اضافه ضخامت قشر رنگ خشک برای هر لایه و ضخامت کلی تمام لایه ها .

۴- زمان و مکانی که هر یک از عملیات باید انجام بگیرد ، با مشخص کردن شرایط جوی برای پوشش فلزی و رنگ کردن . هم چنین مشخص کردن زمان لازم بین اعمال یا لایه های مختلف .

۵- شرایط انبار وزمان انبار کردن در کارگاه و در محل نصب برای کارهای فولادی و برای رنگ .

۶- پیش بینی تهیه فضای مناسب برای نگهداری مواد ساخته شده و رنگ شده در کارگاه ها و در محل نصب با تهیه وسائل برای بازرسی و تعمیرات .

۷- روش حمل و نقل از کارگاه به محل نصب با دستورات مخصوص و لازم .

۸- پیش بینی لازم برای نظارت صحیح در تمام مراحل کار ، این مرحله باید شامل استانداردهای قابل مراجعت روشهای اندازه گیری مورد توافق بین طرفین قرار داد برای کنترل ناهمواری سطح و ضخامت لایه ها باشد .

۹- پیش بینی برای اقدامات ایمنی لازم .

۱۰- توضیح کامل برای هرنوع شرایط مخصوص .

باید در نظر گرفت که موفقیت هر طرح محافظتی بستگی به بکار برد صحیح تمام

درجات کار داشته و از این دستورات نمایند سر بیسجی کرد .

انتخاب طرح محافظتی برای اینه فنی در هوای آزاد

-۲-۵

کلیات

-۱-۲-۵

طرح های مقید و مناسب برای محافظت اولیه اینه فنی در هوای آزاد در جدول شماره

۳ پیشنهاد شده اند .

آنودی که تنها یک بوش فلزی بکار برده میشود ، هر طرح محافظتی شامل یک لایه رنگ با یک متد آماده کردن سطح و سپس بکار بودن یک سیستم رنگ میباشد .

ترکیبات جداگانه یک طرح ، در قسمت الف جدول شماره ۳ نشان داده شده اند .

تأثیر این سیستمهای محافظتی از بالا به پائین کم میشود این سیستمهای را به طرق مختلف میتوان را یکدیگر ترکیب کرد .

بطور کلی موثرترین طریقه از ترکیب اجزاء قسمت بالای سیستمهای قسمت الف جدول شماره ۳ بوجود آمده اند .

قسمت ب جدول شماره ۳ راهنمایی است برای درجه بندی محافظتی که از ترکیب اجزاء مختلف قسمت الف جدول شماره ۳ میتوان رسید آورد .

شی درجه از طرح های محافظتی متایر شده اند که به ترتیب موثر بودن از بالا به پائین ذکر شده اند . این طرح ها از روش بوش فلزی همراه با رنگ مقاوم در مقابل مواد شیمیائی ، یا رنگ قطران ذغال سنگ یا قیو طبیعی نا روش ساده تمیز کردن با دست همراه با سه لایه رنگ تشکیل شده اند .

درجه هفتم شامل تنها یک لایه فلزی بدون رنگ میباشد که در ذیل جدول با حروف M نشان داده شده است درجات محافظتی لازم برای استعمال در محیط های کوناکون در قسمت ب جدول شماره ۳ نشان داده شده است در این مورد نوع و اهمیت اینه فنی نیز در نظر گرفته شده است .

تصمیم در مورد انتخاب طرح محافظتی برای اینه فنی خاص در یک محیط مشخص در صورت امکان باید مبنی بر معلومات علمی و تحریه باشد .

در جدول شماره ۴ مثالهای با بکار بردن رنگهای که بعداً "شرح داده میشود پیشنهاد شده است . موارد ذکر شده در بالا تفسیر بسیار ساده و وسیعی از موضوع

است ولی نکات زیر احتیاج به نوچه حاصل دارد .

۱- با وجود آنکه از دیگر مدلینگی در مذاکره کلی در رحات مختلف طرح های محافظتی از فرموده و آنکه به ترتیب سه جدول شماره ۳ وجود دارد ، با این حال تداخل زیادی نمی بین آنها وجود داشته و نحوه عمل نسبی آنها بحد زیاد را بمحیط تغییر میکند .

۲- آماده کردن سطح بهترین نکته است . بطور مثال اضافه کردن تعداد لایه های رنگ تاثیروی سوروی سطح فولادی که به طرز بدی آماده شده و شامل رنگ و قشر اکسید باشد نبی کند .

۳- دور بوصبیه های ذکر شده در جدول شماره ۳ فرض شده است که نکات ذکر شده در این دستورالعمل بطور صحیح بی کیوی میشوند . بهترین طرح ها ، در صورت اجرای غیر صحیح و کاربردا آنها در شرایط نامساعد اثرخواه را ازدست می داشته اند

۴- همانطور که قبل از نهضت شد ، هر نوع سیستم رنگ چند لایه ای باید بطور کلی مورد مطالعه قرار بگیرد تا از جنبه های صحیح به فلز و هم چنین از تطابق لایه های مختلف با یکدیگر اطمینان حاصل شود .

بعضی موارد صهم کنمکی است «شکل اشی در نتیجه خوب نجسبیدن و یا عدم تطابق لایه های بکار بگیر ایجاد شود در جدول شماره ۵ شرح داده شده است .

- با فرض آمادگی صحیح سطح فلز و بکار بودن صحیح رنگ ، ارزش محافظتی یک لایه محافظتی اعم از فلز یا رنگ سنتگی به ضخامت آن دارد . در رحات ۲ و ۴ و ۵ فرمت به جدول شماره ۳ بطور کلی قشر رنگی با ضخامت متوسط ۰.۹ تا ۰.۵ میکرون ایجاد می شایند . البته این حد بستگی به رنگهای مختلفی دارد که بکار میروند .

در درجات ۱ و ۳ ، رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی ضخامت متوسطی معادل ۱۲۵ میکرون ایجاد می شایند .

نه دوام یک پوشش محافظتی در تمام نقاط اینیه فنی یکسان نیست . وعلت آن تفاوت های محلی در شرایط خورندگی است اگر این تفاوت ها به نحو

شدید وجود داشته باشد ، بیشتر است که در موحله طرح برای محافظت  
نطاچی که بسته در صورت خلأ شدن از گیرهای لازم به عمل آید  
و درجه صحابتشی قویتر می‌باشد در آینه نهاده کار را در  
این به تکلیف انجام دهای نهاده آنرا می‌داند و این در محل های منصب  
و وجود دارد هر چند آنچه در عالم یکی نیست در عالم یکی نیست طرح های صحابتشی  
نمیتوان داد .

ح۵۶ ... نسان بوده که یک نوع سنتزیون و یکی دوام علاجی در شرایط خورنده  
دارد ، آینه در این شرایط کاربرد آن است . موضع پسندیده در متن  
آمده کردن سطح برای افزایش دوام یک طرح صحابتشی بیشتر از تکمیل سنتزیون و یکی  
موثر نیافرید . بطور مثال : عصر طرح درجه ۵ ، اگر بحای تعمیکردن باشد ،  
روش پاک کردن صفحه ای باید هوا بکار رود و برازیر میشود .  
رنگهای مختلف بطور جداگانه در جدول شماره ۴ شرح داده شده است .  
رنگهای آستری ، رنگهای تکمیلی ، رنگهای سایه در مقابل مواد شیعیابی در زیر  
شرح داده میشوند .

#### رنگهای آستری - سرخ ، بلطفانه آنکه در این رنگی و روی کوه

رنگهای تکمیلی - رنگهای با خاصیت شای و نکه (کنید آنها) من  
در یک رزین اولو . این رنگها خاصیت صحابتشی خوبی داشته و در شرایط  
صنعتی به راحتی بکار روده میشوند .

رنگهای Long oil Alkyd (Long oil Alkyd ) سنتزیم خامل تبلیغی در سیاری از شرایط  
بوده و به عنوان رنگ مالیت بخوبی بخوبی بکار میگیرد کاپل با رنگ های  
تکمیلی اکسید آهنی یا سلیمانی گراییت در شرایط عبورندگی شدید بکار میرود .

#### رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیعیابی - رنگهای رزین اپکسید ، فلکان ذغال سنگ

اپکسید ، کلرینده لاسنگی (Chlorinated rubber) (دیدن و بینیل .

رنگ های بالا در صفات بعد مشروحة " شرح داده میشوند .

قسمت زیر مثالهایی از سه نوع طبقه بندی اشاره شده در جدول شماره ۳ میباشد.

طبقه ۱- اینیه فنی مهم در هوای آزاد - مانند پلها، اسکله‌ها، برجهای انتقال و غیره .

طبقه ۲- سایر اینیه های فنی در هوای آزاد - مانند ساختمانها و تاسیسات کارخانجات، لوله های عربان و مخازن بدون عایق کاری .

طبقه ۳- اینیه فنی داخلی - مانند خرپاهای فلزی ، ساختمانهای پوشیده و پل‌های جراثقالها .

دستگال شماره ۳۰- طرح هایی محافظتی برای اینده فنی فولادی که در معرض شرایط مختلف جوی قواردارند  
الف- اجزاء طرح های محافظتی

عملیات تبلیغ از رنگ کردن	
جزئیات و نتیجه	عمل آمودن
رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی	پیش پیش ساخته
یا	با
قطاران ذغال سنگ یا قریبیه های بسطی	آسترو پیش روند
سرد	با
یا	با
رنگ تکمیلی روزی اوتونوم	
، ماده رنگی لاملا	
یا	
رنگ آستری جلوگیری کننده رنگ تکمیلی	
long Oil Alkyd )	
یا	
رنگ تکمیلی روندی	

ب - درجات طرحهای محافظتی

درجه	آماده کردن سطح	سیستم رنگ	رنگ تکمیلی	رنگ آستری
۱	پوشش فلزی	رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی یا رنگهای جوهر قطران یا قیر طبیعی که به طریقه سرد مصرف میشوند .		
۲	پوشش فلزی	طرح رنگی با ۳ یا ۴ لایه رنگی ، برطبق شرایط محیط و طبیعت پوشش فلزی		
۳	پاک کردن با جریان بخار یا هوا یا مواد شیمیائی	رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی یا جوهر قطران یا قیر طبیعی که به طریقه سرد مصرف میشوند .		
۴	پاک کردن بوسیله جریان بخار با هوا یا مواد شیمیائی	۲ لایه از رنگ تکمیلی	۲ لایه از آسترجلوگیری‌کننده	
۵	پاک کردن با دست	۲ لایه از رنگ تکمیلی	۲ لایه از آسترجلوگیری‌کننده	
۶	پاک کردن با دست	۲ لایه از رنگ تکمیلی	۱ لایه از آسترجلوگیری‌کننده	

پوشش فلزی ۲

پیشنهاد راهنمای محافظتی توصیه شدده

مناطق دریاچه‌ای (مانند مناطق در عرض نرنس آب دویان)	مناطق ساحلی (مانند مناطق نزدیک ساحلی که نمک دریا درهوا وجود دارد)	مناطق شیمیائی (مانند مناطق بسیار آلوده صنعتی)	مناطق صنعتی (مانند مناطق آبروه، صنعتی)	مناطق زراعی (مانند مناطق خارج از شهر و مناطق غیر صنعتی)	طبقه بندی ایندیکاتور
۱ یا ۳	۲ یا ۴	۱ یا ۳	۲ یا ۴	۲ یا ۴، M	ایندیکاتور مهم درهوا آزاد مانند پلها
۱ یا ۳	۲ یا ۴	۱ یا ۲	۲ یا ۴، M	۴ یا ۵، M	سایر ایندیکاتوری در هوای آزاد
-	M یا نم	۱ یا ۲	N یا نم	۶ یا ۷، M	ایندیکاتور داخلی

جدول شماره ۴ - نمونه سیستم های رنگ برای ابینیه فنی فولادی

واهنجما برای عملیات

رنگ اکسید آهن ، سلیکاگرافیت پالومینیومها ماده رنگی لاغلار Long Oil Alkyd رنگ روغنی	I S T	رنگ تكمیلی	پاک کردن با جریان بخاریاهوا پاک کردن با مواد شیمیائی پاک کردن با شعله پاک کردن با دست	A B C D	آماده کردن سطح
رنگ قطران ذغال سنگ یا قپسیر طبیعی که به طور سرد مصرف شود .	M	رنگ قطران ذغال سنگیبا قیرطبیعی	کالوازره کردن به طریقه کرم اسپری الومینیوم یا روی	E F	پوشش فلزی
رنگ رزین اپکسید رنگ کلرینه لاستیکی رنگ قطران ذغال سنگ / اپکسید	P Q R	رنگ مقاوم در مقابل مواد شیمیائی	آستر قبله "عمل آورده شده سرنج پلیمرات کلسیم رنگ روی - کرم	G H J K	عمل آوردن اولیه رنگ آستری

**الف - سیستم های رنگی بر روی سطوح باده مخصوصاً**

ساحنه مختلف و طبقه بندی ایندیکفی	طرح محافظتی	خلاصه
ساحنه ایشان ، شیمیائی تمام طبقات	B با A	C بزرگ برای سطوحی که خوار است با قطعات دیگر نیست . قصر طبیعی یونیورسیتی شوند شامل فیوول است .
ساحنه ایشان طبقات ۱ و ۲	R با Q ، P ، N	تعداد لایه های استنکری ۴۰ سینچ ریتم میگاری بونده شده دارند . نباید از این لایه کمتر باشد و نهایت مقدار خصوصی این لایه ۳ حداقل ۱۲۵ میکرون باشد .
ساحنه ایشان طبقه ۱	B با A	-
ساحنه ایشان طبقات ۱ و ۲	۲H	-
ساحنه ایشان طبقه ۱	۲L	برای طبقه ۱ ایندیکفی S با ایندیکفی A کار نمود .
صنعتی ، زراعی طبقه ۱	C با B,A	-
صنعتی ، زراعی طبقه ۱	۲H با ۲J	در مناطق زراعی K را نمود مخصوصاً سکار بود .
صنعتی ، زراعی طبقه ۲	۲L	-
صنعتی ، زراعی طبقه ۲	C با B,A	در محیط های زراعی پاک کردن با ایندیکفی پوشیده نمود .
صنعتی ، زراعی طبقه ۲	۲J      ۲H	در محیط های زراعی K را نمود مخصوصاً سکار بود .
صنعتی ساحلی از راهنمایی	۲L با ۲S با ۲L 1S + 1L      ۲T L	-
صنعتی ساحلی از راهنمایی	D	با C در محیط های صنعتی مناسب هستند .
صنعتی ساحلی از راهنمایی	1J      1H	در ساحنه ساحلی و زراعی L را نمود مخصوصاً سکار بود .
صنعتی ساحلی از راهنمایی	۲L      ۲S با ۲L 1S + 1L      ۲T L	-

ب - سیستم های رنگ بر روی سطوح با پوشش فلزی

ملاحظات	طرح محافظتی	ساخته مختلف و طبقه بندی اینده فنی	
-	F یا E	شرایطی ، شیمیائی تمام طبقات	
-	G		
تعداد لایه ها بستگی به نوع رنگ دارد ، ولی ازدواج لایه نباید کمتر باشد . مقدار متوسط ضخامت قشر باید حداقل ۱۲۵ میکرون باشد .	R یا Q,P,N		
-	E	ساختمانی طبقات ۱ و ۲	
برای طبقه ۲ اینده فنی بجای L ۲ یکی از دو حالت زیر را میتوان بکار برد . ۱ - $1L + 1S$ ممکن است بر روی E بکار رود . ۲ - $2S$ ممکن است بر روی F بکار رود .	1J 2L	1G + 1K 2L	1G + 2K 2L
هیچ نوع سیستم رنگی در ابتدا لازم نیست ، ولی در محیط های صنعتی میتوان رنگ کردن را نیز در نظر گرفت .	F یا E	صنعتی ، زراعتی تمام طبقات	

جدول شماره ۵- مواردی که ممکن است مشکلاتی در نتیجه عدم چسبندگی بوجود آید

( Remedy )	چاره کار	اشکال
	<p>سطح فلز را تمیز کرده و رنگ آستری پلمبات کلسیم باید بکار رود یا اینکه سطح فلز را بوسیله یکی از متدهای زیر آماده نمود .</p> <p>۱- کاربود یک لایه از آستر پیش روند .</p> <p>۲- شستشو با اسید فسفریک</p> <p>۳- در معرض هوا قرار دادن .</p>	<p><u>عدم چسبندگی به فلز پایه</u></p> <p><u>فولاد گالوانیزه شده به طریقه گرم</u></p> <p>اغلب رنگها که شامل روغن خشک کننده ای غیر از پلمبات کلسیم باشد مشکل عدم چسبندگی ایجاد می نمایند</p>
	<p>بوسیله جریان بخار یا هوا سطح را باید پاک کرد . برای بعضی رنگها پاک کردن با مواد شیمیائی نیز قابل قبول است</p> <p>رنگهای پلی یورتین و پلی وینیل آستر پیش روند نیز لازم دارند</p>	<p><u>فولاد</u></p> <p>رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی ، هنگامیکه بر روی سطحی که بطور کامل آماده نشده باشد بکار روند .</p> <p>نیز چنین مشکلی را به وجود می آورند .</p>
	<p>باید لایه زیرین مناسبی بکار رود . این لایه ممکن است مقداری رزین الکاید هم داشته باشد .</p> <p>به رنگ آستری سرنج باید فرصت کافی برای خشک شدن داده شود ( حدود ۴ هفته ) .</p> <p>یا آنکه آستر زود خشک شونده ای که در عرض دو یا سه روز خشک می شود باید بکار رود .</p>	<p><u>عدم چسبندگی لایه های میانی</u></p> <p>رنگهای تکمیلی Long Oil Alkyd بر روی آسترها پلمبات کلسیم عدم چسبندگی ایجاد می نمایند .</p> <p>رنگهای قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی بر روی آستر روغنی نیز چنین مشکلی را بوجود می آورند .</p>

مشخص کردن شرایط جوی محلی بر حسب اثربورندگی آنها نمیتواند دقیق باشد، علاوه بر این قسمت های مختلف اینه فنی ممکن است در معرض شرایط کامل "متفاوت باشد با در نظر گرفتن این موارد پنج منطقه نمونه ای ذکر شده در جدول شماره ۳ را به طریق زیر میتوان تعریف کرد.

۱- زراعتی - مناطق باز روستائی ، دور از فعالیتهای صنعتی یا مراکز بزرگ جمعیتی و بعد کافی دور از دریا که از نمک دریا دور باشند .

۲- صنعتی - مناطقی که در آن کارخانجات صنعتی مانند کارخانجات فولاد، ذوب فلز، واپستگاههای نیرو متمرکز هستند .

۳- شیمیائی - مناطقی که در میان ویا در نزدیکی کارخانه های شیمیائی و کارهای سنگین مهندسی هستند . در این مناطق هوا به مقدار زیاد بوسیله اسیدها و سایر مواد شیمیائی و هم چنین مواد حاصله از احتراق آلوده میباشد .

۴- ساحلی - مناطق حاشیه ای در کنار ساحل ، در این مناطق مقدار زیادی نمک دریائی در هوا وجود دارد .

۵- دریائی - مناطقی که ذرات آب دریا در هوا وجود دارد . هیچ نوع حد قاطعی بین انواع مختلف وجود ندارد ، و گاهی این حدها باهم تداخل میکنند مانند کارخانه های صنعتی که در مناطق ساحلی بنا شده اند . بهترین راهنمای طبقه بندی مناطقی که اینه فنی دو آنها قرار داده میشوند آشناست، این آشناست بروایه تجربه بنا شده باشد .

#### آماده کردن سطح ۴-۲-۵

آماده کردن صحیح سطح فلز ، بیش از هر عامل دیگر در موفقیت طرح محافظتی موثر میباشد . هنگامیکه یک پوشش فلزی بکار میروند روش آمادگی سطح ، بستگی به طبیعت پوشش فلزی دارد . بطور مثال : پاک کردن سطح توسط شن و ماسه قبل از اسپری کردن فلز لازم میباشد . روشهای آماده کردن سطح برای سطوح فولادی که قرار است رنگ شوند در قسمت ۳-۳-۵ و ۵-۵-۳ شرح داده شده است . انتخاب این روشها بستگی به طبیعت اینه فنی و شرایط سطح فولاد و خورندگی محیط دارد .

فولادی که شدیداً "خورد شده باشد توجه زیادی لازم دارد . پاک کردن بوسیله جریان بخار یا هوا برای تمام سیستمهای رنگ که بروی اینه مهم فنی فولادی

بکار میروند و این بیهای که دسترسی به آنها مشکل است توصیه میشود .

برای فولادی که در معرض شرایط زیر باشد نیز باید پاک کردن با جریان بخار یا هوا بکار رود .

#### ۱- محیط های آلوده شدید

#### ۲- تفاوت های ناگهانی در درجه حرارت

#### ۳- فشارهای متناوب

#### ۴- ارتعاشات مداوم

پاک کردن ... ۱- جریان بخار یا هوا سطح فولاد را خشن میکند و به این دلیل باید ضخامت کافی از رنگ آستری برای پوشش پستی و بلندیهای سطح فولاد بکار رود .

در موارد عملی ، پاک کردن با مواد شیمیائی همراه با یک پوشش آلی میتواند جانشینی برای پاک کردن با جریان بخار یا هوا باشد . برای زیرسازی رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی پاک کردن با جریان بخار یا هوا برتر است .

پاک کردن توسط شعله برای کارهای فولادی جدید از پاک کردن با جریان بخار یا هوا وهم چنین پاک کردن با مواد شیمیائی کمتر موثر است ولی این روش برای خشک کردن رنگ فولاد و برای بعضی کارهای تعمیراتی مناسب میباشد . پاک کردن محتاطانه با دست در موارد زیر مناسب است .

#### ۱- کارهای قابل دسترس فولادی در مناطق زراعی

#### ۲- کارهای فولادی در داخل ساختمانها که شرایط خورنده نمیباشد .

#### ۳- کارهای فولادی محصور در آجر ، انود و بتن

#### ۴- قسمت های داخلی جعبه ها و فضاهای بسته که قرار است رنگ شوند .

روش پاک کردن بادست هیچگاه برای طبقه شماره یک این بیه فنی نباید بکار رود .

این طریقه را برای سایر این بیه فنی بعداز مطالعه عوامل اقتصادی و عملی میتوان بذار برد .

برای هر نوع روش آمادگی سطح که بکار رود ، ضروری است که اولین لایه آستر پیش روند ، آستر پیش ساخته یا رنگ آستری ، بدون درنگ بکار رود .

### پوشش فلزی ۵-۲-۵

الف - انتخاب پوشش - بعضی از مزایای پوششهای فلزی در قسمت ۳-۳-۱ شرح داده شد .

پوشش فلزی هنگامیکه با یک سیستم مناسب رنگ بکار رود از زنگ زدگی در محیط های خورنده شدید جلوگیری میکند ، در حالیکه رنگ تنها برای مدت محدودی محافظت ایجاد مینماید .

در تجربه بیشتر پوشش فلزی بخصوص در مواقعی که جلوگیری از زنگ زدگی ضروری است و یا در مواقعی

فواصل بین تعمیرات طولانی است بهسازی با ارزش نمیباشد .  
پوشش های فلزی در محیط های شیمیائی نیز هنوز ممکن نمیباشد ، ولی فلز مناسب باید انتخاب شود  
تا در مقابل مواد آلوده شیمیائی مقاومت کند .  
برای فولاد ، انتخاب معمولاً " بین موارد زیر است .

کالوانیزه کردن به طریق گرم

اسپرسی روی

#### اسپرسی الومینیوم

اگر قرار باشد که بیک پوشش روی بکار رود و بیک کردن باقی بماند ، کالوانیزه کردن به طریق  
گرم غالباً ترجیح دارد زیرا در این حالت سطح صاف تو بوده و خلخل و فرج ایجاد نخواهد شد و  
ضخامت لایه نیز یکساخت تر خواهد بود .

پوششهای الومینیوم برای حفاظت فولاد در شرایط سخت و در درجهات حرارت بالا مناسب بسوده  
و اساس خوبی نیز برای رنگهای مقاوم در مقابل حرارت ممکنند . پوششهای الومینیوم احتیاج به  
محافظت در مقابل مواد قلیائی سیمان داشته و به طور کلی پوششهای روی اساس بهتری سرای  
رنگ در روی فولادی که در محیط قلیائی قرار نیکنند ممکنند .

پوششهای فلزی در صورتیکه بحد کافی ضخیم باشند تا در شرایط کار در حدت زمان تعیین شده  
مقاومت کنند احتیاج به رنگ کردن ندارند و فولاد را برای مدتی طولانی محافظت میکنند .  
بعنوان مثال ، پوششهای روی که رنگ نیز نشده اند به وزن ۶۱۵ <sup>گرم</sup> مترمربع از سطح ، در حدود  
پنج سال در مناطق صنعتی و حتی برای ۲۰ سال در مناطق زراعی دوام پیدا میکنند ، ولی در  
مناطق بسته و مطروب و آلوده چندان خاصیت محافظتی ندارند . یک پوشش رنگ نشده الومینیوم  
به وزن ۶۱۵ <sup>گرم</sup> مترمربع از سطح ، حدود ده سال در مناطق صنعتی دوام دارد .

پوششهای از هر کدام از این فلزات با ضخامت حداقل ۷۵ میکرون را به تنهائی در محیط های  
زراعی و شرایط مشابه از نظر خودنگی میتوان به کار برد .

در محیط های خورنده تو شاید بهتر باشد که ابتدا فلز را رنگ نمود . بعضی مواقع نیز محیط  
هر نوع که باشد رنگ کردن از نقطه نظر زیبائی ضروری است .

ب - کالوانیزه کردن به طریق گرم - این روش را بدون رنگ کردن در محیط های خورنده  
معتدل مانند مناطق زراعی و های میتوان به کار برد .

حداکثر ضخامت لایه روی که بوسیله کالوانیزه کردن گرم میتوان بدهست آورده استگی به ترکیب ،

ضخامت و ناهمواری سطح قطعه فلزی ، درجه حرارت حمام ، زمان غوطه وری و سرعت بیرون آوردن آن دارد . و چون این عوامل را تا حد محدودی میتوان تغییر داد در نتیجه در روی ورقه های فولاد و مواد نازک مشابه ، بدست آوردن پوشش با وزن بیش از  $307$  تا  $615$   $\text{گرم مترمربع}$  از سطح مشکل میباشد .

در اینه فنی فولادی لایه ای با وزن  $15$  تا  $920$   $\text{گرم مترمربع}$  از سطح را با آسانی در شرایط نرمال میتوان بدست آورد .

پ - پوششهای فلزی به طریقه اسپری - پوششهای روی آلومینیوم که به طریق ما سپری کردن ایجاد شده اند باید حداقل  $100$  میکرون ضخامت داشته و نباید از  $75$  میکرون در هیچ نقطه ای ضخامت آنها کمتر باشد .

پوششهای ضخیم تراز این مقدار ممکن است در تحت بعضی شرایط به رنگ کردن احتیاج نداشته باشد . لایه های نازکتر را درجایی که لایه فورا "رنگ شده و محیط چندان خورنده نیست میتوان بکاربرد . هیچ نوع حدی برای ضخامت روی وجود ندارد . در مرور آلومینیوم ضخامت حدود  $200$  تا حداقل  $300$  میکرون را به آسانی میتوان بدست آورد .

عمل اسپری کردن فلز با دست مهارت بسیار لازم دارد ، زیرا در غیر اینصورت تفاوت های محلی بسیار در ضخامت لایه به وجود میآید . با وسائل اتوماتیک ، یکنواختی و وزن لایه را بوسیله تنظیم مقدار فلز و کنترل مکانیکی حرکات پیستول ، با آسانی میتوان بدست آورد . لایه های فلزی که با عمل اسپری کردن ایجاد شده اند سطح ناهمواری دارند و آنها را برروی فولادی که بوسیله جریان بخار یا هوا ناهموار شده است بکار میبرند . ناهمواری سطح فلزی که دارای لایه فلزی بوده وقرار است که رنگ بشود ، باید بسیار کم باشد و بطور نرمال نباید از  $100$  میکرون تجاوز نماید .

ناهمواری زیاده از حد را میتوان بوسیله سائیدن با سنگ سنبله از بین برد .

یکی از مزایای اسپری کردن فلز اینست که پوشش فلزی را میتوان بر روی اینه فنی تمام شده بکار برد . اگر این عمل قبل از ساخت انجام بگیرد در هنگام لحیم کاری مشکل ایجاد میشود ، این مشکل را میتوان با بجا گذاشتن  $5$  تا  $8$  سانتیمتر فاصله پوشش نشده در نقاطی که قرار است لحیم بشوند حل نمود .

بعد از بهم پیوستن ، شکافهای لحیم شده باید تمیز شده و قسمتهای عریان را بوسیله فشار بخار یا هوا باید تمیز کرد و سپس عمل اسپری کردن فلز را انجام داد .

اگر این اعمال عملی نباشد دو لایه از رنگ غنی از روی باید بکار برد .  
ت - سایر پوششها - انواع دیگر پوشش‌های فلزی غیر از گالوانیزه کردن به طریقه گرم نیز  
برای محافظت قسمتهای کوچک بکار می‌رود .

روش محافظتی موسوم به Sheradizing برای پوشش فولاد با روی هنگامیکه قطعات خیلی  
دقیق باشند مانند مهره‌ها ، پیچها و قسمتهای دنده‌ای مفید می‌باشد .  
حداکثر وزن لایه‌ای که بکار می‌رود در حدود ۳۷۰ متر مربع از سطح می‌باشد . عملیات نظری  
نیز با این ۱۵۰ نجات کوچک فولادی بوسیله آلومینیوم یا روی وجود دارد . پوشش‌های  
آلومینیوم بخصوص هنگامیکه مقاومت در مقابل حرارت مورد لزوم باشد مفید می‌باشد .  
پوشش‌های گرم در جاییکه سختی سطح یا مقاومت در مقابل سائیدگی همراه با مقاومت در مقابل  
خوردگی مورد نظر باشد بکار می‌رود .

ث - رنگ کردن پوشش فلزی - توصیه‌های کلی جداول ۶ و ۷ ، برای آماده کردن سطح  
ورنگ کردن پوشش‌های روی و آلومینیوم در روی فولاد می‌باشد .  
فرض شده است که پوششها خورده نشده و سالم باشند .

جدول شماره ۶  
زنگ کردن فولادی که به طریق گرم کالو انجام شده

زنگهاي آстري	آماده کردن سطح و طریقه محافظت
زنگ آستري، پلمبات کلسیم  اغلب زنگها بخوبی می‌چسبند، با وجود آنکه لازم نیست که زنگ آستري جلوگیری کند، باشد، با اینحال آسترهای روی گرم برسیاری ترجیح دارند.	پاک کردن پروژن گیری  فشرنگ کردن  شستشو با آسید فسفریک
بهتر از همه آستر پلمبات کلسیم است، ولی بقیه زنگها در بخوبی به یک سطح تشکیل می‌چسبند.	در معرض هوا قراردادن

جدول شماره ۷  
زنگ کردن پوششهاي روی دالومینیوم

زنگ آستري	آماده کردن سطح و طریقه محافظت
بسیاری از زنگها را میتوان بکاربرد، ولی آستر روی "گرم معمولاً" بهتر است.	آستر پلاس زوند

ج - رنگهای تکمیلی - تعداد بقیه لایه های رنگ باید طوری باشد ، که ضخامت کلی قشر خشک رنگ مورد نظر را به وجود بیاورند .

اگر ناهمواری سطحی که دارای پوشش فلزی است ، از حد ۱۰۰ میکرون تجاوز کند ، یک لایه اضافی رنگ آستری باید بکار رود ، وبا اینکه سطح فلز را باید با استفاده از سمباده هموار نمود . بعضی طرحهای نمونه محافظتی که بر اساس ترکیب پوشش فلزی ورنگ بنا شده اند در جدول شماره ۴ نشان داده شده اند .

در اکثر مناطق رنگ های تکمیلی ، رزین اولئو و مواد رنگی لاملا راکسید آهن ، آلومینیوم یا سیلیکا گرافیت موثر هستند .

درجائی که حداقل مقاومت مورد نظر باشد مانند محیط های شیمیائی ، سیستم کامل رنگ باید از رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی تشکیل شده باشد ولی انتخاب آن بستگی به طبیعت و شدت خورندگی دارد .

#### انتخاب رنگها

۵-۲-۴

الف - کلیات - انتخاب صحیح سیستم رنگ که مناسب شرایط کار باشد دارای اهمیت بسیار میباشد .

نظریات زیر متمم پیشنهادات جدول شماره ۳ است .  
ویژه کیهای انواع رنگ های ذکر شده و طرق بکار بردن آنها در قسمتهای ۵ - ۶ - ۷ - ۸ شرح داده شده است .

در هنگام انتخاب رنگ ، باید به مخاطرات احتمالی در هنگام ساخت ، سوار کردن و نصب کردن توجه شود .

ب - ابنيه فنی در مناطق کشاورزی - تمام قسمت های سیستم رنگ ، به انضمام رنگهای تزئینی که بر روی ابنيه فنی در عمق ۳ متر از زمین قوار دارند باید غیرسمی باشند ، زیرا در این عمق ابنيه فنی در دسترس چهارپایان اهلی قوار دارد .

رنگهای دارای مواد رنگی سربی یا سایر موادرنگی سی نباید حتی در بالاتر از عمق ۳ متر یعنی جائی که احتمال مسمومیت حیوانات ، ماهی ها ، محصولات یا چراکاهها باشد بکار روند . از بکار بردن این نوع رنگها توسط روش اسپری کردن باید خودداری نمود ، زیرا ذرات رنگ توسط باد پراکنده شده و باعث مسمومیت میشود .

پ - چسبندگی لایه های میانی - هنگامیکه لایه های رنگ که با یکدیگر بکار میروند

با هم تطابق داشته باشد ، سیستم محافظتی با موقتیت انجام میشود بنابراین صحیح است  
که تمام رنگهای یک طرح محافظتی از یک سیستم انتخاب شود .

بطور کلی رنگهای شیمیائی را باید بروی سایر رنگها بکاربرد ، همچنین رنگهای روغنی یا  
رزین اولئو را نیز باید بروی رنگهای قیر طبیعی یا قطران بکار برد .

ت - محافظت موقت با روغن بزرگ - ارزش محافظتی روغن بزرگ محدود است و آنرا

برروی اینهای فنی فولادی نباید بکار برد .

ث - آسترها پیش روند - این آسترها قدرت چسبندگی رنگ را به فلزات غیر آهنی  
افزایش می دهند و بطور کلی در عرض چند دقیقه خشک میشوند . بکار بودن آنها بر روی  
فولاد کالوانیزه شده ، یکی از طرق موثر آماده کردن فولاد برای رنگری است . این آسترها  
برای رنگ کردن پوشش‌های فلزی که توسط عمل اسپری کردن ایجاد شده اند نیز مفید بودند و  
خاصیت چسبندگی بعضی انواع رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی را بر روی فولاد عربیان  
افزایش می دهند . در ضمن این خاصیت را نیز دارند که باطبقه وسیعی از رنگها تطابق  
دارند . این آسترها را باید برروی فولاد فسفاته بکار برد ، همچنین در مواردی که از  
آسترها غنی از روی استفاده میشود ، باید از مصرف آستر پیش روند خودداری نمود .  
لایه این آستر را هنگام شمارش لایه های رنگ نباید در نظر گرفت .

ج - آسترها پیش ساخته - این آسترها را در کارگاه بلا فاصله پس از پاک کردن بوسیله  
جريان بخار یا هوا بکار میبرند و بدین وسیله تا بکار بودن اولین لایه دائمی رنگ محافظت  
ایجاد می نمایند . آستر پیش ساخته نباید استحکام محل های اتصال را تغییر دهد .  
نوع آستر پیش ساخته بر حسب زمان محافظت مورد نیاز تغییر میکند . برای بعضی از آنها  
این زمان ۳ تا ۴ هفته بوده و در انواع دیگر ، یعنی رنگهای با مواد رنگی گزدروی درین کـ  
رزین اپکسید ، این زمان در تحت شرایط متوسط انبار حمل و نقل و نصب به ششماه میرسد .  
لایه آستر پیش ساخته را نیز هنگام شمارش لایه های رنگ نباید در نظر گرفت .

ج - رنگ های آستروی - انتخاب رنگ آستروی بستگی به روش آماده کردن سطح و شرایط  
کاربرد دارد . به عنوان مثال : هنگام انتخاب رنگ آستروی برای فولادی که توسط جریان  
بخار یا هوا پاک شده و یا اینکه دارای پوشش فلزی است ، باید به ناهمواری سطح توجه بخصوص  
داشت ذیلا " خصوصیات اصلی چهار نوع آسترها ذکر شده در قسمت ۱-۲-۵ و هم چنین  
رنگ غنی از روی که در بعضی موارد به جای رنگ آستروی بکار میروند شرح داده است .

۱- آسترهای سرنجی - سرنج برای منظورهای کلی توصیه میشود ولی هنگامیکه باید سطح فلز را با جریان بخار یا هوا پاک کرد و آستر را نیز قبل از ساخت بکار برد سرنج نباید بکار رود .

آستر سرنجی سالها به طرز وضایت بخش بکار برد شده اند ، کار بود آنها بخصوص برروی سطوحی که به خوبی پاک نشده و دارای زنگ و قشر اکسید میباشد مانند سطوح پاک شده با دست و یا جریان هوا مناسب میباشد .

به عل- آنده این رنگها به کندی خشک میشوند ، کاربرد آنها در هوای آزاد و در محیط های شدیداً آلوده یا در محلی که فضای بسته محدودی برای رنگ کردن وجود دارد مناسب نیست . با اضافه کردن رزین های ترکیبی یا طبیعی در سرنج این رنگها زودتر خشک میشوند ، ولی خاصیت محافظتی آنها تقلیل یافته و مقاومت آنها در روی سطوحی که به طرز صحیح تمیز نشده اند کم میشود .

بکار بودن سرنج و رنگهای سربی باید در حد مقررات کاربرد سرب باشد .

چنین رنگهایی را نباید توسط روش اسپری کردن بکار برد ، هم چنین بر روی سطوحی که قرار است در معرض شعله قرار گیرند و نیز در محیط های محدود که عملیات سایندگی انجام میشود نباید رنگهای سربی بکار رود :

۲- آسترهای پلمبات کلسیم - رنگهای پلمبات کلسیم در مقایسه با سرنج خصوصیات بهتری از لحاظ خشک شدن دارند و میتوان آنها را به جای سرنج مصرف نمود .  
این آسترهای برای سطوح گالوانیزه شده به طریقه گرم آسترهای خوبی هستند . رنگ تکمیلی آنکايد را نباید مستقیماً بر روی آسترهای پلمبات کلسیم بکار برد ، در حالیکه بعضی رنگهای آنکايد ممکن است با آسترهای پلمبات کلسیم مطابقت کنند .  
آماده کردن سطح برای این آسترهای پلمبات کلسیم صورت بگیرد . این آسترهای پلمبات کلسیم نیز از نظر برش و جوش کاری باید مطابق مقررات کاربرد سرب باشد .

۳- آسترهای فلزی سرب - خصوصیات آسترهای فلزی سرب بهتر از آسترهای سرنجی میباشد . بکار بودن و رنگهای فلزی سرب با قلم موبسیار آسان است و آنها خیلی بهتر جریان

پیدا میکنند و در نتیجه احتمال بوجود آمدن سطح ناهموار کمتر است . این رنگها هم چنین به آسانی خشک میشوند . در محیط های شیمیائی و دریائی رنگهای فلزی سرب بهتر از سرنج بوده مقاومت آنها در مقابل هوا بسیار خوب است . آنها را به عنوان رنگهای تکمیلی نیز میتوان بکار برد .

رنگهای فلزی سرب از نظر برش و جوش کاری نیز تابع مقررات کاربرد سرب هستند .

۴- آسترها، روی - کرم - رنگهای دارای مواد رنگی روی - کرم و سایر مواد رنگی مانند

اکسید آهن در رزین اولئو به آسانی بکار بوده میشوند و به تندری نیز خشک میشوند .

در محیط های خورنده متعادل و برروی سطوح آماده شده این آسترها محافظت خوبی ایجاد میکنند ، ولی در محیط های خورنده ارزش محافظتی آنها کمتر از رنگهای روغنی سرنج و پلمبات کلسیم است . علت این موضوع آنست که آسترها روی - کرم مقدار کمی مواد تشکیل دهنده قشر رنگ داشته و قشر نازکی تشکیل میدهند .

کاربرد آنها برروی پوششهای فلزی که با عمل اسپری گردید ایجاد شده اند بسیار مناسب است در صورتیکه آسترها با مواد رنگی سرب در این حالت مناسب نیستند .

بطور کلی قبل از کاربردن رنگ روی - کرم باید یک آستر پیش روند بکار برد .  
رنگهای روی - کرم را در زیر باران نباید قرار داد .

۵- آسترها غنی از روی - رنگهای غنی از روی در رزین اپکسید به عنوان آسترها پیش ساخته و هم چنین به عنوان یک لایه کامل برروی فولاد ساخته شده بکار میروند .  
سایر موارد استعمال رنگهای غنی از روی کاربرد آنها برای سیستم های مقاوم در مقابل مواد شیمیائی است .

انواع معدنی رنگهای غنی از روی برای مصرف در زیرآب بسیار مناسب میباشد .

رنگهای غنی از روی باید تنها بر روی سطوح فولادی که به نحو بسیار صحیح بخصوص بوسیله جریان بخار یا هوا آماده شده است بکار رود . بکار بردن قلم مو برای این رنگها مشکل است .  
ح - رنگهای تکمیلی - رنگهای تکمیلی رزین اولئو با مواد رنگی لاملاً اکسید آهن ، سیلیکا گرافیت یا آلومینیوم به علت ارزش محافظتی آنها توصیه میشوند ، ولی این رنگها از نظر رنگ و ظاهر محدود هستند .

رنگهای تکمیلی Long Oil Alkyd را نیز میتوان بکار برد . ولی این رنگهای ادار شرایط زیان آور زیاد مناسب نیستند ، زیرا به عنوان مثال خاصیت چسبندگی این رنگها

در شرایط مرطوب تقلیل میباشد و در مناطق شیمیائی و دریائی نیز مناسب نیستند.

خصوصیات کلی این رنگها مانند جلاوجاری بودن بسیار خوب بوده و آنها را در حد وسیعی به عنوان رنگهای تزئینی نیز میتوان بکار برد.

رنگهای روغنی شامل روی و سایر مواد رنگی را نیز میتوان به خصوص در مناطق کشاورزی بکار برد این رنگها در محیط‌های آلوده به سولفور به طرز بدی جلاورنگ خود را ازدست میدهند.

خ - رنگهای قطران ذغال سنگ و قیر طبیعی - این رنگها برای کارهای فولادی در معرض

میان جو، که در مناطق صنعتی و دریائی قرار دارند و همچنین برای قسمتهای داخلی مخزن‌های آب، باراندازها، ابینیه فنی در زیرآب و بطور کلی درجهای که حد بالائی از مقاومت شیمیائی مورد نظر باشد بکار میروند.

بین نوع معمولی از این رنگ‌ها که عموماً " محلولهای ساده‌ای هستند و تولید قشرخشکی به ضخامت ۲۵ میکرون مینماید و مواد ممتاز ( High-build ) که ضخامت خیلی بیشتری تولید میکنند باید فرق قائل شد.

در این دستورالعمل به جز مواردی که کلمه ممتاز ( High-build ) مصرف شده است در سایر موارد منظور نوع معمولی این رنگهاست.

بین رنگهای قطران ذغال سنگ و قیر طبیعی و محصولاتی که بطور ذاغ یا بصورت چسب‌قیری مصرف میشوند نیز باید فرق قائل شد.

قطران ذغال سنگ و قیر طبیعی هردو رطوبت ناپذیر، بی اثر، غیر قابل تبدیل به صابون حتی در شرایط محافظت کاتدیک میباشند، ولی هیچ گونه خاصیت جلوگیری از ایجاد رنگ ندارند و در نتیجه نیروی محافظتی آنها بستگی به ضخامت لایه بکار برد شده دارد.

رنگهای ممتاز ( High-build ) از هریک از این مواد لایه‌هایی به ضخامت ۲۵۰ میکرون ایجاد کرده و برای سطوحی که تماماً یا بطور جزئی در زیرآب قرار دارند مناسب میباشند. قطران ذغال سنگ، فولاد در زیرآب را بهتر از نوع قیر طبیعی محافظت کرده و بطور کلی مصرف آن در آب دریا ترجیح دارد.

لازم است که رنگهای آستری روغنی را برای مدت چند هفته قبل از استعمال رنگهای قطران ذغال سنگ و یاقیر طبیعی بر روی آنها خشک نمود.

رنگهای قطران ذغال سنگ و قیر طبیعی را نباید در معرض نور شدید آفتاب قرار داد.

د - رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی - در داخل ویا در نزدیکی کارخانه‌های

شیمیائی ، کارخانجات گاز یا کارخانجات فولادونواحی نظیر ، رنگهای عادی ممکن است توسط مواد شیمیائی صدمه دیده و نیروی محافظتی خود را ازدست بدهند . علت این موضوع آلدگی شدید هوا بوسیله اسید ، نمکهای آمونیوم یا سایر مواد شیمیائی است ولی بعضی اوقات نیز علت ، پاشیدن اسیدها ، بازها یا حلالهای قوی است . برای محافظت در مقابل چنین شرایط سختی لازم است که لایه های مقاوم در مقابل مواد شیمیائی و تا حد امکان رطوبت ناپذیر بکار بود .

برای بدست اوردن بهترین نتیجه ، سطح فلز را قبل از بکار بردن این رنگها باید بوسیله جریان بخار یا هوا پاک نمود و آسترها مخصوص و مناسب با سیستم رنگ نیز باید بکار برد زیرا آسترها معمولی مانند آسترها رزین اولئو برای سیستم رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی مناسب نیستند . هنگامیکه رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی بروی آسترها پیش ساخته و یا آسترها پیش روند بکار میروند هردو مواد باید از یک سازنده رنگ تهییه شده و اطمینان حاصل شود که رنگها بایکدیگر سازگار هستند .

در هنگام تعمیرات نیز تناسب رنگهای لایه ها با رنگ قدیمی را باید در نظر گرفت . پنج نوع رنگ مقاوم در مقابل مواد شیمیائی که در مجاورت هوا خشک میشوند توصیه میشوند :

رنگ رزین اپکسید - رنگ قطران ذغال سنگ / اپکسید - رنگ پلی یورتین - رنگ کلرینه لاستیکی و رنگ رزین وینیل . در حال حاضر رنگهای مناسب رزین اپکسید ، قطران ذغال سنگ / اپکسید و پلی یورتین به صورت دوبسته مواد جداگانه که باید درست قبل از مصرف با یکدیگر مخلوط شوند به بازار عرضه میشوند . این رنگها "بوسیله فعل و انفعال بین اجزاء" شان خشک میشوند .

هر سه نوع این رنگها قشر سخت و محکمی که دارای مقاومت زیاد در مقابل سائیدگی است ایجاد میکنند . مقاومت رزین اپکسید و رنگهای پلی یورتین در مقابل حلالهای آلی بسیار خوب میباشد . رنگهای کلرینه لاستیکی و رزین وینیل بوسیله تبخیر حلال خشک میشوند و مقدار کمی پلیمریزا سیون نیز در قشر خشک صورت میگیرد نتیجتاً " مقاومت آنها در مقابل حلالها کم بوده و این موضوع باعث مشکلاتی در موقع رنگ کردن با قلم مو میشود .

انتخاب یک رنگ مقاوم در مقابل مواد شیمیائی نه تنها بستگی به مقاومت آنها در محیط های آلدوده دارد بلکه بستگی به آسانی کارکردن با آن و ضخامت قشر ایجاد شده نیز در شرایط

کار دارد .

هوای سرد ، کاربرد بعضی از این رنگها را محدود میکند ، ذیلاً " خصوصیات انواع مختلف این رنگها شرح داده میشود .

۱- رنگهای رزین اپکسید - این رنگها در مقابل اسیدها ، بازها ، آب دریا ، حلالها و سائیدگی بسیار مقاوم بوده و در ضمن بسیار بادوام هستند :

در مقابل مایعات داغ نیز مقاوم میباشند . انواع ممتاز ( High - build ) این رنگها که قاد، <sup>۱۰</sup> ایجاد قشر خشک رنگ به ضخامت ۲۵۰ میکرون میباشند برای بکار بردن با قلم مو یا اسپری موجود هستند .

۲- رنگهای قطران ذغال سنگ / اپکسید - این رنگها خاصیت رطوبت ناپذیری قشرهای ضخیم رنگهای قطران ذغال سنگ و مقاومت در مقابل مواد شیمیائی و ثبات در مقابل گرمای رزین اپکسید را باهم دارند . این رنگها قشرهایی به ضخامت ۱۲۵ تا ۲۵۰ میکرون ایجاد میکنند .

قشر خشک رنگ تا حد زیادی سخت شده و مقداری نیز در مقابل حلال ها مقاوم میباشد . برای از بین بردن رنگ سیاه یا تیره این نوع رنگها میتوان لایه دیگری از رنگهای مقاوم میباشد . برای از بین بردن رنگ سیاه یا تیره این نوع رنگها میتوان لایه دیگری از رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی برروی آنها بکار برد .

اگر در زیر این رنگها آستر پیش روند بکار رود باید برای همین منظور فرموله شده باشد .

۳- رنگهای پلی یورتین - این رنگها به صورت دو بسته جداگانه به بازار عرضه میشوند . مقاومت آنها در مقابل مواد اسیدی بیش از رنگهای رزین اپکسید و مقاومت آنها در مقابل مواد بازی کمتر است و اگر در شرایط خشک و تمیز بکار روند مقاومت زیادی در مقابل آب دارند .

خاصیت چسبندگی آنها به فولاد عریان تاحدی کم است و این مشکل را میتوان با بکار بردن یک آستر پیش روند برروی فولادی که بوسیله جریان هوا یا بخار پاک شده باشد برطرف کرد .

این رنگها در هنگام کاربرد در زمان خشک شوندگی بحد زیاد در مقابل رطوبت حساس هستند .

۴- رنگهای کلرینه لاستیکی - این رنگها مقاومت بسیار خوبی در مقابل بازهای

اسیدهای ضعیف و آب نمک دارند ولی مقاومت آنها در مقابل حلالها کمتر از رزین اپسید یا رنگهای پلی یورتان میباشد ، این رنگها تحت تاثیر درجه حرارت‌های بالا قرار میگیرند ، رنگهای متاز قشری به ضخامت ۱۰۰ تا ۱۵۰ میکرون ایجاد میکنند . اگر این رنگها با قلم مو بکار برد شوند زمان خشک شدن آنها کمتر از ۱۲ ساعت نیست ولی با روش اسپری میتوان دولایه رنگ را در یک روز بکار برد .

صورت ظاهر قش،های رنگ متاز را با استفاده از یک رنگ کلرینه لاستیکی با غلظت کم میتوان اصلاح کرد .

۵- رنگهای رزین وینیل - رنگهای رزین وینیل بر مبنای پلی وینیل کلراید و رزینهای استات دارای مقاومت بسیار زیاد در مقابل اسیدها ، بازها ، آب و آب نمک هستند این رنگها را بمدت طولانی در مجاورت حلالها نباید بکار برد . مواد جامد این رنگها کم هستند و در نتیجه قشر نازکی ایجاد خواهند کرد و برای بدست آوردن ضخامت کافی باید لایه های متعددی بکار رود . بکار بردن آنها با قلم مو بسیار مشکل است و در نتیجه باید اسپری یا غلتک بکار رود .

برای بدست آوردن نتیجه خوب ، سطح فولاد را باید به بهترین وجهی آماده کرد . خاصیت چسبندگی این رنگها به فولاد عریان بسیار کم است .

این مشکل را با بکار بردن یک آستر پیش روند میتوان حل کرد . لایه های ضخیم رزین وینیل خاصیت محافظت زیادی داشته و برای بکار بردن برونوی ورقه های فولاد و باریکه ها مناسب میباشند .

ذ - رنگهای تزئینی - هنگامیکه رنگهای رزین اولثو با مواد رنگی لاملاز باید بکار روند ولی رنگ تکمیلی مشخصی مورد نظر است که بوسیله این رنگها بدست نمی‌آید باید رنگهای تزئینی را برونوی آنها بکار برد .

رنگهای تزئینی باید با رنگهای تکمیلی تناسب داشته باشند .

رنگهای از نوع Long Oil Alkyd بطور کلی مناسب میباشند . در حقیقت این رنگ ها را به عنوان رنگهای تکمیلی در محیط های کمتر خورنده و مستقیما " برونوی سرنج ، رنگهای فلزی سوب یا روی - کرم میتوان بکار برد .

رنگهای روغنی را نیز میتوان به عنوان رنگ های تزئینی و تکمیلی بکار برد . این رنگها لایه های ضخیم تری از رنگهای Long Oil Alkyd ایجاد میکنند ولی خصوصیات

خشک شدن ، جلا و برق و مقاومت در مقابل خورندگی آنها چندان خوب نیست .  
انتخاب رنگ ترئینی بروی رنگ قطran ذغال سنگ / اپکسید دقت زیادی لازم داشته و باید  
با کارخانه سازنده نیز مشورت گردد .

#### جزئیات طراحی

-۳-۵

#### کلیات

-۱-۳-۵

میزان خوردگی را به وسیله طراحی صحیح ابنيه فنی و دقت در جزئیات آن به خصوص  
قسمت هایی که بیشتر آمادگی خورندگی دارند میتوان تقلیل داد .  
بنابراین طراحان و نقشه کشها باید خطر بروز خورندگی ناشی از عدم پیش بینی در این  
موارد را در نظر بگیرند . و هم چنین باید مشکلات تعمیرات آتیه در نظر گرفته شده و طرحها  
مبني بر حداقل مخارج تعمیراتی باشد .

#### مثالهای نمونه

-۲-۳-۵

خورندگی بیشتر در نقاطی که آب ویا گرد و غبار جمع شده و تعمیرات در آن نقاط مشکل است  
صورت میگیرد .  
بعضی مثالها در مورد جزئیاتی که باعث خورندگی میشوند و طرق جلوگیری از آنها در اشکال  
۲۰، ۱۹، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۹، ۸ نشان داده شده است .

بسیاری از اینهای فنی مدرن بخصوص پلها<sup>۸</sup> از ترکیب فولاد و بتن مسلح ساخته شده‌اند، جلوگیری از خورندگی و فرسودگی فولاد آنها بستگی به شرایط بتن در مجاورت فولاد و رطوبت ناپذیر کردن صحیح دارد. این عمل از نفوذ آب از میان بتن و دخول آن به سطح دو ماده جلوگیری میکند، طرق مناسب رطوبت ناپذیر کردن راهها و پلهای راه آهن در اشکال ۱۴ و ۱۵ نشان داده شده است شکل ۱۶ جزئیات مربوط را نشان میدهد. سطحی که قرار است در روی آن ماده ۱۶ رطوبت قرار داده شود باید خشک و تمیز و عاری از روغن باشد.

آسفالت -۱-۴-۵

الف - بلوكهای سیمان مسلح - سطح بتن باید تا حدی ناهموار باشد تا از لغزندگی افقی ماده عایق رطوبت در مقابل حرکت وسائل نقلیه جلوگیری کند. آسفالت باید در دو لایه به ضخامت کل وحدائق ۱/۸ سانتیمتر قرار داده شود اولین لایه یا رگه را باید مستقیماً "بر روی سطح بتن بدون استفاده از لایه رویه قرار داد، اگر بر روی بتن غباری از سیمان و یا گرد سنگ بپاشیم از تاول زدن (Blistering) آسفالت جلوگیری میشود.

غشاء‌های پیش ساخته -۲-۴-۵

غشاء رطوبت ناپذیر بر روی بلوك بتونی باید از یک یا دو لایه از صفحات پیش ساخته شامل الیاف شیشه یا ورق مس با پوشش قیر طبیعی تشکیل شده باشد و بر روی کف پل خشک و تمیز و صاف بکار بردشود. اگر سطح کف پل ناهمواری داشته باشد ابتدا لایه ای از قیر طبیعی باید بکار بردشده و سپس لایه ها بر روی کف و بر روی یکدیگر توسط استعمال مداوم قیر گرم محکم شوند. در قرار دادن این غشاء‌ها باید توجه کامل مبذول شود که هیچ نوع هوا بین غشاء‌ها و کف پل و هم چنین بین لایه ها وجود نداشته باشد. غشاء باید در مقابل صدمات تا اتمام سطح محافظت شود.

آماده کردن سطح برای رنگ کردن -۵-۵

کلیات - آمادگی صحیح برای هر نوع طرح محافظتی ضروری است روش‌های معمولی به ترتیب موثر بودن عبارتند از:

۱- پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا

۲- پاک کردن توسط مواد شیمیائی

۳۔ پاک کردن توسط شعلہ

۴- پاک کردن با دست با استفاده از ابزارهای نیروده . این روش غالباً "مقدم بر کردن توسط هوا" است .

هندگامیکه قرار است بر روی سطحی که توسط جریان هوا یا بخار و یا توسط مواد شیمیائی پاک شده است رنگ بکار بردشود عمل آوردن شیمیائی سطح مانند بکار بردن یک آستر پیش روند مقرون به صرفه است . فسفاته کردن نیز بطور وسیعی برای مواد ساخته شده سبک بکار میرود . آمادگی سطح نیز طبق روشیای ذکر شده باید بر طبق استانداردهای صحیح انجام گیرد . در صورت آنکه نتایج آمادگی سطح باید در زیر پوشش و در شرایط گرم و خشک انجام گیرد سطوح آلوده به روغن یا گوئیس را ابتدا باید با الكل و یا نفتا و یا مخلوطی از هر دو پاک کرد در ضمن میتوان جستهای بخار نیز بکار برد .

برای پاک کردن سر میخ پروج ها و سر پیچها و سطوح اطراف آنها باید دقت زیاد مبذول گردد  
 محلهای جوشکاری در فولاد و سطوح فولادی نیز احتیاج به دقت بسیار دارد .  
 اصولاً سطوحی را که نمیتوان در عرض چهار ساعت ونگ کرد نباید آماده نمود .

چدن و فولاد ریخته شده

-T-♦-♦

"روش آماده کردن سطوح ریخته شده با فولاد نورد شده یکی است به جز آنکه جدا کردن پوسته های ریخته گری چسبیده شده و دست نخورده ممکن است صحیح نباشد.

پاک کردن توسط جویان هوا یا بخار

- ४ -

الف - کلیات - در این روش مواد ساینده با سرعت بسیار به سطح فلز خورده میشوند .  
دونواع اصلی از این عملیات وجود دارد در اولی ماده ساینده توسط هوا فشرده و یا توپ - ط  
آب با فشار زیاد پرتاب میشود و در دومی یا عملیات بدون هوا ماده ساینده توسط یک چرخ  
محرک ( Impeller Wheel ) پرتاب میشود .  
هرودو این عملیات بطور وسیعی در کارگاهها بکار برده میشوند ولی روش بدون هوا بیشتر در مرور  
اجزاء انفرادی بکار میرود در صورتیکه روش هوا فشرده برای کار در محل و بر روی بنای فنی  
نصب شده بکار میبرند .

مواد ساینده‌ای که معمولاً "بکار می‌روند عبارتند از چدن سرد شده، آهن نرم و فولاد به شکل ساقمه یا سنگ ریزه و آلومینیا (گل پاک)، این مواد کران هستند و تنها در جائی کامکان بددست آوردن مجدد آنها وجود داشته باشد مانند عملیات بدون هوا و عملیات در داخل فضای محصور و یا در جائیکه وسائل بازیابی با خلاه بتوان بکار برد بکار می‌روند در جائیکه بازیابی

عملی نیست کار برد مواد ساینده ارزانتر و غیر فلزی بیشتر مقرن به صرفه است .  
این مواد معمولاً " شامل تفاله و یا مواد معنی شامل سیلیکای بدون ضرر به صورت ترکیب  
هستند . بکار بودن شن و یا مواد معدنی که شامل سیلیکای آزاد هستند به علت مخاطرات  
برای سلامتی در انگلیس ممنوع میباشد .

Shawابط سطح فولاد از نظر نوری ، وجود زنگ ، قشر اکسید و پوشش محافظتی کهنه ناشی بسیار  
در طرز عمل و سرعت کار و کیفیت سطح تمام شده دارد .

با وجود آنکه در معتمدی از تمیز کردن توسط اثر هوا ( Weathering ) برای سست  
کوین قشر اکسید بیرون ایجاد زنگ زدگی زیاد کافی بوده و باعث تسربی عملیات شده و بیشتر  
نیز مقرن به صرفه است ولی هزینه پاک کردن با جریان بخار یا هوا اگر زنگ زدگی شدید  
باشد بالا رفته و کیفیت عمل نیز پائین میاید . این موضوع به این دلیل است که سطح فولاد  
خورد شده و ناهموار گردیده است و جدا کردن محصولات خورندگی مانند سولفات که بطور  
عمیق در حفره های سطح قرار گرفته و پسر میباشد بسیار مشکل است .

این موضوع به خصوص در مورد ابنيه کهنه فولادی که سالها عمر کرده اند صادق میباشد .  
در اغلب موارد بهترین و معتبرین روش آنست که صفحات و قسمتها را بلافاصله پس از آنکه  
خورد شدند پاک نموده و بلافاصله نیز لایه آستر پیش ساخته را بکار برد یا آنکه واحد را به  
عنوان یک واحد کامل پس از ساخت پاک نمود و لایه آستری رنگ را نیز بلافاصله بکار برد .  
ب - چگونگی پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا - کیفیت سطح آماده شده توسط  
جریان بخار یا هوا از دو نظر احتیاج به تعریف دارد .

۱- پاکیزگی - پاکیزگی یعنی تا چه حدی قشر اکسید ، زنگ و سایر مواد آلوده بر  
طرف شده اند .

۲- ناهمواری سطح - ناهمواری سطح بر روی عمق پوشش قشر رنگ اثر میگذارد . دو  
حالت برای پاکیزگی در این دستورالعمل توصیه میشود .

حالت اول یا فلز سفید برای یک سطح با رنگ فلزی خاکستری - سفید با زمینه ای  
هموار و مناسب برای رنگ کردن تعریف شده است در تمام سطح باید نشانه کاربرد پاک کردن  
با جریان بخار و یا هوا معلوم بوده و سطح باید فلز کاملاً " تمیز باشد قسمتهایی که تنها به  
علت ساختمان فلز اصلی و یا بعلت پاک کردن سایه دار نشان میدهند نیز به عنوان فلز تمیز  
طبقه بندی میشوند ولی هیچ قسمی از سطح نباید شامل قشر اکسید ، زنگ ، لکه زنگ ،  
با قیمانده زنگ ، پوششهای قبلی و یا مواد آلوده بوده و یا آنکه توسط این مواد تغییر زنگ

داده باشد . حالت یا کیفیت اول ممکن است برای بسیاری از کارها بسیار گران و غیرو لازم باشد ولی مسئله ای که وجود دارد و هنوز هم کاملاً " حل نشده است اینستکه برای هر منظور مشخص تا چه درجه تمیزی قابل قبول است .

حالت دوم که ذیلاً " شرح داده میشود سریعتر بوده و برای اغلب موارد نیز مناسبتر است ، این کیفیت برای فولادی که شدیداً " زنگ زده و خورده شده است و توسط پاک کردن تبدیل آن به فولاد سفید بسیار گران تمام میشود باید مشخص شود .

در کیفیت دوم در تمام سطح فلز باید نشانه کاربرد پاک کردن با جریان بخار یا هوا معلوم برسد و در صد از سطح باید فلز پایه و تمیز باشد قسمتهایی که به علت ساختمان فلز سایه دار نشان میدهند به عنوان فلز تمیز طبقه بندی میشوند علاوه بر این نباید بیش از ۲۰ درصد از هر ۶ سانتیمتر مربع سطح توسط موادی مانند قشر اکسید ، زنگ ، لکه زنگ ، باقیمانده رنگ ، پوششهای قبلی یا سایر مواد آلوده بیرونگ شده و یا توسط این مواد آلوده شده باشد . حد پائینتری از پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا نیز ممکن است برای بعضی موارد مناسب باشد . این موضوع را باید در نظر گرفت که پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا تا هر درجه ای در مقایسه با پاک کردن با دست ارجحیت دارد .

پ - ناهمواری سطح - ناهمواری سطحی که توسط جریان بخار یا هوا پاک شده به شرایط اولیه فولاد و نوع و درجه ماده ساینده بستگی دارد .

حال متوسط ناهمواری از حداکثر دامنه کم اهمیت تراست در هر حال بکار بودن حداکثر دامنه برای کنترل کیفیت پاک کردن توسط بخار آب یا هوا حتیاج بدقت دارد زیرا حتی با بهترین روش نیز بر جستگیهای وجود دارد که دامنه آنها غیر نرمال است بعضی مواقع این موضوع در نتیجه فرو رفتن ذرات ساینده در سطح فولاد بوجود میآید . هنگامیکه روش پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا را برای آماده کردن فولاد برای رنگ کردن بکار میبرند حداکثر دامنه باید تا حد مقدور پائین بوده و بطور طبیعی نباید بیش از ۱۵۰ میکرون باشد . کنترل مناسب بر روی حداکثر دامنه را با مشخص کردن نوع و درجه ماده ساینده بکاربرده شده میتوان انجام داد .

الک کردن مواد ساینده بسیار ضروری است زیرا حتی تعداد محدودی از این ذرات که درشتتر از حد طبیعی باشند ناهمواری سطح را به مقدار زیاد افزایش میدهند .

خورندگی ، سطح فلز را ناهموار میکند در نتیجه در نظر گرفتن حداکثر دامنه ۱۰۰ میکرون برای سطحی که برای مدت طولانی در معرض هوا قرار گرفته شده باشد و یا اینه کهنه فولادی

که رنگ آنها شکسته شده وزنگ زدگی نیز در آنها ایجاد شده غیر عامل است علاوه بر این برای از بین بودن محصولات ناشی از خورندگی شدید ممکن است مواد ساینده درشت تری مورد لزوم باشد و این مواد عمق حفرات ایجاد شده در روی سطح را افزایش میدهند. آخرين ملاحظات مربوط به مواد ساینده غير فلزي است اگر حداقل ۸۰ درصد از مواد ساینده کوچکتر از ۲/۰۶ ميليمتر باشند و هيچ ماده اي بزرگتر از ۲/۸۲ ميليمتر نباشد حداكته دامنه اي معادل ۱۲۵ تا ۱۷۵ ميكرون میتوان بدست آورد . از بكار بودن مواد درشت تر از اين مقدار باید خودداري کرد .

ابن نوع مواد ساینده حجم زيادي غبار ایجاد میکنند ، رابطه بین اندازه ذرات و مقدار غبار ایجاد شده هنوز معلوم نیست ولی مواد درشت تر الزاما " غبار کمتری از ذرات کوچکتر ایجاد میکنند عامل مهم مقدار مواد کوچک در داخل ماده ساینده است .

ت - طرز عمل - پاک کردن با جريان بخار يا هوا را نباید در فضای آزاد و در شرایط جوي نامناسب و محلی که محافظت مناسب وجود ندارد انجام داد همچنان هنگامیکه در روی سطح فلز شبیم وجود دارد عمل پاک کردن نباید انجام بگیرد .

روغن و گریس را از روی سطح فولادی که قرار است پاک شود باید برطرف نمود و هواي فشرده شده اي که بكار میروند بخصوص برای فضاهاي بسته باید خشک و عاري از بخار روغن باشد . عمل پاک کردن را باید تا حدی که سطح بصورت یکنواخت و کيفيت مشخص شده درآيد ادامه داد . اگر لازم باشد مواد سایندهای را که بيش از يكبار بكار برده شده اند باید الک کردن تا مواد بسيار ريز جدا شوند ماده ساینده و روش پاک کردن باید طوري تنظيم شوند تا حداقل مقدار مواد ساینده در سطح فولاد باقی بمانند در ضمن از استعمال مواد ساینده اي که ممکن است باعث خورندگی فولاد شوند باید خودداري نمود .

سطح پاک شده را باید قبل از رنگ کردن برس زد و با خلاء پاک نمود . عمل پاک نمودن توسط جريان بخار يا هوا فلز را در شرایط زخم پذيری باقی میگذارد و لازم است که لاييه آستري را در حداقل زمان ممکن و بطور حتم دو عرض ۴ ساعت بكار بود ، تا قبل از بكار بردن لاييه آستري سطح فلز نباید با دست و يا هيج وسیله آلوده ديگري تعاس پيدا نماید .

هنگامیکه عمل پاک کردن در محل انجام میگيرد دومین لاييه آستري را نيز باید بمحضار آنکه لاييه اول خشک شد بكار برد . سطوحی را که در کارگاه پاک شده و بوسيله يك آسترپيش ساخته محافظت شده اند مدت طولاني تری میتوان بدون آستر باقی گذاشت .

از آلوده شدن رنگ تر توسط غبار عملیات پاک کردن باید جلوگیری کرد زمان رنگ کردن و

پاک کردن با جریان بخار یا هوا را باید طوری تنظیم کرد که خطر آلودگی به حداقل مقدار بوسد ، غالباً "به صرفه است که یک رنگ آستری زود خشک شونده بکار برد . راه حل دیگر برای داخل تانکها و موارد مشابه ، وارد کردن مداوم هوای بدون رطوبت بداخل فضای در طول عملیات پاک کردن است این موضوع باعث جلوگیری از زنگ زدن فولاد تمیز شده و میتوان تمام سطح را قبل از رنگ کردن پاک نمود .

درجه بدون رطوبت بودن هوا ۵۰ درصد رطوبت نسبی یا پائینتر است و ماده ساینده بکار برد شده نیز نباید رطوبت کش باشد .

#### نمیر کردن با مواد شیمیائی ( Pickling )

اگر تمیز کردن با مواد شیمیائی به طریقه صحیح انجام شود روش بسیار موثری در آماده نمودن سطح برای رنگ کردن است . برای رنگهای معمولی نتایج روش تمیز کردن با مواد شیمیائی در مقایسه با روش تمیز کردن با جریان بخار یا هوا یکسان است ولی روش دوم بطور کلی برای رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی ارجحیت دارد . در این روش قشر اکسید وزنگ حاضر بر روی فلز را با فرو کردن آن در یک اسید از بین میبرند اسیدهای متی‌داول اسید کلریدریک یا اسید سولفوریک هستند .

حمام ممکن است شامل یک عنصر توکننده و یک ماده باز دارنده باشد تا از حمله بخود فلز جلوگیری شود .

تمیز کردن قطعات با مواد شیمیائی را باید قبل از هرگونه سوار کردن آنها انجام داد بعد از عمل پاک کردن فوراً "باید پوشش آلی مانند آستر پیش ساخته استفاده نمود این لایه نباید در ساخت قطعه تاثیری داشته و تنها عمل آن جلوگیری از زنگ زدگی فلز تازمان رنگ تکمیلی است . این موضوع خاصیت انعطاف پذیری این روش را در مقایسه با پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا کاهش میدهد ولی این روش بطور وسیعی برای صفات ولوله ها بکار میرود . این نوع روش تمیز کردن باید در کارگاه صورت بگیرد .

#### پاک نمودن توسط شعله

در این روش تمام قشر اکسید وزنگ که محکم به سطح فلز چسبیده اند جدا نمیشوند و از لحاظ اهمیت بین پاک کردن با جریان بخار یا هوا و پاک کردن با دست قرار دارد . با قوار دادن فلز بمدت حداقل ۶ ماه در هوا وسیس عبور یک شعله تنها وسیس تمیز نمودن با برس سیمی و پاک نمودن قشر اکسید نتایج خوبی بدست آمده است .

بنا بر طبیعت کار و شرایط سطح فولاد این عمل با سرعان معادل ۱ تا ۵ متر در دقیقه انجام

میشود . در نتیجه پاک نمودن توسط شعله مقدار زیادی از قشر اکسید و زنگ پاک میشوند ولی پس از انجام عملیات باید سطح را با برس سیمی تمیز نموده و گردگیری نمود تا تمام قشر اکسید و زنگ پاک شوند . لایه آستری رنگ را قبل از سرد شدن فلز باید بکار برد .

گرم و خشک بودن سطح فلز در زمان رنگرزی امتیاز محسوب شده و باعث میشود که این روش بهترین روش عملی برای آماده نمودن سطوح در زمستان و در هوای آزاد باشد .

حرارت شعله ممکنست باعث تاب برداشتن فلز شود و در نتیجه از کاربرد این روش برای صفحات و قسمتهایی که کمتر از ۶ میلیمتر ضخامت دارند باید خودداری نمود .

در مورد چدن نیز اگر فلز کمتر از ۱۲ میلیمتر ضخامت داشته باشد باید دقت بسیار مبذول داشت .

#### پاک نمودن با دست ۵-۴-

پاک نمودن با دست و آماده نمودن سطح فلز برای رنگ کردن با این روش چندان رضایت‌بخش نیست ولی کاربرد آن بخصوص بعد از یک مدت کوتاه در معرض هوا قرار دادن قطعه فلزی هنوز متداول است .

این روش چندان قابل اطمینان نیست زیرا بسیار آهسته است و در محیط‌های صنعتی برای پاک نمودن قشر اکسید بطور کامل گاهی تا یکسال وقت لازم است در این اثنا قسمتهایی که در ابتداء پاک شده ممکن است زنگ بزندند . در این روش سطح پاک شده یکنواخت نخواهد بود زیرا قشر اکسید در بعضی نقاط زودتر از بقیه جدا میشود .

قطعه را باید آنقدر در معرض هوا قرار داد تا تمام قشر اکسید ریخته شده و یا آنکه بتوان آنرا به آسانی پاک کرد .

برای آنکه روش پاک نمودن با دست موثر باشد باید بطور کامل صورت بگیرد و آنقدر ادامه یابد تا استاندارد مورد نظر بدست آید این روش سخت و گران بوده و احتیاج به نظارت دقیق دارد و برای آن باید از ابزارهای نیروده استفاده نمود .

از بکار بردن برسهای سیمی بمدت طولانی باید خودداری نمود زیرا خاصیت چسبندگی رنگ را کم میکنند .

نوع برسهای سیمی باید فولادی باشد زیرا انواع دیگر فلزات ته نشستی از خود باقی میگذارند که باعث خورندگی الکترولیتی میشود و برای رنگ مضر است .

بعد از عمل تمیز کردن با دست سطوحی که در معرض اسپری دریا و یا بادهای حاوی نمک قرار میگیرند باید با آب تمیز و یا بخار تمیز در هوای خشک شسته شده و سپس قبل از رنگ

کردن خشک شوند .

عملیات بالا وقتیکه روش تمیز کردن برای یک بنائی فنی در محیط های شیمیائی یا صنعتی انجام میگیرد نیز مناسب است وابن موضوع باعث از بین رفتن سولفات آهن ، نمکهای آمونیوم و سایر مواد حل شدنی از داخل منافذ سطح زنگ زده میشود .

#### ۵-۶- رنگها

#### ۵-۶-۱- کلیات

خامهای اصلی کلیه رنگهای زیر آنستکه اگر طبق روشهای توصیه شده در قسمت ۲-۵ ترکیب شده وطبق روشهای ذکر شده در قسمت ۵-۷ بکار بروند باید یک سیستم محافظتی موفق تشکیل بدهند .

#### ۵-۶-۲- تهییه مواد

هنگامیکه مقادیر زیادی رنگ مورد احتیاج بوده ومصرف کننده نیز وسائل لازم آزمایش را در اختیار داشته باشد غالباً " مقرنون به صرفه است که رنگ را با ذکر خصوصیات موردنلزوم سفارش داد در غیر اینصورت شاید بهتر باشد که رنگهای اختصاصی را از کارخانجات دارای تجارب اثبات شده سفارش داد .

تبادل کامل اطلاعات مابین مصرف کننده ، فروشنده و پیمان کار باید وجود داشته باشد تا از مصرف رنگ به بهترین طریقه مطمئن شد .

اگر تمام رنگها از یک منبع تهییه شوند هماهنگی لازم بین لایه رنگ آستردی ، لایه های زیرین و لایه رنگهای تکمیلی ایجاد میشود .

جزئیات کامل طرح محافظتی باید در اختیار سازنده قرار گیرد و سازنده نیز باید مطالب زیر را رعایت نماید .

۱- باید اطلاعات دقیقی در مورد زمان مجاز برای کاربرد رنگ و سطح پوشش هر رنگ در اختیار مصرف کننده قرار دهد .

۲- رنگ با غلظت مورد توافق یعنی غلظتی مناسب برای کاربرد فوری آن با قلم مو در تحت شرایط ذکر شده را در اختیار مصرف کننده بگذارد .

۳- در صورت عملی بودن ، تهییه رنگهای رقيق برای لایه های متوالی  
۴- تهییه نمودن نمونه از هر نوع رنگ

۵- مشخص نمودن تاریخ ساخت هر رنگ بر روی ظرف آن و در صورت تقاضا مشخص نمودن درجه حرارتی که در آن بخار رنگ میسوزد ( Flash-Point )

## ۵-۳- انبار کردن

رنگ را باید در محل بسته یعنی جائی که درمعرض تغییر درجات حرارت قرار نداشته باشد  
انبار کرد . درجه حرارت مناسب بین ۴ و ۲۷ درجه سانتیگراد میباشد .

هر نوع شرایط بخصوص نیز که بر روی ظرف رنگ ذکر شده باشد باید رعایت گردد .  
زمان سفارشات برای رنگ باید طوری انتخاب شود که مواد تهیه شده در عرض ۱۲ ماه بعد  
از تاریخ ساخت مصرف شوند .

رنگ را هر چندگاه نباید در یک ظرف سرباز حتی برای مدتی کوتاه‌تر نیز انبار کرد .

## ۵-۴- انواع رنگها

الف - خصوصیات کلی - رنگهای لازم در این دستورالعمل باید دارای خصوصیات

زیر باشند :

۱- آزاد بودن از هرگونه ته نشینی زائد ، غلیظ شدن یا نشت گاز در انبار .

۲- آزاد بودن از هر نوع پوسته پوسته شدن غیر ضروری

۳- آسانی کاربرد آنها با روش‌های مختلف یعنی استفاده از قلم مو ، اسپری یا

غلطک

۴- زمان خشک شدن مناسب یعنی حداقل ۱۶ ساعت برای اغلب رنگهای تکمیلی

رزین اولئو یا Alkyd

۵- آزاد بودن از هرگونه خطر برای سلامتی مانند حلالهای سمی

ع- تیرگی ( Opacity ) کافی برای ایجاد رنگ یکنواخت .

ب - مواد - تمام مواد رنگین ، نگهدارنده ها ، حلالها ، خشک کننده ها و سایر

مواد خام باید مطابق استانداردهای مطمئن باشند .

پ - آسترهاي پيش روند - نوع اصلی آستر پيش روند که هنوز بطور وسیعی بکار

برده میشود از دو جز تشکیل شده است یک جزء آن پراکندگی روی - کرم یعنی تتراهیدروکسی

کرمیت روی در محلول الکلی رزین پلی وینیل بوتیرال و دیگری محلول الکلی اسید فسفویک

میباشد . این مواد قبل از مصرف به نسبت توصیه شده توسط سازنده باید مخلوط شده و بنما

بر دستور او نیز باید بکار برده شوند . این مخلوط چند دقیقه پس از مصرف باید خشک

وسخت شود .

فرمولهای دیگری نیز در دسترس هستند ، به عنوان مثال - یک رزین فنالیک و یک ماده رنگی

جداگانه ، این نوع آسترهاي پيش روند قشر ضخیم توی تولید کرده و در مقابل رطوبت نیز

## مقاومت بیشتری دارند

محتوی بهینه اسید فسفریک آستر پیش روند بستگی به طبیعت فلزی دارد که قرار است رنگ شود یعنی فولاد عربیان ، فولاد با لایه آلریوم یا فولاد با لایه روی محتوی اسید فسفریک محلول اولیه در حالت مخلوط در حدود ۳/۶ درصد است .

بعضی انواع آسترها پیش روند را نباید در رطوبتهاي بالا و يا در محلهای سرباز تا مادامی که خشک نشده اند قرار داد و يا رنگ کرد ، باين دلایل سازنده رنگ را باید از موردنی که در آن آستر پیش روند قرار است بکار بوده شود آگاه کرد .

ت - آسترهاي پيش ساخته - آسترهاي پيش ساخته باید برای اسپری کردن **مدادوم** مناسب بوده ، به تندي خشک شده و در عرض ده دقيقه يا کمتر هم آماده بکار بودن شوند آسترهاي پيش ساخته باید داراي خصوصيات کلي زير باشد .

- ۱- در ساخت قطعه بخصوص در محلهای جوشکاري شده نباید اثری بگذارند .
- ۲- غیر سمی بوده وهیچ نوع بخار مضر در هنگام جوشکاري وبریدن تولید نکنند .
- ۳- در مقاومت محلهای جوش خورده نباید تاثیری داشته باشد .
- ۴- بطور موثر در طی زمان ساخت ، حمل و نقل ونصب فولاد را محافظت کنند .
- ۵- باید پايه مناسبی برای سیستم رنگ محافظتی تشکیل دهند .

تجربه نشان داده که نوع دو بسته ای از آستر پیش ساخته غنی از روی که شامل ۹۰ درصد مواد ریز روی فلزی در یک روزین اپکسید باشد هنگامیکه به ضخامت ۱۳ تا ۲۵ میکرون بطریقه اسپری بدون هوا بکار بوده شود نتایج وضایت بخش ایجاد میکند .

ساير انواع رنگها یعنی رنگهاي آستری ، رنگهاي تكميلي ، رنگهاي قطران ، ذغال سنگ وقیر طبیعی ورنگهاي مقاوم در مقابل مواد شیمیائی در صفحات قبل شرح داده شده اند .

## طریقه استعمال رنگ

۷-۵

### کليات

-۱-۷-۵

طرز عمل هر نوع سیستم رنگی به نحو زیاد بستگی به شرایط و طریقه استعمال رنگ دارد .  
نکات مهم شامل برنامه ریزی ، انبار کردن صحیح رنگ ، آماده کردن رنگ ، شرایط محیط در زمان رنگ کردن ، آماده کردن سطح ، طریقه رنگ کردن و چگونگی طرز کار میباشد .  
رنگ کردن در هوای آزاد و درهوای نامناسب مشکل میباشد بنابراین اگر عمل رنگ کردن در محل نصب انجام گیرد عاقلانه است که شرایط محلی جوی مورد مطالعه قرار بگیردوزمانی برای رنگ کردن انتخاب شود که انتظار بهترین شرایط جوی میروند .

هنگامیکه رنگ کردن در شرایط نامساعد غیر قابل اجتناب میباشد تهیه وسائل گرمائی سا

بعضی پناهگاههای موقتی ممکن است دفعه بهبود وضع کم کند.

عمل رنگ کردن مهارت لازم دارد و معمولاً "باید تحت نظارت دقیق انجام گیرد. برای کارهای مهم ترتیب مناسب برای بازرسی باید داده شود تا از انجام کار طبق مشخصات و همچنین طبق دستورات سازنده رنگ اطمینان حاصل شود.

#### روشهای کاربرد رنگ -۲-۷-۵

روشمانند تداول برای بکار بردن رنگ عبارتند از روش استفاده از قلم مو، غلظک، اسپری باهوای فشرده، اسپری بدون هوا و فروبردن (dipping) طریقه فرو بردن را معمولاً در محل نمیتوان انجام داد و این عمل بیشتر برای رنگ کردن قطعاتی است که به تعداد زیاد در کارخانه تولید میشوند.

آسترها پیش ساخته را معمولاً "توسط اسپری بدون هوا بکار میبرند چنانچه سطح فولاد بوسیله هوا یا دست آماده شده باشد مناسب تراست که اولین لایه آستری از رنگهای معمولی مانند سرنج و پلمبات کلسیم توسط قلم مو بکار رود زیرا بدین ترتیب رنگ بهتر در داخل سطح وارد میشود. همین عمل را هنگامیکه رنگ کردن در شرایط نامناسب صورت میگیرد نیز باید انجام داد ولی هنگامیکه سطح فولاد بنحو صحیحی آماده شده باشد ویا هنگامیکه رنگ کردن در شرایط مساعد جوی صورت میگیرد میتوان از قلم مو، غلظک یا متدهای اسپری کردن نیز استفاده نمود. روش اسپری کردن برای سطوح مسطح و بزرگ ممکن است ارزانتر باشد زیرا سرعت رنگ کردن بیشتر است ولی این نکته را نیز باید در نظر گرفت که مقداری رنگ در روش اسپری با هوای فشرده بهدر میرود.

در روش اسپری بدون هوا هدر رفتن رنگ را تا حدود ۵ درصد میتوان پائین آورد این روش برای بوجود آوردن قشرهای ضخیم از روش معمولی استفاده از قلم مو ویا اسپری با هوای فشرده موثرتر است. رنگ کردن با روش اسپری باید توسط کارگران ماهر و با تجربه در بکار بردن وسائل انجام گیرد و اگر احتیاطهای لازم انجام نشده باشد این کارگران را باید نسبت به مخاطرات در مورد سلامتی آگاه نمود.

#### شرایط محیط -۳-۷-۵

غالباً "علت عدم چسبندگی رنگ بکار بردن آن بر روی سطوح مرطوب یا بخزده است بعلاوه قرار دادن رنگ تر قبیل از خشک شدن آن در معرض شبتم، باران، مه یا بخ اثر بسیار بدی در عملکرد سیستم رنگی باقی میگذارد بنابراین حائز کمال اهمیت است که رنگ کردن

دو شرایط مناسب جوی صورت بگیرد .

درجة حرارت ایده‌آل برای رنگ کردن بین ۱۳ تا ۳۲ درجه سانتیگراد است سطح فولاد باید تمیز و خشک بوده و رطوبت نسبی نیز باید پائینتر از ۹۰ درصد باشد . تا حد مقدور تمام عملیات رنگ کردن باید هنگامی صورت بگیرد که شرایط جوی مناسب بوده و پیش بینی شود که در طول مدت رنگ کردن نیز مناسب باقی بماند . در شرایط زیر عمل رنگ کردن باید به تأخیر می‌افتد .

۱- هنگامیکه درجه حرارت محیط کمتر از ۴ درجه سانتیگراد و یا آنکه رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد باشد ( ممکن است که در تحت چنین شرایطی با گرم کردن سطح فولاد بتوان عمل رنگ کردن را به طرز رضایت بخشی انجام داد )

۲- هنگامیکه شرایط هوا برای انجام عملیات در هوای آزاد نامساعد باشند  
باران ، برف و مه

۳- هنگامیکه شرایط طوری است که میان در روی سطح فلز صورت گرفته و یا احتمال دارد که صورت بگیرد .

اگر درجه حرارت حداقل ۳ درجه سانتیگراد بالاتر از نقطه شبنم هوا باشد احتمال میان وجود ندارد .

مواد سرد را قبل از رنگ کردن باید بحال خود گذاشت تا به درجه حرارت محیط برسند یعنی آنها را باید قبل از رنگ کردن یکشب در کارگاه باقی گذاشت در غیر اینصورت خطر آن وجود دارد که رطوبت در روی سطح آنها بحالت میان درآید همچنین درجه حرارت رنگ نیز نباید پائینتر از درجه حرارت فولاد باشد اگر انبارهای رنگ سرد باشند ظرفهای رنگ رادر مدت زمان کافی برای آنکه به درجه حرارت محیط برسند باید از انبار بیرون آورد .

هنگامیکه رنگ کردن در شرایط نامساعد اجتناب ناپذیر است بکار بردن قلم مو بر متعدد اسپری کردن ارجحیت دارد زیرا قلم مو رطوبت را از قشر رنگ خارج می‌سازد اضافه نمودن مواد معین ( additives ) در شرایط نامساعد بدون تاثیر نیست ولی کیفیت رنگ بدست آمده از رنگی که در شرایط مساعد بکار بوده شده است پائینتر است .

#### ۴-۷-۵ تنظیم کار

الف - کلیات - آمده کردن سطح باید کامل بوده و سطح فولاد عربان باید در حداقل زمان ممکن وحداکثر تا چهار ساعت بعد از آمادگی سطح رنگ شود . هنگامیکه بعلت موقعیت خاص سطح آمده شده برای مدت طولانی تری بدون رنگ کردن باید باقی بماند قبل از رنگ

کردن باید سطح را بازرسی نمود و در صورت لزوم دوباره آنرا آماده کرد .

با بکار بردن یک آستر پیش روند نیز پس از آماده نمودن سطح میتوان محافظت مؤقت ایجاد نمود .

لایه های فلزی که توسط اسپری کردن ایجاد می شوند خلل و فرج دار بوده و پس از رنگ کردن باید بلا فاصله با یک آستر پیش روند با سایر پوشش های مناسب آلتی آنها را بطانه نمود این عمل باید بلا فاصله با بکار بردن یک لایه از رنگ های آستری دنبال شود .

ب - قطعات فولادی رنگ شده ای که انبار شده اند - کارهای فولادی رنگ شده که انبار شده اند باید مورد بازرسی قرار گرفته و تمیز شوند و تمام عیوب واردہ به رنگ قبلی باید رفع گردد .

#### پ - سطوح در تماس ولبه ها

۱- کارهای پرج شده و پیچ شده - در این یه فنی که در شرایط هوای آزاد و یا در شرایط خورنده شدید قرار دارند سطوح در تماس باید بخوبی تمیز شده و قبل از نصب باید یک لایه از رنگ آستری بر روی هر سطح بکار رود و هنگامیکه رنگ هنوز تراست دو سطح را بهم آورد . در تمیز کردن و رنگ کردن سطوح خشن باید دقت مخصوص بکار رود . در مخازن سطوح تماس را بدون رنگ کردن باید باقی گذاشت .

هنگامیکه این یه فنی در حوزه الکتریکی قرار دارند و ممکن است که تحت تاثیر جریان برق قرار گیرند هیچ نوع رنگی در سطوح اتصالها نباید بکار بود مگر آنکه اطمینان حاصل شود که رنگ دارای مقاومت الکتریکی پائینی است .

۲- اتصالاتی که در آنها پیچ های اصطکاکی با مقاومت بالا بکار میروند - سطوح تماس اتصالات ساخته شده با این نوع پیچها باید رنگ نزدیک باقی بمانند هر نوع رنگی که قبل از بکار برده شده باید زدوده شود پاک نمودن با بخار یا هوا ارجحیت دارد . پس از نصب دقت مخصوص باید مبدول شود تا تمام گوش ها و لبه های نزدیک اتصالات همراه با سر پیچها ، دندنه ها و واشرها رنگ شوند تا از دخول آب جلوگیری شود ، طرح کامل رنگ کردن را که برای بدنه اصلی بکار میروند برای اتصالات نیز باید بکار برد .

۳- کارهای جوش کاری شده - در این یه فنی جوشکاری شده سطوح در تماس را که کاملا " بطانه شده باشد بدون رنگ کردن میتوان باقی گذاشت ولی اگر کاملا " بطانه نشده باشد هیچ نوع رنگی بجز آستر پیش ساخته را در فاصله ۵ سانتیمتری از لبه ای که قرار است جوشکاری شود نباید بکار بود . به باقیمانده هر سطح تماس باید یک لایه از رنگ آستری زده

شود و قبل از بهم آوردن سطوح این رنگها باید خشک شوند یا آنکه تمام سطوح را میتوان  
یکجا رنگ کرد و سپس قبل از جوشکاری رنگ را به پهنانی ۵ سانتیمتر از لبه هائی که قرار است  
جوشکاری شوند پاک نمود . دقت خاص برای پاک نمودن واژبین برداشتن تفاله جوشکاری ،  
ترشحات و باقیمانده ماده گدازنه قبل از رنگ کردن لازم است ، این عملیات را میتوان  
بوسیله شستشو با آب و سپس با پاک نمودن بوسیله جربیان بخار یا هوا انجام داد .

۴- لبه ها - گوشه ها ، درزها ، پیچها - مناسب است که یک لایه اضافی از رنگ  
توسط قلم مهله لبه ها ، گوشه ها ، درزها ، پیچها و میخ پرچها زده شود ، رنگ بکاربرده  
شده از لحاظ ترکیب باید شبیه رنگهای آستری باشد ولی رنگ آن باید تا حدی متفاوت  
باشد . بهترین موقع برای استعمال این لایه اضافی بلا فاصله پس از خشک شدن اولین لایه  
آستری است دنده ها و سرپیچهای سیاه احتیاج به آمادگی بیشتری دارند .

۵- چوب پیوسته به کارهای فولادی - سطح تماس بین فولاد و چوب که در معرض  
روطت و شرایط خورندگی قرار دارند باید با قیر گرم یا قیر طبیعی بلا فاصله قبل از آنکه  
دو سطح بهم آورده شوند رنگ شود . برای دنده ها و پیچها و اشرهای در تماس نیز باید  
بهمنین ترتیب عمل نمود .

ت - آماده نمودن رنگ برای استفاده - آماده کردن صحیح رنگ قبل از استفاده  
بسیار مهم است . رنگ باید بصورت آماده از محل خرید به محل کاربرد حمل شده و اضافه  
نمودن رقیق کننده ها و یا هر نوع مواد دیگر باید جدا " خودداری نمود .  
هر نوع دستورات داده شده توسط سازنده که بر روی ظرف رنگ نوشته شده است باید با دقت  
اجرا شود بعنوان مثال هر نوع رنگ از انواع دو بسته ای که در عرض زمان مجاز برای کاربرد  
صرف نشود باید دور ریخته شود .

هیچ رنگی را پس از منقضی شدن تاریخ سالم بودن آن نباید بکار برد تمام رنگها باید تحت  
نظر سرکارگر بطور کامل مخلوط شوند . روش Boxing که در زیر شرح داده میشود روش  
وضایت بخشی است .

- ۱- از محتوی ظرف اصلی در داخل ظرف سرباز تمیزی ریخته شود .
- ۲- بقیه رنگ بوسیله یک کاردک به پهنانی ۵ تا ۶ سانتیمتر بهم زده شود تا تمام  
مواد رنگی از ته ظرف آزاد شده و پراکنده شوند سپس محتوی ظرف به ظرف  
سربار دیگری منتقل شود .
- ۳- این دو رنگ بوسیله ریختن رنگ از یک ظرف به ظرف دیگر در چند نوبت با

یکدیگر مخلوط شوند .

آماده کردن صحیح یک ظرف ۲۰ لیتری از رنگ سنگین حداقل ۲۰ دقیقه و گاهی بیشتر طول میکشد .

اگر بعلت طول مدت انبار کردن یا سایر دلایل رنگ غلظیت شده باشد ممکن است بواسیله اضافه کردن حداقل ۵ درصد از ماده رقیق کننده مناسب غلظت مورد نظر را بدست آورد .

اگر با اضافه کردن رقیق کننده غلظت مورد نظر بدست نیاً مد رنگ باید دور ریخته شود رقیق کردن غیر لازم و بیش از حد رنگ باعث بد شدن شکل ظاهری قشر خشک و زود از بین رفتن رنگ میشود .

بعضی انواع رنگها در ظرف میتوانند غلظت خمیر مانندی داشته باشند و ممکن است به نظر بررسد که احتیاج به رقیق کردن دارند ولی این عمل را پس از آزمایش با قلم مو و بعد از آنکه ضرورت عمل رقیق کردن معلوم شد باید انجام داد . رنگ را برای استعمال توسط روش‌های اسپری کردن باید صاف کرد .

در اثنای عملیات رنگ کردن حداقل تعداد ظرفهای رنگ مورد لزوم را در یک زمان باید باز کرد و ظروف نیمه پر را باید بطور موقت بست .

رنگ برگشتی از ظروف نقاشها در خاتمه کار باید به انبار برگردانده شده و در ظرف سر برسته ای نگاهداری شود ، قبل از کار مجدد این رنگ باید کاملاً " مخلوط شود .

ث - آمادگی سطح قبل از رنگ کردن - تمام تکه پارچه ها و قلم موها و سایر ابزار مورد استفاده برای آماده کردن سطح باید تمیز باشند غیر از موقعی که جرقه ممکن است باعث بوجود آوردن آتش یا انفجار بشود قلم موها باید از جنس فولادی باشند سطوح آماده به روغن یا گریس باید توسط الكل سفید یا نفتا یا بخار پاک شوند . قبل از بکار بردن رنگ کلیه گردوغبار ، رنگ های شل یا سایر مواد شل ( Loose ) را بواسیله گردگیری یا بررسیدن یا سایر روش‌های متداول مانند شستن باید با آب تمیز نمود .

در جائیکه فولاد عریان به مقدار زیاد در آتمسفرهای صنعتی خورده شده است شستن با آب مفید میباشد زیرا برس زدن به تنها ای کریستالهای سولفات آهن را از داخل پرزهای سطح پاک نمیکند . شستشوی سطوح رنگ زده شده باید توسط آب تمیز و جاروی زبر صورت بگیرد و سپس سطح دوباره با آب فراوان و گرم شسته شود .

شستشو بخصوص برای سطوحی که در معرض ترشح آب دریا و یا بادهای حامل نمک یا سایر محیط‌های آلوده قرار گرفته اند توصیه میشود .

تام سطوح شسته شده قبل از رنگ شدن باید خشک شوند سطوحی که توسط دوغاب سیمان آلوده شده باشند باید قبل از آنکه سیمان بینند با آب تمیز شسته شوند اگر سیمان بسته شده باشد ابتدا باید آنرا تراشید و سپس سطح راشت و رنگی را که در اثنای عمل صدمه دیده باید تعمیر نمود . محصولات سفید حاصل از خورندگی در روی پوشش‌های روی ممکن است باعث خراب شدن سیستم رنگی که بر روی آنها زده می‌شود بشوند ، سطوح درایسن شرایط باید توسط برسهای سیمی تمیز شده و سپس با آب شسته شوند در صورت عملی بشوند باید آب آخ بکار برد .

ج - مرمت سطوح صدمه دیده - خرابی حاصله در هر لایه رنگ قدیمی باید توسط دوباره رنگ کردن سطح معیوب بهمان سبک و یا معادل سبک قبلی مرمت شود . ابتدا باید سطح فلز را در صورت لزوم تا حد فولاد عربان تمیز نمود لبه‌های رنگ سالم را باید با کاغذ سمباده پرداخت نمود تکه‌های رنگ جدید باید در حدود ۵ سانتیمتر سطح رنگ قدیمی را بپوشاند .

صدمات جزئی در لایه‌های فولاد کالوانیزه شده به طریقه گرم یا پوشش‌های فلزی که در داخل فولاد نفوذ نمی‌کنند چندان اهمیتی ندارند ولی خرابی که از میان پوشش فلزی گذشته و در داخل فولاد نفوذ کرده است باید پس از آماده نمودن سطح با یک لایه یا بیشتر از لایه‌های رنگ غنی از روی مرمت شود .

ج - استعمال رنگ - اهمیت استعمال رنگ در شرایط مناسب جوی قبل " گوشزد شده است . در بکار بودن رنگ‌های تزئینی که بر روی طرح محافظتی زده می‌شود نیز باید طوری ترتیب کارداده شود که رنگ کردن در بهترین شرایط جوی صورت بگیرد . درحالی که رنگ کردن در شرایط غیر مساعد اجتناب ناپذیر باشد سطح فولاد را با عبور یک شعله یا سایر منابع حرارتی باید گرم نمود ولی درجه حرارت فولاد در هنگام رنگ کردن نباید از ۳۸ درجه سانتیگراد تجاوز کند و در ضمن حد متوسط ضخامت قشر رنگ خشک نیز کمتر از موقعی خواهد بود که رنگ کردن در درجه حرارت نرمال صورت گیرد .

رنگ‌های مقاوم در مقابل مواد شیمیائی که توسط فعل و انفعال بین اجزاء شان خشک می‌شوند مانند رزین اپکسید ، قطران ذغال سنگ / اپکسید و رنگ‌های پلی بورتین باید در درجات حرارت بالاتر از ۱۰ درجه سانتیگراد بکار برد شوند .

این مواد باید به نسبتی که سازنده معین می‌کنند مخلوط شوند و دستورات سازنده نیز برای بکار بودن مخلوط نیز باید رعایت شود

ابزارهای بکار بردشده برای مخلوط کردن رنگ باید تمیز و خشک باشند هنگامیکه رنگ دارای زمان مجاز کوتاهی بواز مصرف میباشد مقدار رنگ مخلوط شده در یکدفعه نیاز بهمان نسبت باید محدود باشد . آماده کردن سطح با استاندارد بالا بواز رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی ضروری است .

اولین لایه رنگ اعم از آستر پیش ساخته ، آستر پیش روند یا رنگ آستری را میتوان با قلم مو غلطک یا اسپری بدون هوا بکار برد این موضوع را باید در نظر گرفت که قلم مو در حالتی که سطح فلز با استاندارد بالا آماده نشده وبا شرایط جوی مناسب نیست ارجحیت دارد . در صورت لزوم گوشه ها ، سربیچها ، سردنده ها و محلهای جوشکاری شده را باید توسط قلم موهای با موی ریز رنگ نمود تا از یکنواختی رنگ مطمئن شد . با وجود آنکه رنگهای پلی یورتین مقاومت خوبی در مقابل آب دارند ولی نباید در معرض آب یا رطوبت شدید در اثنای رنگ کردن قرار بگیرند و قطعه فولادی که رنگ میشود نیز باید کامل "خشک باشد . هنگامیکه آستر پیش روند در زیر رنگ پلی یورتین قرار است بکار رود باید قبل از استعمال رنگ پلی یورتین کامل "خشک شود تا هیچ نوع باقیمانده آب یا الکل نداشته باشد .

بهترین طریقه استعمال رنگهای وینیل اسپری کردن است زیرا بدون مراحت برای لایه های زیری ضخامت مورد نظر بدست میآید .

رنگ را باید تا حد امکان بطور یکنواخت زد تا سطح صاف و یکنواختی ایجاد شود هر لایه از رنگ باید طوری زده شود که ضخامت مورد لزوم را ایجاد نماید این ضخامت بستگی به طبیعت سیستم رنگ دارد ولی برای رنگهای آستری معمولی و رنگهای تکمیلی این ضخامت بین ۵۰ تا ۸۷ میکرون برای دو لایه آستری و بین ۱۳۸ تا ۸۷ میکرون برای یک سیستم کامل چهار لایه ای است . ضخامت لایه تر و لایه خشک در اثنای کار باید بازرسی شده و در صورت لزوم در اثنای کار تنظیم شود . هنگامیکه بر روی سطحی که توسط جویان بخار یا هوا پاک شده وبا با فلز اسپری شده است قرار است رنگ شود لازم است که ضخامت کافی از رنگ آستری بکار بردش شود تا خلل و خروج سطح کامل "پوشیده شود .

ح - قابلیت پخش شدن و ضخامت قشر رنگ - قابلیت پخش شدن رنگ در اثر صافی و طبیعت سطح فولاد ، نوع اینیه فنی ، روش استعمال ، درجه حرارت محیط و مهارت نقاش تفاوت میکند . مهمترین نکته آنستکه هر لایه دارای ضخامت مناسب باشد و این موضوع نکته اصلی برای رنگ کردن محافظتی است .

قابلیت پخش شدن برای سطوح خشن مانند سطوحی که توسط جویان بخار یا هوا پاک شده

ویا با فلز اسپری شده باشد ویا سطوحی که بطرز بدی خورده شده باشد خیلی کم است .  
رنگ بیشتری برای این نوع سطوح لازم است و اگر ناهمواری از حد اکثر دامنه ۱۰۰ میکرون  
تجاوز کند پک لایه آستری اضافی ممکن است لازم باشد تا تمام سطح را بپوشاند .

خ - زمان خشک شدن - هر لایه قبل از بکار بودن لایه بعدی باید کاملاً "خشک  
شود و در ضمن باید مطمئن شد که لایه جدید لایه زیر را نرم نمیسازد ، سرنج و سایر  
رنگهای آستری با پایه روغنی قبل از استعمال ونگهای شامل قطران ذغال سنگ نفنا یا  
سایر حلالهای قوی بر روی آنها باید بمدت چند هفته خشک شوند ، زمان خشک شدن  
را با استفاده از رنگهای آستری زود خشک شونده میتوان تقلیل داد .

از طرف دیگر زمان طولانی بی جهت برای خشک شدن ممکن است به چسبندگی لایه های  
متوالی بعضی انواع رنگها صدمه بزند مانند رنگهای Long oil Alkyd ، رزین فنالیک  
و بطور کلی رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی ، برای چنین رنگهایی زمان خشکشدن  
برای لایه های متوالی نباید بیش از یکهفته باشد و اگر این زمان بقدرتی باشد که باعث  
خرابی چسبندگی لایه بعدی نمیشود رنگی را که ابتدا بکار برد شده باید مختصراً "با کاغذ  
سمباده نرم تراشید بهمین منظور لایه های متوالی باید تا حد عملی بودن پشت سرهم  
بکار روند .

#### ۱-۴-۵ سایر پوششها

#### ۱-۴-۵ کلیات

نکات زیر مربوط به قطران ذغال سنگ بصورت داغ ، قیر طبیعی ، نوارهای پوششی ،  
پلاستیکهای کاربیدیو ( Works-applied ) و پوششهای سیمانی است .

#### ۲-۴-۵ قطران ذغال سنگ ( بصورت داغ ) و قیر طبیعی

این رنگها بطور وسیعی برای حفاظت ابنیه در زیرآب که میتوان لایه محافظه  
را قبل از نصب بکار برد بکار میروند .

سطح آهن ویا فولاد باید ابتدا با یک آستر مناسب رنگ شود سپس لایه گذاخته شده در درجه  
حرارت ذکر شده توسط کارخانه که معمولاً " بین ۱۸۰ و ۲۶۰ درجه سانتیگراد است وبخامت  
مورد نظر بکار میرود ، لایه های مشابهی همراه با پوشش پشم شیشه برای محافظت لوله های  
در زیرآب بکار میرود ، معمولاً " ضخامتی معادل حداقل ۳ میلیمتر لازم است  
قطران ذغال سنگ برای اینیه در زیرآب و بخصوص برای محافظت بر علیه آب کثیف بهتر  
از قیر طبیعی است .

نوارهای چسبنده در موقع مناسب بهای محافظت فلزات آهنی بکار میروند خصوصیت اصلی

این نوارها آسانی کاربرد ، خاصیت چسبنده‌گی زیاد ، دوام زیاد و همچنین مقاومت زیاد

الکتریکی در جاییکه محافظت در مقابل خاک یا آب مورد نظر باشد میباشد .

موثر بودن این لایه‌ها بستگی به شرایط جوی دارد نوارها باید تا حدی بر روی یکدیگر

قرار بگیرند و تمام لبه‌ها نیز بطنانه شود بطور کلی دستورات سازنده باید اجرا شود ولی

رویهم افتادگی کمتر از ۱۳ میلیمتر نباید اجازه داده شود . رویهم افتادگی در حدود کمی

بیش از ۵۰ درصد معمولاً " بکار میروند .

هر نوع زنگ باید قبل از بکار بردن نوار از سطح فولاد پاک شود و در ضمن آستر کردن اولیه

فولاد نیز معمولاً " به صرفه است .

هنگامیکه محافظت کاتدیک بر روی یک فولاد پوشیده شده با نوار بکار میروند دقت مخصوص

باید مبدول داشت و نوار از نوع مناسب را انتخاب نمود ، چهار نوع اصلی از این نوارها

وجود دارد که عبارتند از :

۱- نوارهای بافته شده از الیاف آغشته به مواد نفتی

۲- نوارهای پلی ویتیل کلراید

۳- نوارهای پلی اتیلن

۴- نوارهای قطران ذغال سنگ

قسمت ششم - اینیه فنی و محیط‌های خورنده‌ای که احتیاج به دقت مخصوص دارند.

#### ۶-۱-۱ پلهای

#### ۶-۱-۱-۱ کلیات

طرحهای محافظتی در مورد طبقه یک از اینیه که در قسمت پ از جدول شماره ۳ توصیه شده است مربوط به ساختمان پلهای است ولی در حالتی که پل بر روی خطوط راه آهن یا آب و یا هر دو قرار گرفته باشد احتیاج به بسط دارد.

شده خورنده‌کی در پلهای در تمام طول این اینیه فنی متفاوت بوده و معمولاً "نژدیک یا تاقانها و اتصالات قابل انبساط شدت آن بیشتر است.

در چنین محلهای محافظت‌های محلی توسط بوششهای فلزات توصیه می‌شود و بکار بردن روی بر آلومینیوم ارجحیت دارد زیرا احتمال خورنده‌گی آلومینیوم در تعاس یا بتون وجود دارد.

تمام طرح محافظتی را در صورت عملی بودن قبل از نصب پل باید اجرا کرد و ترتیب لازم نیز باید اتخاذ شود تا از صدمه دیدن لایه محافظتی در اثنای حمل و نقل و نصب جلوگیری شود.

#### ۶-۱-۲ پلهای بر روی خطوط آهن

پلهای بر روی خطوط آهن بخصوص نژدیک ایستگاهها و بر روی خطوط با تراکم زیاد احتیاج به محافظت مخصوصی در قبال گاز و دود حاصله از احتراق موتور دارند.

دودکشها باید کاملاً مستقر شده و بالهای پائین شاه تیرهای نیز باید با قیر طبیعی، لفافهای نواری یا بتون همانطور که در شکل ۱۹ نشان داده شده است محافظت شوند.

#### ۶-۱-۳ پلهای بر روی آب

کف پل و سایر قسمتهای نژدیک به آب احتیاج به محافظت اضافی در مقابل اثر خورنده‌کی می‌یابند و موازنیت مخصوص نیز باید به عمل آید تا قسمتهای گوشه که احتمال تشکیل قطرات بر روی آنها بیشتر است محافظت شود، سطوح بزرگ صفحه مانند را تا حد عملی بودن باید با شبکه کافی ساخت تا رطوبت حاصل شده بر روی آنها جمع نشود. شبکه در حدود ۵ درجه کافی است.

درجه یک از طرح محافظتی که در قسمت ب از جدول شماره ۳ توصیه شده است برای محیط‌های دریائی توصیه می‌شود.

در محیط‌های دیگر درجه ۳ طرح محافظتی کافی است.

## ابنیه فنی وابسته به معادن ذغال سنگ ( Colliery Structures )

-۲۴-

کلیات

- 1 - 2 - 6

به سه دلیل اصلی مشکلات بخصوصی در محافظت اینیه فنی معدن ذغال سنگ، حبود دارد.

اول - محیط در بعضی از معادن بسیار خوب نده است .

دوم- خطر قطعی آتش سوزی یا انفجار و در درجه کشتی خطر مواد سم، مایم بکا.

بردن بسیاری از عملیات مهم محافظتی و پوششی می‌شود.

**سوم - اینه فن و تجهیزات بطور کله دخانیات مکانیک بیش از حد متوجه**

卷之三

تا حد امکان کلیه طرح محافظتی را قبل از نصب اینیه فنی معادن باید بکار برد در اغلب موارد محافظت مجدد اینیه فنی در حال کار غیر عملی است از پوشش‌های روی و روگ در محلهای مناسب باید حداقل استفاده را نمود و نگهای تكمیلی سفید را برای توسعه دیده میتوان

( Surface Structures) سطحیه فنی در سطح ( تحت عنوان اصلی، این باربردن این اصول ذیلاً)

معابر تهويه (Shafts) وابنيه فتن، زير زمين، شرح داده ميشود.

ابنیه فنی رو سطح

طرح های محافظتی بروای اینه فنی در سطح در قسمت پ از جدول شماره ۳ شرح داده شده اند  
اغلب اینه فنی معدن جزو طبقه یک و دو هستند و نوع آتمسفر نیز غالباً "صنعتی" یا شیمیائی است.

مکاپر ہوا

— ۳ —

شرایط در معاشر تهییه به مقدار زیاد تغییر میکند ولی غالباً مرتبط است علاوه بر این رنگ زدن تعمیراتی نیز بسیار مشکل بوده و اضافه کردن ضخامتها ممکن است مقرن به صفحه باشد.

قسمتهای چدنی بندرت احتیاج به محافظتی غیر از قیر طبیعی یا قطران ذغال سنگ در قسمت خارجی بدنی یعنی قسمت در تماس با خاک دارند قسمت داخل بدنی بعضی اوقات احتیاج به محافظت داشته و بحسب شابط باید بندگ شوند.

در حائیکه که شایط سیار خود نده باشد طرح محافظت نشانه داده شده در باند

شماره ۳ برای محیط‌های شیمیائی باید بکار رود و یا میتوان لایه داغی از قیر طبیعی یا قطران ذغال سنگ را به ضخامت ۶/۱ میلیمتر پس از آماده کردن صحیح سطح و آستر زدن بکار برد . برای جداره‌های فولادی ، گالوانیزه کردن گرم یا اسپری روی همراه با یک سیستم خوب‌رنگ ممکن است بکار رود در عوض برای محیط‌های شیمیائی که شرایط بسیار خورنده هستند ترجیح محافظتی نشان داده شده در پ از جدول شماره ۳ را میتوان بکار برد ولی از بکاربردن اسپری آلومینیوم باید خودداری نمود .

سایر قسمتهای فولادی باید به طریقه گرم گالوانیزه شوند و برای پیچ و مهره‌ها باید پوشش فلزی بکار رود .

#### ۴-۲-۴ ابینیه فنی زیرزمینی

الف - کلیات - شرایط در زیرزمین به نحو زیاد تغییر میکند و شرایط‌های وسیعی از آبهای جریان هوا در معادن وجود دارد . آبهای به مقدار زیاد از نقطه نظر سنگینی و ترکیب تغییر کرده و دارای PH از حدود ۵/۲ تا ۱۱ هستند بعضی آبهای محتوی کلرورها یا نمکهای آهن یا هردو با غلظتهاهای بالا هستند .

درجه حرارت در بعضی معادن عمیق گاهی تا ۳۰ درجه سانتیگراد نیز میرسد .

ب - محدودیتها در طرحهای محافظتی - طرحهای محافظتی زیر را نباید در زیرزمین یا نزدیک رنگهای ذغال سنگ بکار برد .

۱- پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا ، اسپری فلز و سایر عملیات مشابه .

۲- محافظت کانتدیک

۳- پوششهای آلومینیومی

۴- رنگهای با نقطه اشتعال ( Flash Point ) پائین

۵- رنگهای شامل مواد رنگی که در شرایط خشک باعث جرقه‌زدن میشوند مانند آلومینیوم

۶- رنگهای حاوی مواد سمی یا حلالهای مضر

گالوانیزه کردن گرم یا اسپری روی را میتوان در روی زمین قبل از نصب بکار برد .

#### ۴-۳-۶ کارخانجات فولاد

#### ۴-۳-۱ کلیات

شرایط خورنده‌گی در کارخانجات فولاد به سه دسته وسیع تقسیم میشوند .

۱- شرایط بسیار خورنده ، جائی که هوا توسط مواد شیمیائی و گرد و غبار بسیار

آلوده و مروط گشته است کوره‌های ذغال ، دستگاههای مربوط به ذغال سنگ ، دستگاه‌های

مریبوط به محصولات جانبی کوره های ذغال و کارگاههای ذوب در این طبقه بندی قرار دارند.

۲- شرایط نرمال صنعتی - کارگاههای نورد سرد و کارگاههای مکانیکی در این طبقه بندی

قرار دارند.

۳- شرایط معتدل خورنده - عمارت اداری و فروشگاهها (Office) در این

دسته قرار دارند.

انتخاب طرح محافظتی صحیح به مقدار زیاد بستگی به طبیعت و عمر کار اینه فنی و شرایط

کار کارخانه و محل آن دارد.

### ۶-۳- شرایط بسیار خورنده

الف - طراحی - در محیط های آلوده طرح جزئیات و ترتیب کلی بسیار مهم است زیرا

اگر طراحی ناقص باعث بدام اندختن مواد خورنده شود شاید غیر ممکن باشد که کارهای

فولادی را در مکانهای مورد نظر محافظت نمود.

ب - طرحهای محافظتی

۱- کلیات - از دستورات داده شده در جدول شماره ۳ برای اینه فنی در محیط

شیمیائی باید متابعت کرد در محلهایی که خورنده بسیار شدید است مانند کوره های

ذغال رنگهای مقاوم در مقابل مواد شیمیائی باید بکار رود و یا میتوان رنگهای را که در مقابل

رطوبت و دود و بخار مقاوم هستند بکار برد . قسمت اعظم طرح محافظتی باید در محل

سرپوشیده قبل از حمل به محل نصب بکار برد شود.

۲- پوشش فلزی - طرح درجه یک شامل یک لایه فلزی در زیر سیستم رنگ درجایی

که رنگ تنها موثر است و همچنین در محلهایی که تقریباً "غیر قابل دسترس بوده و نمیتوان

آنها را به راحتی رنگ کرد باید بکار رود . انتخاب فلزبرای پوشش بستگی به طبیعت کارخانه

دارد . کارهای فولادی که در معرض درجات حرارت بالا هستند باید با آلمینیوم اسپری

شوند.

۳- لفافهای نواری - هنگامیکه یک طرح محافظتی باید در محل بکار برد شود و از پاک

کردن با جریان بخاریا هوانیز باید مرتفع نمود لفافهای نواری پترولیتم (Petrolatum)

را میتوان بکار بود سطح فلز را باید کاملاً "با بوس سیمی تمیز کرد و یک لایه آستری پترولیتم

را وسیس لفاف را با رو بهم افتادگی کافی بکار برد . این سیستم برای لوله ها و سایر

قسمتهایی که میتوان در آنها لفاف را به آسانی بکار برد مناسب است ..

دستورات داده شده در قسمت پ از جدول شماره ۳ برای محیط‌های صنعتی در موردابنیه فنی در شرایط نرمال صنعتی نیز رضایت بخش می‌باشد . در مورد این اینه باید طریقه پاک کردن با جریان بخار یا هوا یا مواد شیمیائی را بکار برد .

درجات معتدل تری از طرحهای محافظتی برای کارهای فولادی که در معرض بدترین شرایط قرار نداشند و مسافت نسبتاً دورتری از کوره‌ها ، کوره‌های ذغال و سایر منابع آلودگی قرار دارند لازم است . درجه اعتدال بستگی به تجربه دارد و میتوان درجات نشان داده شده در جدول شماره ۳ برای محیط‌های صنعتی را بکار برد .

با وجود آنکه توصیه‌های مربوط به آماده کردن سطح اینه فولادی بهمان ترتیب برای مخازن گاز نیز بکار می‌رود ولی طبیعت این اینه فنی ابقاء استاندارد بالا را مشکل می‌سازد یکی از علل این موضوع آنستکه در حدود دو سال یا بیشتر طول می‌کشد تا مخزن بزرگی نصب شود و این مدت طولانی تراز زمانی است که یک لایه تنها از رنگ آستری میتواند فولاد عریان را که در معرض هوای آزاد و در محیط کارخانه گاز است محافظت نماید .

راه حل بدیهی ، بکار بردن دو یا سه لایه رنگ وا در اینجا نمیتوان بکار برد زیرا معمولاً یکی از شروط طراحی آنست که قسمت هایی از مخزن در اثنائی که دستگیره های بالا رو ( lifts of holder ) هنوز غوطه ور هستند تنظیم شوند و این تنظیم ممکن است دوماه یا بیشتر طول بکشد و در اثنای این غوطه وری مدام در آب ، رنگی که بکار برده شده است به طرز شدیدی تاول میزند .

بنابراین بعضی افراد ترجیح میدهند که آمادگی نهائی سطح را تا تکمیل مخزن به تعویق بیاندارند .

بکار بردن طرحهای محافظتی که در زیر شرح داده می‌شود ممکن است مفید باشد طرق دیگری نیز وجود دارد مانند بکار بردن رزین اپکسید یا رنگ اپکسی است .

بکار بردن رنگهای دیر خشک شونده با پایه روغنی نزدیک کوره های ذغال و یا کارخانجات محصولات جانبی یعنی در محیط‌هایی که هوا توسط سولفات آمونیوم و سایر مواد شیمیائی

## ۶-۴-۶ طرح های محافظتی

آلوده است صحیح نیست در این موارد آسترها سونج و سرب فلزی مناسب میباشد .

الف - آماده کردن سطح ولايه بکار برده شده در کارگاه - تمام کار فولادی و یا حداقل صفحات جانبی و قسمت بالا باید در کارگاه توسط پاک کردن با مواد شیمیائی بوسته گیری شده و در حالتیکه هنوز گوم است با یک آستر سرنجی یا سونج / گرافیت رنگ شود .  
در حالتیکه نصب توسط جوشکاری انجام میشود از بکار بردن آستر سرب در فاصله ۵ سانتیمتری لبه های صفحات ، قرار است جوشکاری شوند باید خودداری کرد این لبه ها را باید با آسترها که مقاومت قسمت جوشکاری شده را کاهش نمیدهند رنگ کرد .  
یا آنکه میتوان صفحات فولادی را توسط جریان بخار یا هوا تمیز کرده و بلافاصله با یک آستر پیش ساخته غنی از روی رنگ نمود .

ب - تکمیل رنگ در محل - حد صفحات نزدیک خطوط جوشکاری باید تمیز شده و سپس دو لایه رنگ آستری سونج باید بکار رود .  
برای سطوح اصلی صفحات باید طبق آنچه در زیر میگذرد عمل نمود .

۱- بالابرها ( Rising Lifts ) - پس از نصب ، دومین لایه از آستر سرنجی باید بکار رود به عنوان مثال میتوان مخلوطی از سونج و سرب سفید را بکار بود .  
سطح بالابر باید کاملا " خشک باشد و رنگهای قدیمی و هر نوع زنگ باید بر طرف شوند سطح تمیز شده باید حداقل ۲۵ میلیمتر آنطرف زنگ قابل دیدن توسعه یافته و رنگ آستری نیز باید آنطرف سطح تمیز ادامه پیدا کند .  
اگر هوا برای زود خشک شدن مناسب نباشد شاید بهتر باشد که آستر سرنجی شبیه به لایه کارگاه بکار رود این عمل باید با دو لایه دیگر رنگ تکمیل شود به عنوان مثال ، طرحهای زیر رضایت بخش هستند .

- یک لایه زیوی از پلمبات کلسیم و یک رنگ تکمیلی از سیلیکا گرافیت دریک رزین اولئو - دو لایه از اکسید آهن در یک رزین اولئو

- یک لایه از اکسید آهن و سپس یک لایه از رنگ آلومینیوم هر دو در رزین اولئو - درجاییکه یک قشر روغنی محافظتی نیز بکار رود و لایه از رنگ Alkyd oil long oil آب و یا بین حلقة ها است این روغن ممکن است روغنی باشد که برای این منظور مخلوط شده باشد اگر ضخامت لایه روغن در حد ۳ میلیمتر نگاهداشته شود تعمیرات بسیار کمی لازم خواهد

بود .

## ۲- بالا بر تختانی ( Bottom lift ) - رنگهای قرار دادی مانند بالا برای بالابر

تختانی که برای مدت طولانی درآب غوطه وراست مناسب نیستند این قسمت از مخزن را باید توسط گریس خشک نشونده که میتوان آنرا بر روی رنگ آستری و یا بر روی فولاد عربیان بکار برد محافظت نمود . نظریاتی در دست است که این روغن بر روی فولادی که تا حدی قشراکسید داشته باشد محافظت خوبی ایجاد مینماید به جای گریس میتوان رنگ رزین اپکسید را بر روی سطحی که توسط جریان هوا یا بخار پاک شده باشد بکار بود این رنگها به مقدار زیاد در مقدار نهیه روزمره‌ای اروماتیک که ممکنست در نتیجه گاز به حالت میغان در آیند مقاوم هستند .

## ۳- سطوح داخلی - قسمت داخلی مخازنی که برای نگاهداری گاز ذغال سنگ با حداکثر

یک درصد اکسیژن مصرف میشوند معمولاً " بجز دو لایه سرنج محافظت دیگری لازم ندارند برای نتیجه بهتر یک لایه تکمیلی از قطوان ذغال سنگ یا قیر طبیعی را نیز میتوان بکار برد اگر گاز حاوی بیش از یک درصد اکسیژن باشد قشر داخلی شناوری از روغن نیو ممکن است مورد لزوم باشد .

## ۴-۵- اینیه فنی و شرایط گوناگون

### ۱-۱- دودکشها

برای دودکشها فولادی با روکش آجری یعنی جائی که درجه حرارت صفحات از ۹۵ درجه سانتیگراد تجاوز نمیکند سرنج و سپس رنگ آلومینیوم یا اکسید آهن میتوان بکار برد . در غیر اینصورت در جائی که درجه حرارت فولاد بیش از ۹۵ درجه سانتیگراد باشد رنگهای مخصوص مقاوم در مقابل حرارت باید بکار رود .

برای درجات حرارت بین ۹۵ و ۲۳۰ درجه سانتیگراد رنگهای سیاه یا رنگهای آلومینیوم مقاوم در مقابل حرارت در دسترس هستند . برای بدست آوردن نتیجه خوب سطح باید کاملاً آماده باشد ، بهترین روش پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا است ، پس از پاک نمودن دو یاسه لایه از رنگ باید بکار رود قبل از بکار بودن رنگ آلومینیوم باید آستر مقاوم در مقابل حرارت بکار برد .

برای درجات حرارت بین ۱۷۵ و ۲۹۰ درجه سانتیگراد رنگ گرد روی / توده گرافیت نتایج رضایت بخشی داده است . این رنگ را در یک لایه تنها و ضخیم بلا فاصله پس از پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا یا پاک کردن توسط دست بکار میرند و دوازده ساعت پس از رنگ کردن نیز میتوان دودکش را بکار برد .

ولی برای بدست آوردن بهترین نتیجه باید چند روز صبر کرد و سپس از دودکش استفاده نمود  
ونگهای معدودی میتوانند اثر مداوم حرارت بیش از ۲۶ درجه سانتیگراد را برای مدت زمان  
طولانی تحمل کنند ولی نگهای در رزین سلیکون در تحت شرایط بخصوص تا ۵۴ درجه  
سانتیگراد را تحمل میکنند .

#### ورقهای پروفیل

۴-۵-

ورقهای پروفیل بطور معمول از گالوانیزه کردن گرم صفحات بوجود میآید . استفاده از  
ورقهای گالوانیزه نشده برای سقف سازی توصیه نمیشود .

ورقهای پروفیل با پوششی از رزین سنتیک نیز ساخته شده و این ورقها دارای مقاومت زیاد  
در مقابل خوردگی و سائیدگی هستند .

الف - ورقهای گالوانیزه شده به طریقه گرم - ورقهای گالوانیزه فولاد که موجدار هستند  
در ضخامتها از ۱/۳۰ تا ۱/۶ میلیمتر در دسترس هستند ورقهای با کیفیت مشابه وبخامت  
۲ میلیمتر نیز وجود دارند .

در شرایط بسیار خورنده بهتر است که ورقهای با ضخامت بالا و پوشش سنگین وهم چنین  
دارای یک لایه آلی محافظتی بکار رود .

اگر ورقها در شرایط مناسب به محل کاربود بروده شوند میتوان ورقهای گالوانیزه شده بطريق  
گرم را بدون محافظت در هوای تمیز یعنی محلی که عمر سرویس ۲۰ سال برای ورقهای با  
پوششهای سنگین تر غیر معمول نیست بکار برد .

در شرایط خورنده تر چنین ورقهایی را برای چندین سال بدون رنگ کردن میتوان بکار برد  
ولی برای اطمینان از طول عمر رنگ کردن لازم است .

ساده ترین روش آستر کردن بکار بردن آستر پلمبات کلسیم بر روی سطح صاف برای ورقهای  
نو است و یا میتوان یک آستر پیش روند را با بعضی انواع دیگر نگهای آستری بکار برد .

ب - ورقهای با پوششهای رزین سنتیک - ورقهای پروفیل با پوششهای ضخیمی  
از پلی وینیل کلراید در دسترس هستند ، عملیات ساخت شامل تمیز کردن ورقها ، فسفاته  
نمودن یا بکار بردن پوشش روی قبل از بکار بردن پلی وینیل کلراید است .

ورقهای پروفیل با رنگ های بر مبنای وینیل ، اکریلیک یا رزینهای اپکسید نتایج  
رضایت بخش میدهند البته اگر پوشش بر روی سطحی که به نحو رضایت بخش آماده شده  
باشد بکار رود .

گالوانیزه کردن گرم پس از فسفاته کردن یا سایر عملیات سطح مناسب است زیرا این موضوع

· محافظت صحیحی ایجاد کده ومانع خورندگی در زیر قشر رنگ میشود .

#### ۴-۵-۲- اینیه فنی سبک

طرح اصلی محافظتی برای اینیه فنی سبک شامل تمیز کردن و روغن گیری ، غوطه ور سازی در رنگ ( Paint-dipping ) و گرم کردن ( Stoving ) میباشد .

بهتر است اجزاء نا ۳/۲ میلیمتر را قبل از رنگ کردن فسفاته نمود . در ضمن روشهای مناسب باید بکار رود تا تمام قشر اکسید ، زنگ ، گریس و مواد زائد از روی سطح فولاد قبل از فسفاته کردن بودا شود .

بعضی مواقع در یک قسمت کوچک از یک جزء ، طرح محافظتی بهتر و گرانتری مورد لزوم است در چنین مواقع مقرر است که طرح محافظتی بر روی کلیه جزء ونه بروی یک قسمت کوچک پیاده شود .

#### ۴-۵-۳- طرح های محافظتی با دوام

الف - کلیات - طرحهای محافظتی با دواام برای کارهای فولادی که قسمتی از تاسیساتی را تشکیل میدهند که تولید بدون وقفه در کار بروای مدت طولانی مورد نظر است ضروری است در چنین مواقعی قیمت اولیه اینیه فنی که شامل طرح محافظتی لازم نیز میشود در مقایسه با ضرر احتمالی در هنگام از کار افتادن تاسیسات بسیار ناچیز است .

همورد باید به تنها ای مورد بروی قوار گیرد و توجه مخصوص باید به جزئیات ساختمان مبذول داشت توصیه های زیر باید در نظر گرفته شوند .

طرح محافظتی باید در بهترین شرایط ممکنه به خصوص در مکانی سربوشیده قبل از حمل به محل نصب صورت بگیرد و ترتیبات مخصوص نیز باید برای حمل و نقل قطعات به محل طوری داده شود که هیچ نوع زیانی به طرح محافظتی پیاده شده وارد نیاید .

ب - اینیه فنی - اینیه فنی با عمر طولانی را میتوان به دونوع تقسیم نمود .

۱ - آنهایی که بعد از یک دوره کارکرد فرسوده وغیر قابل تعمیر میشوند .

۲ - آنهایی که برای آنها تعمیرات در فواصل طولانی به عنوان مثال ۲۰ سال ممکن است .

پ - طرح های محافظتی - درحالت یک عمر مورد لزوم شناخته شده است و با وجود آوردن ضخامت کافی در قسمتهای فولاد یا بکار بردن پوششهای فلزی همراه با سیستم رنگ شرایطرا میتوان رضاحت بخش کرد و مطمئن شد که در پایان عمر مورد لزوم اینیه فنی سالم است .

برای نوع ۲ طرح محافظتی باید چنان باشد که کار فولادی را بتوان در طول مدت تعطیل کار برای تعمیرات تمیز و سپس دو باره پوشش کرد.

اگر مدت تعطیل برای این موضوع کافی نباشد شاید عملی باشد که این ابنیه فنی را با ابنیه فنی کاملاً " مشابه عوض کرد .

طرح های محافظتی مناسب برای ابنیه نوع ۲ به قرار زیر است :

— پوشش ضخیم فلزی با عمری برابر فاصله تعمیرات

— پوشش فلزی همراه با سیستم ونگی شامل دو لایه آستری و دو لایه یا بیشتر از رنگهای تکمیلی، عمر سیستم ونگی باید برابر فاصله تعمیرات باشد بدون آنکه به پوشش فلزی صدمه وارد آید .

ت — رنگها — جزویات طرح های رنگی برای پوشش های فلزی در قسمت های قبل داده شده است .

رنگهای آستری مناسب برای سطوحی که دارای پوشش فلزی هستند عبارتند از پلمبات کلسیم بر روی فولاد گالوانیزه شده به طریقه گرم و یک آستر پیش روند و سپس آستر روی گرم بر روی فولادی که با روی یا آلمونیوم اسپری شده باشد .

رنگهای تکمیلی نوع دزین اولئو با مواد رنگی اکسید آهن ، سیلیکا گرافیت یا آلمونیوم در محیط های غیر از محیط های شیمیائی و دریائی مناسب هستند در این دو محیط توصیه های جدول شماره ۳ باید بکار رود .

#### آب و هوای گرمسیری و نیمه گرمسیری

۴-۵-۵

الف — کلیات — طرح های محافظتی در این دستور العمل برای این ابنیه فنی واقع در آب و هوای بسیار گرم احتیاج به تغییراتی دارد . مشکلات جدی ممکن است تنها در دو نوع آب و هوای گرمسیری و نیمه گرمسیری یعنی آب و هوای گرم و مرطوب و آب و هوای دریائی (آلوده به نمک دریا ) بوجود آید .

جدی ترین نوع خورندگی در آب و هوای گرم و دریائی در قسمتهایی که در معرض اسپری نمک هستند به وقوع می پیوندد این قسمتها معمولاً " قسمت باریکی در طول ساحل هستند .

جهت وزش باد نیز اثر قابل ملاحظه ای در میزان خورندگی دارد و بهمین دلیل در مقدار خورندگی محلهایی که مسافت کوتاهی باهم فاصله دارند تفاوت زیادی بوجود می آید ولی به جز در این موارد بسیاری از آب و هوای گرم و مرطوب بطور غیر طبیعی خورنده نیستند زیاداً از آلودگی هوا در اثر مصارف صنعتی و آتشهای خانگی بدور هستند .

آب و هوای خشک چه در مناطق گرمسیری و چه در غیر از این مناطق خورنده نبوده و در بعضی از آنها فولاد ممکن است احتیاج به هیچ نوع محافظتی غیر از یک لایه تزئینی رنگ نداشته باشد .

طریقه قرار دادن و نصب کردن و ترتیب جزئیات در آب و هوای مرطوب گرمسیری یعنی در محلی که رسیش باران و میان خیلی زیاد است دارای اهمیت بسیار میباشد .

ب - طرح های محافظتی - ما در نظر گرفتن آنچه که در زیر میگذرد هیچ نوع دلیلی وجود ندارد که طرح های محافظتی نمک شده در جدول شماره ۳ را نتوان با تغییرات کوچکی بکار برد .

در قسمتهای کوچک که در معرض شرایط گرمسیری دریائی قرار دارند بکار بردن لایه فلزی در زیر رنگ شاید تنها وسیله مطمئن شدن از محافظت صحیح است .

در سایر آب و هواهای مرطوب گرمسیری توصیه های جدول شماره ۲ را میتوان بکار برد .  
برداشت کامل قشر زنگ توسط پاک کردن با جریان بخار یا هوا یا تمیز نمودن با مواد شیمیائی قبل از رنگ کردن ضروری است .

بسیاری از رنگها جلای خود را به سرعت در شرایط مرطوب گرمسیری از دست میدهند .  
رنگهای آلومینیوم یا اکسید آهن به خصوص برای آب و هوای گرمسیری توصیه میشوند زیرا این رنگها کمتر از سایر رنگهای تکمیلی تحت تاثیر اشعه خورشید قرار میگیرند . رنگهای Long Oil Alkyd را برای حالت تزئینی باید بکار برد .

در جاییکه به اثبات رسیده شده باشد که شرایط محلی باعث وشد کپک ( mould ) شده و ارزش تزئینی رنگ را از بین میبرد یک قارچ کش ( fungicide ) باید توسط سازنده در رنگهای تکمیلی اضافه شود .

در میان خصوصیات اصلی که رنگهای محافظتی برای استفاده در مناطق گرمسیری باید داشته باشد روان بودن و آسانی کار برد بروی سطوح گرم است این خصوصیت را " عمولاً " از نوع فرمولهای Long Oil میتوان بدست آورد و سازندگان با تجربه در ساختن رنگ برای نواحی گرمسیری با تغییرات لازم برای بدست آوردن نتایج رضایت بخش آشنا هستند . از انبار کردن طولانی رنگ در نواحی گرمسیری باید خودداری نمود .

پ - بکار بردن رنگ - توصیه های در قسمت ۵-۷ مربوط به عملیات رنگرزی ، برای مناطق گرمسیری نیز بکار میروند .

عملیات باید با نقشه صحیح و در زمان صحیح صورت بگیرد . هنگامیکه شرایط محلی در طول

سال تغییر میکند از رنگ کردن در فصل مرطوب باید خودداری کرد و تا آنجا که عملی باشد  
شایط مناسب برای کار باید انتخاب شود .

هنگامیکه شبم بر روی سطح وجود دارد عمل رنگ کردن نباید انجام بگیرد و همینطور اگر  
کار فولادی توسط باران یا میان تن شده باشد عمل رنگ کردن باید متوقف شود .  
خوبختانه درجات حرارت بالا این اعتیاد را دارند که باعث تبخیر سریع رطوبت شده و رنگ  
را میتوان در شایط مناسب و بر روی یک سطح گوم بکار بود .

از بوجود آمدن زمان طولانی بین لایه های متوالی باید خودداری نمود زیرا قشر رنگ به  
سوزعت سنت میشود .

#### تاسیسات و ابتنیه فنی در زیو خاک

۴-۶-

#### کلیات

۴-۶-۱-

عوامل موثر در خورندگی ذلات آهنه در زیو خاک در قسمت آهنه شرح داده شده اند .  
بطور کلی مهمترین عامل طبیعت خود خاک است و بخلاف آنکه خصوصیت خاکهای مختلف  
بسیار متفاوت است توصیه های در این قسمت اصولاً کلی است و مربوط به خاک مشخصی  
نمیباشد .

#### لوله ها

۴-۶-۲-

لوله های چدنی یا فولادی قسمت اعظم ابتنیه فنی در زیو خاک را تشکیل میدهند ، بغیر  
از مواردی که به اثبات وسیله باشد که خورندگی در تمام مسیری که یک خط جدید قرار خواهد  
گرفت قابل صرفنظر کردن است پوشش محافظتی با دوامی باید برای فلز بکاربرده شود کیفیت  
پوشش باید باشد شرایط خورندگی مطابقت داشته باشد و در صورت لزوم با آزمایش خاک  
موجود در طول مسیر باید این موضوع را روش نمود بطور کلی پوششهاي محافظتی باید با  
محافظت کاتدیک بکار روند تا از اینکی کامل در مقابل خورندگی اطمینان حاصل شود .  
در بسیاری از خاکها لوله های چدنی را میتوان به طرز رضاشت بخشی با لایه نازکی از قطران  
ذغال سنگ گوم و یا لایه هایی از قیر طبیعی توسط قلم مو محافظت نمود .  
چنین پوششهاي تا ۱۲۵ میکرون ضخامت دارند .

در زمینهای دست خورده و در خاکهای رس چدن احتیاج به محافظت کلی دارد .  
لایه های قیر طبیعی گوم یا قطران ذغال سنگ که بوای لوله های فولادی بکار میروند  
در این شرایط نیز بکار بوده شده اند ولی تجارت اخیر نشان داده که پوشش پلی اتیلن  
محافظت خوبی ایجاد میکند .

معمولی ترین پوشش خارجی برای لوله های فولادی تشکیل شده از قیر طبیعی یا قطران  
ذغال سنگ که شامل پرکننده خنثی معدنی باشد .

#### ۶-۳- سایر تاسیسات و اینویه های فنی

طرق مناسب حفاظت برای اینویه فنی غیر از لوله ها بستگی به طبیعت خود اینویه فنی دارد  
بطور مثال : سطح خارجی مخازن فولادی در زیر خاک را میتوان با لایه ضخیمی از قیر طبیعی  
با قطران ذغال سنگ همراه با محافظت کاتدیک حفاظت نمود یا به طریق دیگر لایه ای به  
ضخامت ۱۵۰ میلیمتر از سیمان مسلح را به تنهاشی میتوان بکار برد همین روشها  
برای کارهای فولادی نیز عملی است .

به جزئیاتی که در شکل ۱۲ نشان داده شده است در محلی که فولاد وارد زمین ویا در داخل  
بتن میشود باید توجه کرد .

خاک در تماس با اینویه زیر خاک باید هیچگونه مواد خورنده مانند خاکستر نداشته باشد زیرا  
این مواد باعث خورندگی فلز ویا از بین رفتن بتن میشوند .

#### ۶-۴- محافظت خارجی اینویه فنی غوطه ور و نیمه غوطه ور

#### ۶-۴-۱- کلیات

این قسمت از دستورالعمل مربوط به اینویه فنی نصب شده در آب شیرین و تمیزیا آب نمک دار  
و اینویه فنی در تماس با آب شیرین و تمیز ویا آب نمک دار است مانند آب رودخانه ها ،  
دریاچه ها یا دریاها  
از انواع این اینویه فنی اسکله ها ، پایه پلهها ، باراندازها ، دهانه مجاری فاضلاب ، لوله های  
غوطه ور و بعضی تاسیسات صنعتی مانند تاسیسات فاضلاب میباشد . در بسیاری از اینویه ها  
به خصوص در اینویه فنی دریائی سه منطقه مشخص برای شرایط خورندگی وجود دارد .

##### منطقه ۱- قسمت غوطه ور دائم

منطقه ۲- قسمتها در معرض غوطه وری متناوب وترشح آب ( مناطق ترشح و جزو مردمی )

منطقه ۳- قسمت فوقانی اینویه فنی بالاتر از منطقه ترشح که در معرض خورندگی ها و  
واسپری نمک است .

حمله شدید معمولاً " در منطقه ۲ است .

الف - طرحهای محافظتی - آنچه در زیر میگذرد مربوط به محافظت قسمتها اینویه

فنی واقع در زیر آب و در مناطق ترشح و جزو مردمی است یعنی مناطق یک و دو  
شرایط در بالای منطقه ترشح ، به عنوان مثال منطقه ۳ مشابه اینویه فنی در هوای دریائی

بوده و توصیه های محافظتی لازم برای این شرایط در جدول شماره ۳ داده شده است.

پوشش های محافظتی بر روی قطعاتی را که بطور مداوم در زیر آب هستند نمی توان تجدید نمود بنابراین در محله اول نسبت به بکار بودن محافظت کاتدیک باید توجه نمود.

محافظت کاتدیک همچنین در منطقه بین پائین ترین سطح آب و نیمه جزء و مدى نیز دارای ارزش است ولی کاملاً موثر نیست.

شرایط خورنده در منطقه ۲ و برای جند متر در زیر پائین ترین سطح آب به خصوص بسیار سخت است و لازم است که طرح محافظتی در تحت بهترین شرایط ممکنه بکار برود طرح محافظتی باشد که حداقل مقدار آمادگی سطح برای دو باره پوشش کودن لازم باشد.

پوشش های تحریر اسی باید طوری باشند که به سرعت در روی سطحی که برای چند دقیقه خشک است بکار بروند شوند بکار بودن پوشش های محافظتی در محل نصب در شرایط دریائی بسیار مشکل است بنابراین بطور کلی باید تمام عملیات در مکانی سریوشیده و در کارگاه صورت بگیرد و باید دقت بخصوص مبدل داشت تا هیچ گونه صدمه ای به طرح محافظتی در اثنای حمل و نقل و نصب وارد نیاید. اگر در اثنای رنگ کودن در محل پوشش و نگ ناتمامی توسط آب نمک ترشده و یا توسط اسپری نمک آلوده شده باشد باید سطح را با آب تمیز شست و سپس وقت کافی مبدل کرد تا سطح خشک شود.

بسیاری از رنگ های مناسب برای ابنیه فنی در معروف هوا به دو دلیل برای این بجه غوطه ور و نیمه غوطه ور مناسب نیستند.

۱- لایه های متعددی لازم است تا ضخامت لازم برای محافظت در تحت چند شرایطی بوجود آید.

۲- سونج در روغن بزرگ و بسیاری رنگ های دیگر که برای محافظت در هوای آزاد بکار برده می شوند در مقابل آب دریا مقاومت نمی کنند زیرا مدیا (media) آنها تبدیل به صابون می شود.

طرح های محافظتی مناسب برای مناطق یک و دو در جدول شماره ۸ شرح داده شده است که این طرحها را می توان در آب نمک و در آب شیرین بکار بود.

ممکن است لازم شود که در قسمت هایی که بخصوص در عرض شرایط سخت هستند با اضافه کردن لایه های و نگ محافظت اضافی بکار رود. در جایی که محافظت کاتدیک بکار نمی رود بهتر است که قبل از رنگ کردن پوشش فلزی بکار رود این عمل خط خورنده محلی را کمتر کرده و در ضمن نیاز کمتری برای آمادگی سطح فلز لازم است.

هنگامیکه رنگ تنها بکار میرود بهترین روش‌های آمادگی سطح باید بکار رود و فلز بطور کلی باید توسط جریان بخار یا هوا یا توسط مواد شیمیائی پاک شود . گرم کردن فلز تا حدود ۴۰ درجه سانتیگراد خاصیت چسبندگی لایه‌های توصیه شده را بهبود می‌بخشد توانائی یک پوشش در مقابل شکاف یا توک حاصل از سائیدگی توسط لجن نیز میتواند عامل مهمی در انتخاب آن باشد .

طرح‌های محافظتی جدول شماره ۸ در این موارد رضایت بخش هستند .

#### جدول شماره ۸ - طرح‌های محافظتی برای ابنيه فنی غوطه‌ور و نیمه غوطه‌ور شامل منطقه ترشح

بدون محافظت کاتدیک			با محافظت کاتدیک				
A یا B	A	-	A یا B	A یا B	A یا B	A یا B	آمادگی سطح
-	F	E	-	-	-	-	پوشش فلزی
R ۴	GT1† + N ۴	GT1† + N ۴	R ۴	W ۲	P ۴	N ۴ *	رنگهای محافظتی
۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵ تا ۲۵۰	۵۰۰	ضخامت میکرون

\* - ارقام تعداد لایه‌های لازم برای ضخامت مورد نظر را نشان میدهند .

† - حداقل ۲۴ ساعت باید قبل از لایه کردن آستر پیش روند با رنگ قطران ذغال سنگ بگذرد .

## راهنمای جدول شماره ۸

A - پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا

B - پاک کردن توسط مواد شیمیائی

E - گالوانیزه کردن به طریق گرم

F - اسپری فلز

G - آستر پیش روند

۹ - رنگ قطران ذغال سنگ مصرف شده به طریق سرد

P - رنگ رزین اپکسید با آمايش سرد

R - رنگ قیر طبیعی / اپکسید

۱۰ - رنگ رزین اپکسید ، نوع ممتاز

برای بعضی مصارف ممکن است صورتهای دیگری از طرحهای محافظتی نیز وجود داشته باشد به عنوان مثال : لفافهای نواری برای اجزاء لوله ای و سایر اجزاء با سطح مقطع مناسب در منطقه ترشح مناسب هستند .

بعضی انواع لفافهای غایو خشک شونده که به صورت داغ بکار برده شوند برای محافظت سطوح داخلی که ممکن است شناور باشند مانند صندوقه زیرآبی ( Caissons ) مناسب هستند .

ب - پایه پلها - پایه های فولادی و پایه های صفحه ای را نباید در شرایط خورنده شدید آنژروبیک بکار برد .

در شرایط مناسب خاک بطور کلی بکار بودن هر نوع محافظتی برای قسمتهایی که در داخل زمین فرو رفته لازم نیست این موضوع در مورد قسمتهایی که کاملاً " در زیرآب قرار دارند نیز صادق است . پایه های فولادی که در داخل حد یا قسمت جزرومدی برای محافظت ابنيه فنی وجود دارند از حد ۶/۰ متر بطریف بالا باید طبق توصیه قسمت ( الف ) بالا محافظت شوند .

شرایط خورنده شدید در قسمتهای ترشح و جزرومدی و چند متر در زیر پائینترین سطح آب بخصوص برای پایه های ورقه های فولاد زیان آور هستند .

این سطوح را میتوان با بتن مطابق شکل ۲۱ محافظت نمود یا میتوان به طریقه دیگر دوام پایه ها را با اضافه نمودن ضخامت قسمتهای بکار بردشده شده یا توسط پوشش با قطران ذغال سنگ به ضخامت حداقل ۵۰۰ میکرون افزایش داد .

کلافهای فلزی (tie bars) را باید با نوار مناسب پوشاند.

وسائل ارتباطرا نیز باید بهمین ترتیب با نوار مناسب پوشاند یا میتوان در جائیکه هیچ نوع تنظیمی لازم نباشد آنها را بالایه ای به ضخامت ۷۵ تا ۱۰۰ میلیمتر از بتن مسلح پوشاند.

ب - محافظت با بتن - هنگامیکه برای محافظت ابنيه فنی دریائی بتن بکار میرود بتن بکار بردشده باید متراکم بوده وحدائق ۶ سانتیمتر در زیر و ۶ سانتیمتر در بالای حدود حداقل جزرومد امتدادداشته باشد. یک ترتیب نمونهای در شکل ۲۱ نشان داده شده است.

س - خطوط لوله - خطوط لوله بزرگ چدنی و ابنيه فنی مشابه چدنی معمولاً "درومقابل آب شیرین و تازه محافظتی لازم ندارد ولی با وجود این لایه ای از قیرdag را با عمل فروبردن ابنيه در قیرdag و یا پوشش آنها باقطران ذغال سنگ و یاقیرطبیعی توسط قلم مو میتوان بکار بود هیچ نوع پوشش سنتگینی هنگامیکه خطوط لوله در آب دریا قرار دارند نیز لازم نیست مگر آنکه شرایط بسیار سخت باشد.

برای اغلب لوله های بکار بردشده برای دهانه فاضلاب لایه نازکی از قطران ذغال سنگ dag در کارگاه بکار بردش میشود.

هنگامیکه محافظت کاتودیک بکار میرود پوشش ضخیمی برای کم کردن مصرف الکتریسته لازم است تمام خطوط لوله فولادی غوطه ور چه در آب شیرین و تازه و چه در آب نمک را باید طبق آنچه در قبله "شرح داده شد محافظت نمود و بطور طبیعی باید محافظت کاتدیک برای آنها بکار برد. نوارهای پوششی با پوشش پترولیتوم رانیز برای محافظت خطوط لوله در معرض ترشح آب نمک میتوان بکار برد.

#### ۴-۷- سطوح داخلی مخازن آب سرد

توصیه های زیر بخصوص مربوط به محافظت مخازن فولادی در مقابل خورندگی توسعه آب شیرین و تازه است درجه استاندارد محافظت به مقدار زیاد بستگی به خورندگی آب دارد بهترین راهنمای تجربیات گذشته در مورد آب مورد نظر است در مواقعي که تجربه ای در دست نباشد تجزیه کردن آب مفید میباشد ولی باید در نظر داشت که کیفیت آب در طول عمر مخزن تفاوت مینماید در مورد مخازن بزرگ شاید مقرر به صرفه باشد که آب را به عمل آورده و خاصیت خورندگی آنرا تقلیل داده و در نتیجه مقدار محافظت را به حدائق برسانیم.

مخازن چدنی معمولاً هیچ نوع محافظتی لازم ندارند. به موارد اینمی بخصوص تهویه و خارج گردن حلالها هنگام رنگ کردن داخل مخازن باید توجه نمود.

توجه به توصیه های زیر ضروری است .

۱- مخازن باید طوری طراحی شوند که سطوح داخل آنها در تمام نقاط قابل دسترس باشد .

ماهیچه ها ( brackets ) فلانجهای بند ( Stays ) و سایر اتصالات را باید به حداقل ممکنه تقلیل داد .

آ- رنگ کردن باید تا هنگام نصب کلیه وسائل و لوله های ورودی و خروجی به تعویق میافتد .

۳- قبل از شروع به رنگ کردن تمام گرد و غبار ، سنگ ریزه و سنگ ، براده ها و تکه های حاصل از بریدن و غیره را از ته مخزن باید پاک نمود .

۴- سطح فولاد را باید درست قبل از رنگ کردن توسط جریان بخار یا هوا پوشاند مگر آنکه صفحات قبل " توسط جریان بخار یا هوا یا توسط مواد شیمیائی پاک شده و آستر پیش ساخته بکار برد شده باشد .

تمیز نمودن دقیق با دست نیز در جاییکه رنگ قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی قرار است بکار رود قابل قبول است ولی هنگامیکه سیستم رنگ مقاوم در مقابل مواد شیمیائی بکار میروند پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا ضروری است .

۵- تمام رنگها را باید بر روی سطح خشک بکار برد ، خشک نمودن ته یک مخزن ممکن است بسیار مشکل باشد و خشک نمودن توسط وزنده های الکتریکی ممکن است لازم باشد . چنانی حرارتی برای تسريع خشک شدن رنگها نیز مفید است .

رشته وسیعی از روش های محافظتی برای سطوح داخل مخازن آب سرد در دست است آنچه در زیر میگذرد مثالهایی از طرح های موثر هستند .

۱- مخازن برای آبهای صنعتی - مخازن کوچک قبل از تحويل به طرز کامل ساخته شده و معمولاً " در کارگاه سازنده به طریقه گرم گالوانیزه شده اند برای بسیاری از آبهای به عنوان مثال آب شهر که خورنده نیستند لایه تنها ای از روی کافی است برای آبهای خورنده تر لایه اضافی مانند قطران ذغال سنگ و یا قیر طبیعی به ضخامت ۲۵۰ میکرون لازم است برای آبهای اسیدی گالوانیزه کردن به طریقه گرم توصیه نمیشود و یک سوار میشوند معمولاً " به طریقه گرم گالوانیزه نمیکنند مگر آنکه مقرر شده باشد .

نمونه های محافظتی برای این نوع مخازن به شرح زیر است .

– سطح را توسط جریان بخار یا هوا و یا توسط دست تمیز نموده و لایه های کافی از رنگهای قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی تا ضخامت ۵۰۰ میکرون (فیلم خشک) بکار رود .

– سطح را توسط جریان بخار یا هوا تمیز نموده ورنگ کلرینه لاستیکی یارزین اپکسید تا ضخامت ۲۵۰ میکرون بکار رود .

– لایه ای از روی توسط اسپری کردن بر روی سطحی که توسط جریان بخار یا هسوای تمیز شده بکار رود وسپس یک لایه از آستر پیش روند و سپس دو لایه از رنگ کلرینه لاستیکی بکار رود .

– برای محافظت موثر در مقابل آبهای بسیار خورنده سطح را توسط جریان بخار یا هوا پاک کرده ، آستر مناسبی بکار بوده وسپس قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی به ضخامت حداقل ۲/۴ میلیمتر بکار رود .

۲- مخازن آبهای آشامیدنی – برای مخازن آبهای آشامیدنی لازم است که از بکار بودن هر نوع پوشش که حاوی مواد سمی بوده و باعث تغییر مزه یابوی آب شوند خودداری نمود بهمین دلیل از بکار بودن لایه های حاوی قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی باید خودداری نمود .

مخازن کوچک باید به طریقه گرم گالوانیزه شوند و اگر محافظت بیشتری لازم باشد رنگ قیر طبیعی به ضخامت ۵۰۰ میکرون بکار رود .

مخازن بزرگ را به طریق زیر میتوان محافظت نمود .

– سطح را توسط جریان بخار یا هوا و یا توسط دست پاک نموده ورنگ قیر طبیعی به ضخامت ۵۰۰ میکرون بکار رود .

– سطح را توسط جریان بخار یا هوا پاک نموده و لایه ای از رنگ کلرینه لاستیکی یا رزین اپکسید به ضخامت ۳۵۰ میکرون بکار رود .

۳- سقف مخازن – قسمت زیر سقف مخازن را باید با رنگهای قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی رنگ نمود .

اگر نیازمندیهای لازم در مرحله طرح در نظر گرفته شود تعمیرات بسیار آسانتر خواهد بود هدف باید نگاهداری کار فولادی به طریقی باشد که با حداقل هزینه و با ظاهر قابل قبول از خراب شدن جلوگیری شود این هدف را با برنامه تعمیراتی مناسب و قبل "پیش بینی شده رنگ کردن مجدد هر وقت که بازرسی ایجاب نماید میتوان بدست آورد. در ارزیابی تعمیراتی هر نوع خرابی در حین عمل وهم چنین هزینه های غیرمستقیم به علت قطع تولید باید در نظر گرفته شوند زمان رنگ کردن مجدد در قسمت ۲-۲ بحث خواهد شد ولی دو نکته کلی در اینجا ذکر میشوند اول آنکه رنگ کردن مجدد اینه فنی همیشه باید قبل از وقتی که لایه محافظتی اثری از شکستگی و یا فروریختگی جدی نشان دهد صورت بگیرد به تعویق انداختن این موضوع هزینه عمل را بالاتر میبرد.

دوم آنکه با صرفه تراست که با انتخاب مناسبترین رنگها برای شرایط بخصوص و موردنظر زمان بین تجدید رنگها طولانی تر شود.

با وجود آنکه قیمت مواد اولیه معمولاً "قسمت کوچکی از قیمت کلی تجدید رنگرا تشکیل میدهد با اینحال کیفیت رنگهای خریداری شده باید معمولاً " مناسب با قیمت پرداخت شده باشد . کار تعمیراتی ممکن است شامل دوباره رنگ کردن تمام اینه فنی بوده و یا آنکه در ابتدا بصورت وصله رنگ کردن برای مرمت خرابیهای محلی و سپس رنگ کردن کامل در هنگامیکه خرابی کلی رنگ قدیمی آشکار میگردد باشد این عمل معمولاً " از رنگ کردن اولیه مشکل تراست زیرا انتخاب روش آماده کردن سطح محدودتر میشود و علاوه بر آن شرایط محل ممکن است نامساعد بوده و تا حد محدودی بتوان شرایط را کنترل کرد این موضوع بخصوص برای اینه فنی دریائی که تعمیرات در قسمتهای جزوی و منطقه ترشح مشکل است صدق میکند مشابهها " در محیط های صنعتی بسیاری نقاط وجود دارند که بخار ، گازهای خروجی ، شعله ها ، دوده و سایر شکلهای آلودگی هوا بدست آوردن شرایط مساعد برای رنگ کردن را مشکل میسازد .

طریقه بکار برده شده باید طوری تنظیم شود که قشری از رنگ به ضخامت حداقل لازم یعنی معمولاً " ۱۲۵ میکرون بر روی تمام سطح اینه فنی باقی بماند معمولاً " بهتر است که همان نوع رنگ تکمیلی سابق دو باره نیز بکار رود مگر آنکه تجربه احتیاج به تغییر

را نشان دهد .

ممکن است لازم باشد که رنگ آستری را برای تطبیق با شرایط محل کاربرد تغییر داد ، هنگامیکه تغییری صورت میگیرد رنگ جدید باید با رنگ قدیمی مطابقت داشته باشد به عنوان مثال خطر عدم موقیت هنگامیکه یک رنگ روغنی بر روی یک رنگ کهنه قطران ذغال سنگ و قیر طبیعی نیز متقابلاً "غیرقابل سازش هستند . درجه خرابی و شکستگی یک طرح محافظتی غیر ممکن است که بر روی تمام سطح ابنیه فنی یکنواخت باشد بنابراین در نقاطی که به شدت خراب شده اند اصلاحات جزئی برای اضافه کردن دوام رنگ باید در نظر گرفته شود اصولاً "رنگ کردن تعمیراتی تنها برای ابنیه فنی عملی است که حداقل برای زمان محدودی قابل دسترس باشد برای قسمتهای غیر قابل دسترس این فنی دریائی و برای اینه در زیر خاک معمولاً "هنگامیکه طرح اولیه محافظتی تا پایان مدت مورد لزوم دوام پیدا نمی کند تنها راه ممکنه بکار بردن محافظت کاتدیک است . دو باره رنگ کردن کارهای فولادی که معمولاً "تر هستند احتیاج به دقت زیاد دارد .

#### زمان رنگ کردن مجدد

-۲-۷

این موضوع دو جنبه دارد

۱- تا چه اندازه خرابی برای رنگ قدیمی قبل از رنگ کردن مجدد مجاز است ؟

۲- در چه موقعی از سال باید تعمیر انجام بگیرد ؟

در اینجا جواب صحیح ممکن است توسط مصرف فصلی اینه فنی تحت نفوذ قرار بگیرد .

#### ضوابط مربوط به تجدید رنگ آمیزی

-۱-۲-۷

الف - رنگ - خرابی و شکستگی قشر محافظتی به ترتیب شکلهای زیر را به خود میگیرد مخطط شدن ، ترک خوردن ، شکستگی ، طاول زدن ، لک برداشتن زنگ ، برطرف شدن زنگ و پوسته پوسته شدن رنگ .

همیشه قبل از آنکه لایه های تکمیلی از محافظت لایه آستری باز ایستند و یا هنگامیکه لایه های تکمیلی بخوبی از بین رفته اند که مبنای مناسب برای رنگ جدید فراهم نمیآورند عمل دوباره رنگ کردن باید انجام بگیرد در اینصورت از بین برداشتن رنگ قدیمی لزومی ندارد .

اگر خرابی از حد مخطط شدن بیشتر نرفته باشد تنها نوع لازم آمده کردن سطح قبل از رنگ کردن شستشو و خشک کردن است .

قیمت رنگ و مشکل رنگ کردن تعمیراتی ، اگر تعمیرات تا زمانی که فرسایش کلی لایه های

تکمیلی صورت بگیرد به تعویق بیفتند به مقدار زیاد افزایش پیدا میکند.

تصمیم گرفتن در مورد اینکه آیا رنگ کردن مجدد باید صورت بگیرد یا نه به عمر اینیه فنی بستگی دارد تصمیم گیری هم چنین به علت آنکه خرابی در تمام سطح یکنواخت نیست ممکن است مشکل باشد زیرا در اینصورت بعضی قسمتها احتیاج به رنگ کردن دارند و بقیه قسمتها احتیاج به رنگ کردن ندارند.

دوباره رنگ کردن اینیه فنی قدیمی که به نحو رضایت بخشی نگاهداری شده و چند بسیار نیز دو باره رنگ شده اند معمولاً بعلت از بین و فتن لایه بیرونی یا لایه های رنگ یا بعلت توسعه جدی زنگ زدگی در محلهای اتصال ، گوشه ها ، دندنه ها ، و پیچه ها و محلهایی که محافظت آنها مشکل است لازم میشود از بین و فتن رنگ قدیمی و درجات شکستگی و خرابی محلی نیز عوامل کنترل کننده هستند.

برای اینیه جدید از بین و فتن طرح زنگی اولیه معمولاً فرم متفاوتی بخود میگیرد و اغلب توسط طاول زدن و پوسته پوسته شدن قشر رنگ و زنگ زدن فولاد بر روی قسمت کوچکی از سطح معلوم میشود این موضوع ممکن است خیلی قبل از بین و فتن خود رنگ اتفاق بیفتند این نوع از بین و فتن مخصوص سطوحی است که در معرض هوا قرار گرفته و یا بست پاک شده باشد و اکنون که روشهای بهتری مانند پاک کردن با جریان بخار و هوا وجود دارد باید کمتر اتفاق بیفتند بنابراین در عمل هنگامیکه رنگ بر روی فولاد تمیز شده توسط دست یا سطحی که برای پاک شدن در معرض هوا قرار گرفته است بکارمیبرود شاید عاقلانه باشد که زنگ زدگی و لکه زنگ بسیار کوچکی را بعنوان ملاکی برای دو باره رنگ کردن یک اینیه فنی در مراحل اولیه عمر آن بکار برد.

نوع دیگری از از بین و فتن در مناطق گرمسیری نیز وجود دارد که در آن قشر زنگی ترد و شکننده شده و خاصیت چسبندگی خود را بدون آنکه زنگ بزنند از دست میدهد از آنجائی که رنگ در این شرایط پایه مناسبی برای دو باره رنگ کردن ایجاد نمیکند لازم است که برای تعمیر ، فلز را تا حد فلز عربان پاک کرد و عملیات را از نو شروع نمود.

ب - پوششها فلزی - سطوحی که بطريقه گرم گالوانیزه شده اند و از ابتدا بدون.

رنگ کردن باقی گذاشته شده اند باید قبل از پایان عمر مفید پوشش روی رنگ شوند لکه های خفیف زنگ غالباً نشانه ای از این موضوع نیستند زیرا کم رنگ شدن غالباً به علت خورندگی آلیاژهای آهن - روی است که در زیر سطح پوشش قرار گرفته اند ، در هر حال مطمئن ترین طریقه رنگ کردن به مجرد مشاهده تغییر رنگ میباشد.

پوشش‌های فلزی اسپری شده ممکن است طوری تنظیم شوند که در مراحل زیر احتیاج به رنگ کردن داشته باشد .

روی - هنگامیکه اولین نشانه های زنگ زدگی فلز پایه مشاهده شود معمولاً " حد فاصل بین کمی زنگ زدگی تا زنگ زدگی کامل چند ماه طول میکشد بنابراین فلز را باید فوراً " رنگ کرد .

آلومینیوم - هنگامیکه خود پوشش به علت تشکیل محصولات خورنده آلومینیوم در داخل خود بزعجه خود شدن به مقدار زیاد میکند . غالباً " در مراحل اولیه بر روی پوشش‌های اسپری شده آلومینیوم لکه های زنگ ایجاد میشود ( شاید به علت پرسوراخی پوشش ) اینها معمولاً " زودگذر بوده و میتوان از آنها صرفنظر کرد .

بطور کلی بهتر است که مدتی قبل از پایان عمر پوشش فلزی بر روی آن رنگ زد .  
حائز کمال اهمیت است که در دو باره رنگ کردن بر روی پوشش فلزی تاخیر نشود زیرا رطوبت باقی مانده در یک قشر رنگی شکسته شده ممکن است باعث خورنده شدید و ازبین رفتن پوشش فلزی در زیر آن شود .

#### -۲-۲-۷ تنظیم زمان مناسب برای عملیات تعمیراتی

با وجود آنکه ممکن است حالت‌های نادری وجود داشته باشد که بتوان یک اینیه فنی را قسمت به قسمت جدا کرده و قطعات را در محل دیگر و در شرایط مناسب رنگ نمودوسپس آنها را بر جایشان باقی گذاشت ولی رنگ کردن تعمیراتی معمولاً " در محل صورت میگیرد اگر اینیه فنی از نوع اینیه فنی در هوای آزاد باشد شرایط هوا به مقدار زیاد دخالت کرده و عملیات را مشکل میسازد در نتیجه تعمیر باید در زمانی که انتظار میروند هوا مناسب باشد صورت گیرد .

#### -۳-۶ چگونگی رنگ کردن مجدد

#### -۱-۳-۷ کلیات

اگر روش های بکار برده شده برای رنگ کردن اولیه مناسب بوده و تعمیرات نیز در زمانی مناسب صورت بگیرد بندرت لازم است که تمام رنگ قدیمی را قبل از رنگ کردن مجدد از روی اینیه فنی پاک نمود ولی شرایط ایده آل نیز که در آن رنگ قدیمی تا حدی ازبین نرفته باشد که یک شستن ساده کافی باشد بندرت وجود دارد .

بعضی قسمتها اینیه فنی ممکن است قبل از آنکه تمام قسمتها خواب شده باشند احتیاج

به رنگ زدن داشته باشند. در اینصورت بهتر است که این قسمتها را بصورت وصله رنگ زد و بقیه را به بعد موكول نمود البته در این مورد اقتصادی بودن موضوع را نیز باید در نظر گرفت.

تعداد لایه هایی که در هنگام رنگ کردن مجدد باید بکار رود، با توجه به موارد اقتصادی تصمیم گرفته میشود. افزایش مدت بین تعییرات را بعلت اضافه نمودن تعداد لایه های بیشتر باید در مقابل افزایش قیمت مواد و مزد کارگر در نظر گرفت.

بعلت آنکه «جود شرایط مناسب در محل بسیار کمتر از کارگاه است در موارد لزوم و در صورت عملی بودن باید پوششهاي موقت در مقابل باران و مواد آلوده بکار بود.

#### آماده کردن سطح

الف - کلیات - آماده کردن سطح بنحو کامل برای موفقیت سیستم رنگ تعییرواتی نیز لازم است. به استثنای تمیز کردن بامواد شیمیائی روشهاي ذکر شده در قسمت ۵ برای ابنيه فني جدید در محل عملی است ولی ممکن است به علت رنگ کردن در محل این عمل از رنگ کردن در کارگاه کمتر موثر باشد.

مواد شیمیائی برای از بین بودن زنگ و مواد از بین برنده رنگ توصیه نمیشوند ولی اگر از بین برنده رنگ قرار باشد که بکار رود یک حلال غیرقابل اشتعال بر مبنای متیلن کلرواید باید انتخاب شده و توجه کافی مبذول شود که تمام باقیمانده آن از سطح پاک شود.

انتخاب روش بستگی به شرایط رنگ قدیمی دارد و از آنجایی که شرایط رنگ در قسمتهاي مختلف ابنيه فني تفاوت میکند شاید بهتر باشد که روشهاي مختلفی در نظر گفته شود نقاطی که گرد و غبار و مواد آلوده جمع میشوند مانند لای درزها و شکافها باید کاملاً پاک شده و چنین درزهای را باید با مواد مناسب پر کرد.

از بکار بردن بطانه برای ایجاد یک سطح صاف قبل از دوباره رنگ کردن باید خودداری نمود.

#### تمیز کردن با دست

ب - تمیز کردن با دست - تمیز کردن با دست باید بطور کامل صورت بگیرد تا موثر باشد شستشو با آب تمیز غالباً لازم است و باید به عنوان یک روش طبیعی برای ابنيه فني دریائی در نظر گفته شود قصور در از بین برداشتن رسوبات نمک دریا ممکن است باعث خواهی سریع رنگ شود آب بهتر است که گرم بوده و شامل یک پادو درصد

پاک کننده مایع باشد. عمل پاک کردن باید با آب کشیدن فراوان و مفصل یا آب داغ و تمیز کامل شود و باید مواظب بود تاتام و سوبات ماده پاک کننده از میان شکافها و درزها پاک شود.

جتهای با فشار بخار برای پاک کردن دوده و چرگهای چسبیده از روی رنگ موثر است ولی باید مواظب بود که رنگ صدمه نبیند پاک کننده های بصورت امولسیون را نیز میتوان بکار برد این مواد احتمال کمتری دارد که رنگ را صدمه بزنند ولی وسوبات را باید با آب کاملاً بوطوف نمود.

هر نوع روغن یا گریس بر روی رنگ قدیمی را باید با الکل سفید یا نفتنا یا مخلوطی از هر دو و یا بوسیله مخلوطی از پاک کننده های مایع یا حلالهای آلی پاک نمود از طرف دیگر جتهای بخار را نیز میتوان بکار برد.

همین روشها را میتوان برای تمیز کردن سطوح فولاد عریان نیز بکار برد. اگر خرابی به مرحله ای نرسیده باشد که لخت کردن فلز تا حد فلز عریان لازم باشد قبل از تمیز کردن کمی تراشیدن و سپس با بوس سیمی پاک نمودن باید صورت بگیرد.

شرایط رنگ قدیمی هر چه که باشد کمی خشن کردن سطح بعنوان مثال باکاغذ سمباده مفید بوده و باعث بهتر شدن خاصیت چسبندگی رنگ جدید میشود.

ب - پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا - هنگامیکه رنگ کهنه باید بطور کامل برداشته شود پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا در صورت عملی بودن بهترین طریقه پاک نمودن سطح است.

انجام دادن این عملیات در محل با بکار بردن مواد ساینده قابل انبساط ارزانتر تمام میشود. اگر به علت گرد و غبار ایجاد شده نتوان مواد ساینده قابل انبساط را بکار ببرد بجای آن میتوان یک وسیله خلاء با مدار بسته ( Closed circuit Vacuum apparatus ) بکار برد.

تعام احتیاط هایی را که در کارگاه بکار میروند برای جلوگیری از آلوده شدن سطوحی که بتازگی تمیز شده اند و برای محدود کردن زمان قبل از آستر زدن آنها باید بکار برد. به علت این عوامل ها پیشرفت روش پاک کردن توسط جریان بخار یا هوا در محل به مقدار زیاد بوسیله استفاده از یک آستر زود خشک شونده تسربیع میشود.

### پاک کردن توسط شعله

ت - پاک کردن توسط شعله - در محلهایی که دسترسی مشکل بوده یا در جاییکه

فولاد بطرز بدی خورده شده و یا اینکه شرایط مروطوب بدست آوردن یک سطح خشک برای رنگ کردن را مشکل میسازد پاک نمودن توسط شعله غالباً "بهترین و در بعضی مواقع تنها راه عملی برای بدست آوردن یک سطح پاک با استاندارد بالا است .

از پاک نمودن توسط شعله برای از بین بردن پوشش‌های ضخیم قیر یا قیر طبیعی باید خودداری نمود در ضمن این روش برای از بین بردن رنگ‌های قدیمی و دست نخوردده نیز مقرن به صرفه نیست .

این عمل و نزدیک شیشه یا مواد قابل اشتعال نمیتوان انجام داد . در ضمن گومایی پوشش‌های نازک را کج کرده و از شکل میاندازد .

#### ابنیه فنی دریائی ۳-۳-۷

محافظت اینیه فنی دریائی در قسمت ۷-۶ برسی شده است آماده کردن سطح برای رنگ تعمیراتی در بالای خط آب باید مطابق روش‌های ذکر شده در بالا باشد . تمیز نمودن کار فولادی در حد جزر و مد و قسمت ترشح معمولاً " شامل از بین برداشتن گیاهان دریائی و سپس از بین برداشتن پوشش‌های کهنه و زنگ و پاک نمودن تا حد فلز عربیان ، شستن با آب تمیز و سپس خشک نمودن سطح قبل از بکار بردن پوشش جدید است .

پاک نمودن توسط جریان بخار یا هوا بهترین روش برای پاک نمودن تا حد فلز عربیان است ولی گیاهان دریائی ( Marine growths ) را باید قبل از بین برداشتند .

قبل از لزوم از بین بردن آلودگی توسط نمکهای دریائی بحث شده است و این مربوط به تمام مراحل عملیات رنگ کردن میشود .

#### پوشش‌های فلزی ۴-۳-۷

هنگامیکه پوشش‌های روی آلومینیوم بی عیب هستند کارهای مرمتنی محدود به شستن با آب تمیز و سپس سائیدن با یک ماهوت پاک کن با موهای بسیار زبر میشود .

این عملیات را هنگامیکه فولاد دارای پوشش روی که قبل از نیز رنگ نشده است شروع به نشان دادن علائم از بین رفتن میکند ولی به مقدار زیاد زنگ نزدیک است باید بکار برد .

هنگامیکه پوشش روی در قسمتهای وسیعی از سطح به مقدار زیاد از بین رفته و تکه‌های زنگ نمودار شوند روش آماده کردن سطح همان روش بکار برده شده برای فولاد است مگر آنکه روی بطور کلی خورده شده و از بین رفته باشد که در این حالت تمیز نمودن بادست بر پاک کردن با جریان بخار یا هوا یا توسط شعله ارجحیت دارد هنگامیکه پوشش‌های اسپری آلمینیوم به مقدار زیاد خورده شده و از بین رفته باشند و یا هنگامیکه زنگ زدن موضعی

به وجود آمده باشد برای تمیز کردن برسهای سیمی باید بکار برد .

### طرحهای رنگ کردن ۵-۳-۷

آمده نمودن سطح همراه با نوع و تعداد لایه های رنگ برای رنگ کردن تعییراتی به مقدار زیاد بستگی به شرایط رنگ قدیمی دارد که ممکن است در تمام سطح اینه فنی پکناخت نباشد .

بطور کلی سه نوع ناحیه یا سطح را میتوان تشخیص داد  
۱- نواحی دست نخورده رنگ که فاسد شدن محدود به مخطط شدن و فرسایش پوششها و بیرونی و شاید همراه با شکاف برداشتن مختصر و طاول زدن است .  
۲- نواحی که در آنها مقدار محسوس ولی نه بیش از اندازه شکستگی و از بین وفتون رنگ بوجود آمده و همچنین مقداری طاول و زنگ زدگی ایجاد شده ولی در غیر این صورت پوشش بدون عیب و چسبناک است .

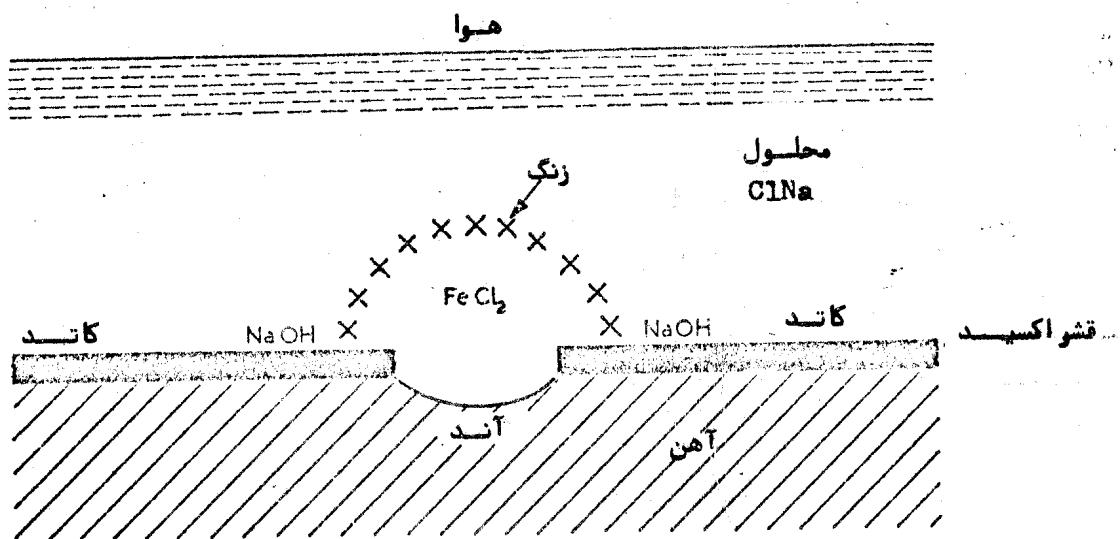
این نواحی باید تراشیده شده ، با برس سیمی پاک شده و سپس مانند روشها ذکر شده در قسمت ب ( ۳-۲-۲ ) شسته شده و پاک شود و سپس باید یک یا دو لایه از رنگهای آستری مناسب و سپس دو لایه از رنگ تکمیلی برای نواحی که دارای شرایط ۱ هستند بکار بود .

۳- نواحی که رنگ بمقدار زیاد از بین رفته و خاصیت چسبندگی خود را از دست داده و فولاد بمقدار زیاد زنگ زده است .

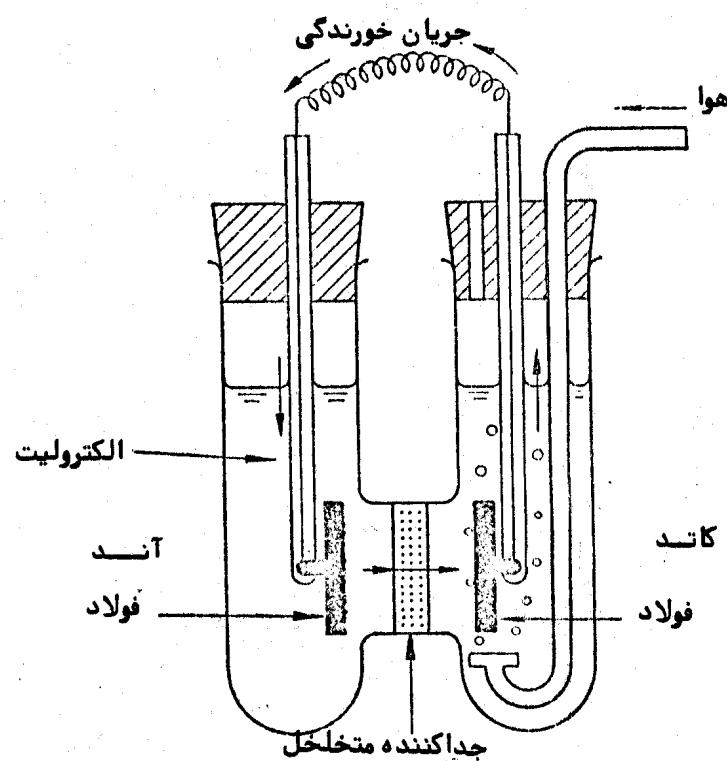
این نواحی باید تا حد فلز عریان تمیز شود بهترین روش پاک کردن با جریان بخار و هوا است پاک نمودن توسط شعله نیز ممکن است قابل قبول باشد . اگر هیچ یک از این روشها عملی نباشد سطح باید با دست و به کمک ابزارهای نیروده پاک شود یک طرح کامل رنگی باید در این نواحی بر طبق توصیه های جدول شماره ۳ پیاده شود .

تجربه بهترین راهنمای برای تشخیص نواحی نوع ۲ و نوع ۳ است .

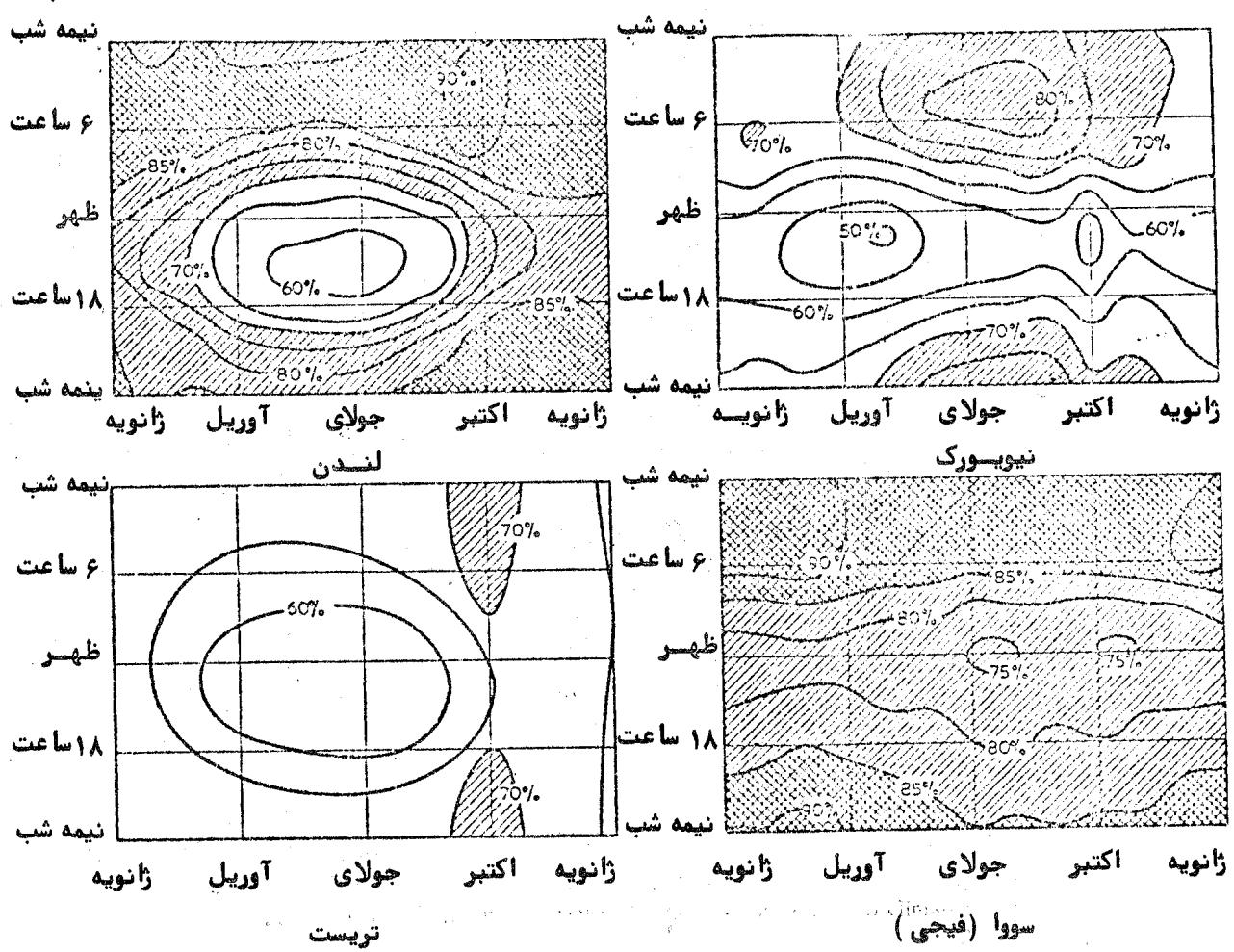
مقدار کلی لایه های رنگ در یک طرح تعییراتی بستگی به تجربه و قضاوت دارد ولی باید بحدی باشد که قشر رنگی با ضخامت مناسب در تمام سطح وجود داشته باشد ، در بعضی مواقع که دسترسی مشکل است شاید به صرفه باشد که تعداد لایه های بیشتری از تعداد حداقل بکار برد تا مدت بین تعییرات زیاد شود .



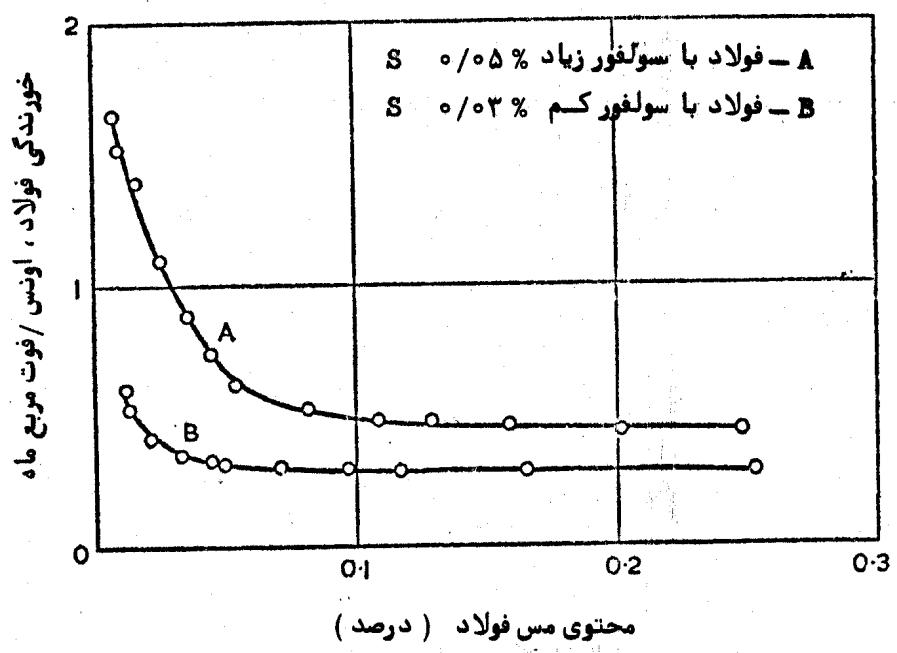
شکل ۱- خورندگی در شکافی از قشر اکسید بروزی سطحی افقی از آهن که در محلول کلرید نمودیم غوطه ورا است .



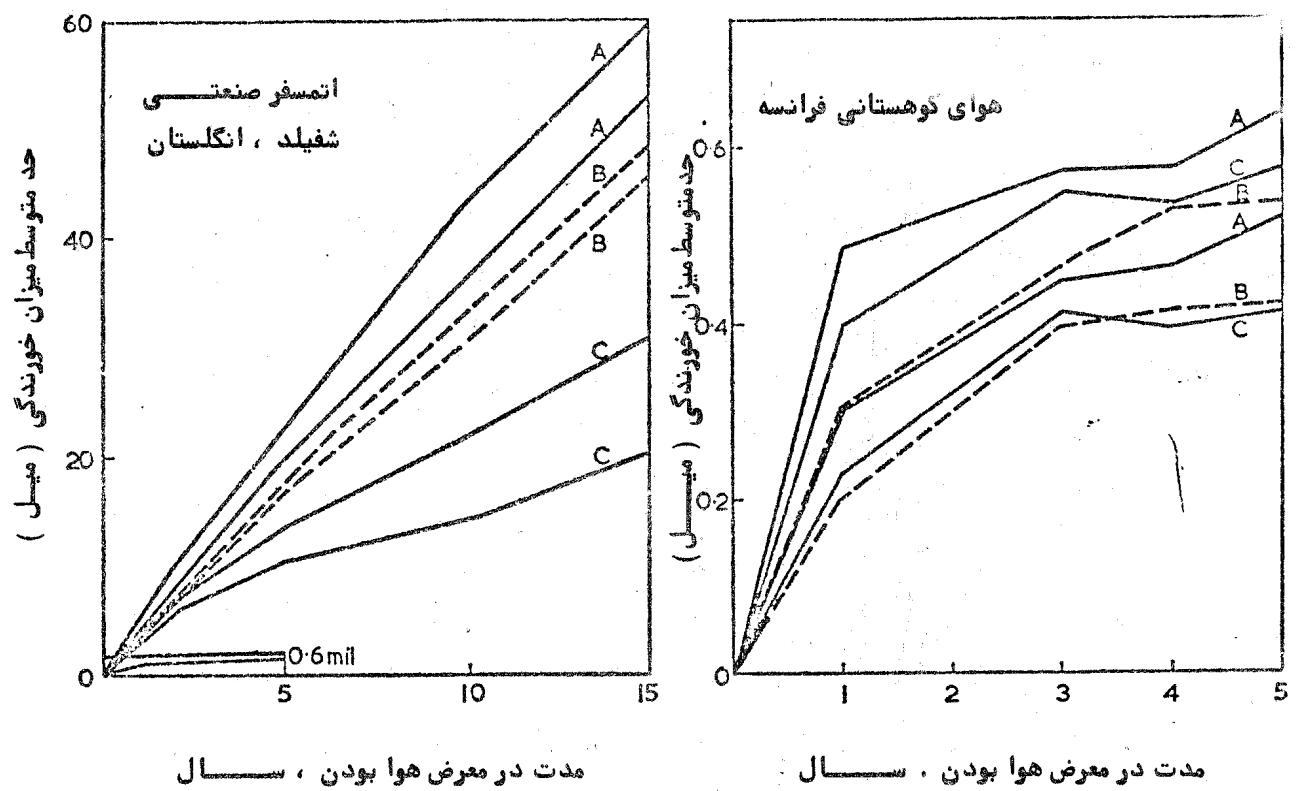
شكل ۲- پیل خورندگی ایجاد شده در اثر اختلاف مقدار اکسیژن



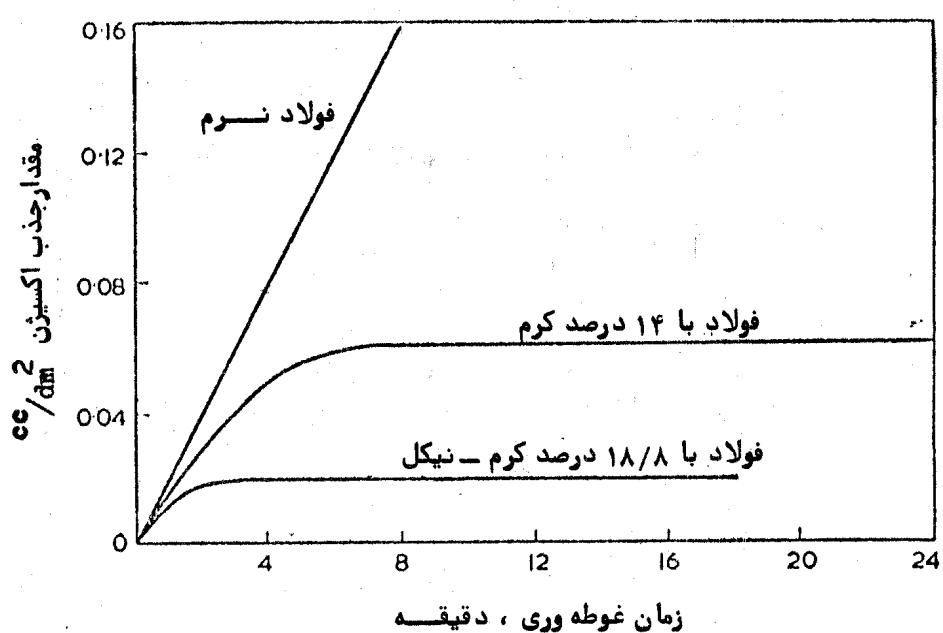
شکل ۳- تغییرات سالیانه در رطوبت نسبی چند آب و هوای نمونه‌ای



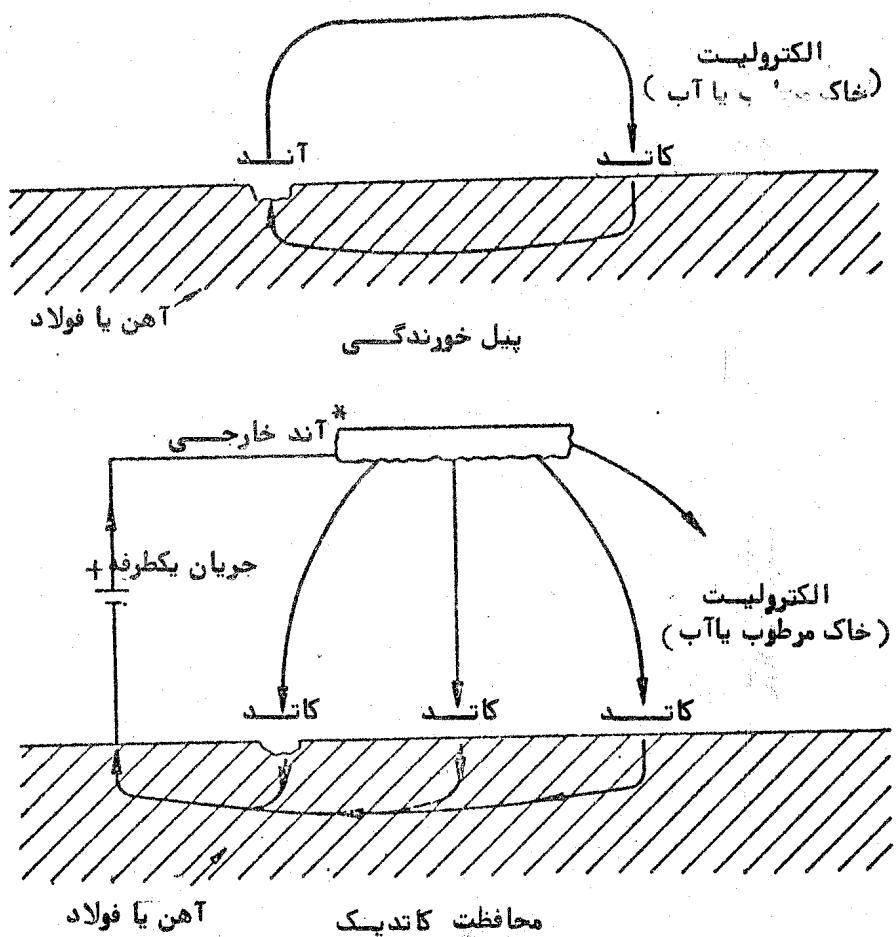
شکل ۴ - اثر محتوی مس بر روی خورندگی فولاد



شکل ۵- منحنی های خوردگی بر حسب زمان برای فولادنرم ، فولاد حاوی مس و فولاد کم عیار در هوا آزاد



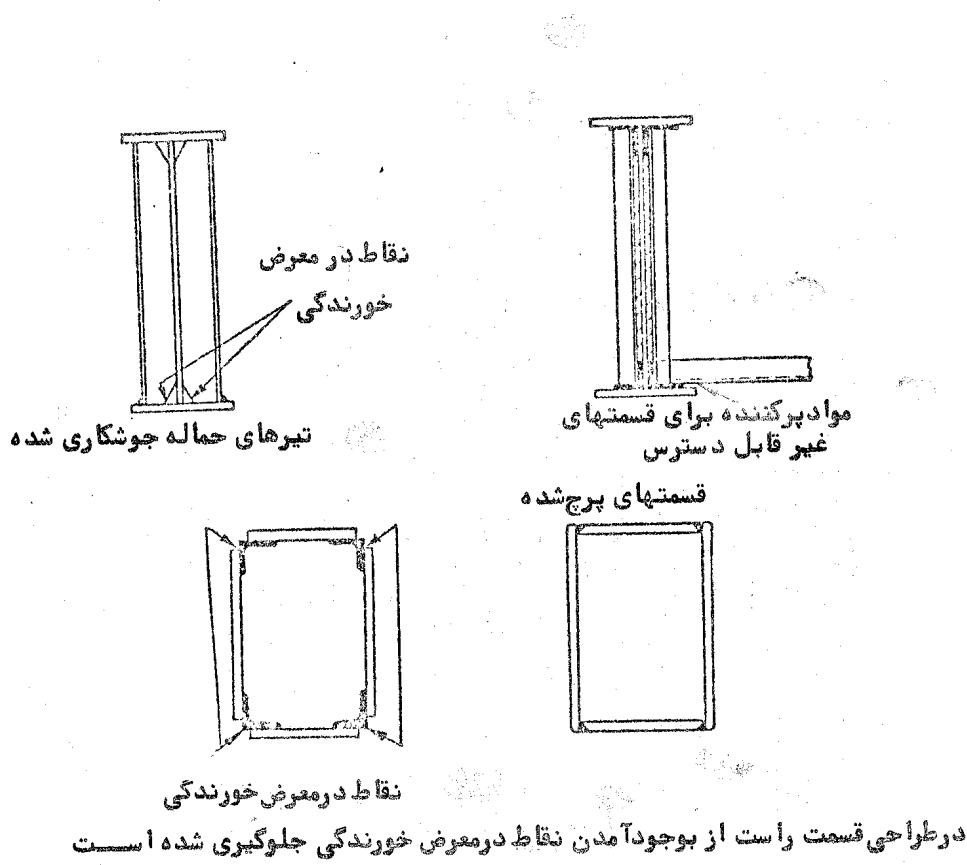
شکل ع- اثر محافظتی قشر اکسید بر روی فولادهای زنگ نزن

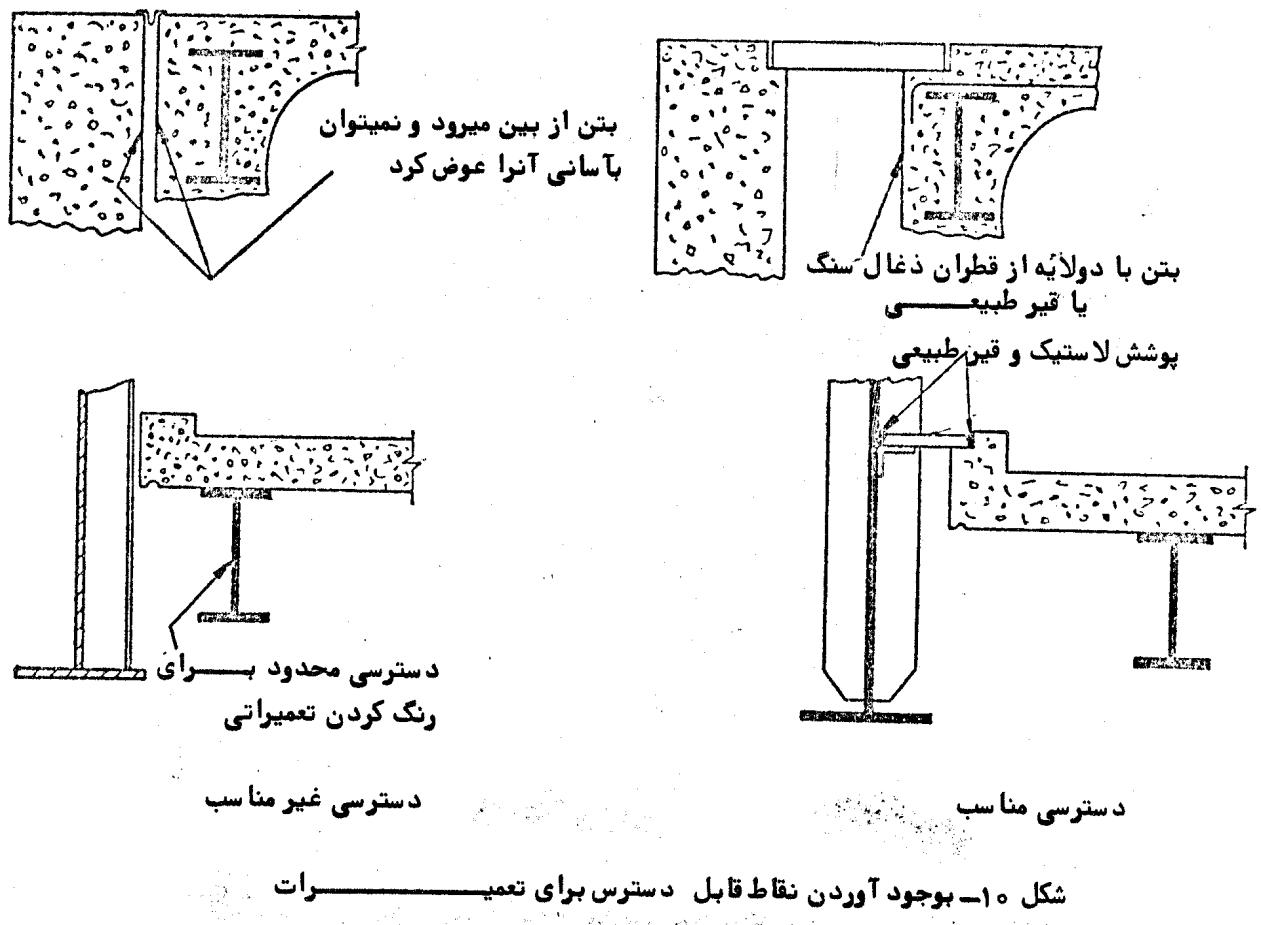


شكل ۷- اصول محافظت کاتدیک

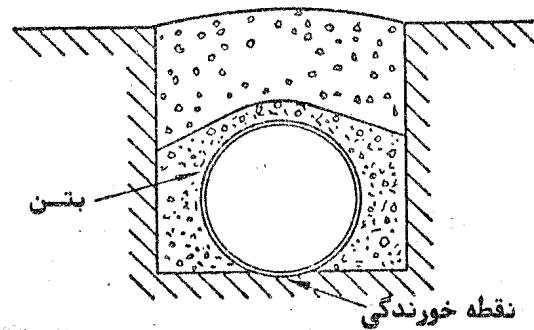
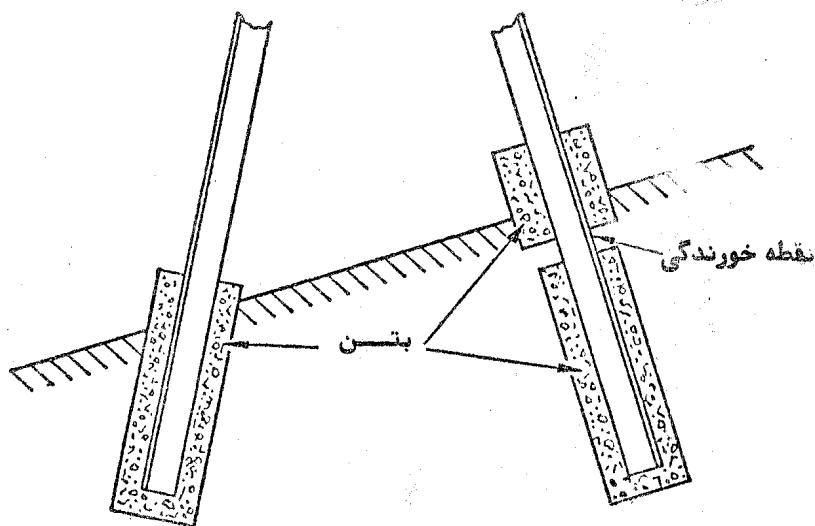
	<p>شماره های یک تا پنج طرق قراردادن مناسب هستند.</p>
 	<p>اشکالی که رطوبت و خاک جذب میکنند شماره های ۷ و ۸ مناسب نیستند.</p>
	<p>(t) باید در حدی باشد که رنگ کردن را مشکل نسازد</p>
	<p>شماره ۱۱ بهتر از شماره ۱۲ است</p>
	<p>درایین قسمت رطوبت و خاک جمع میشود قسمتهای جوشکاری شده شماره های ۱۴ و ۱۳ بهتر از شماره ۱۵ است.</p>
	<p>جوشکاری شده باید بطریقه صحیح آب بندی شوند در قسمتهای تو خالی که قرار است بطریقه گرم گالوانیزه شوند باید هواگیر قرار داد</p>

شکل ۸- جزئیات طراحی برای جلوگیری از خورندگی

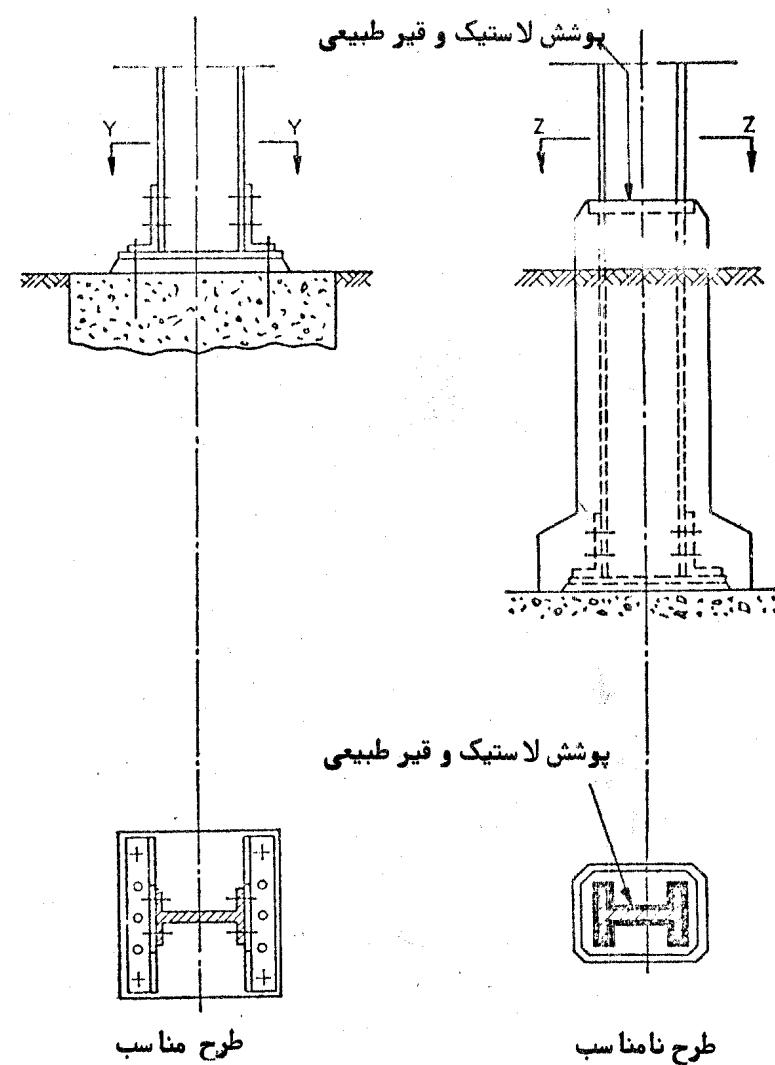




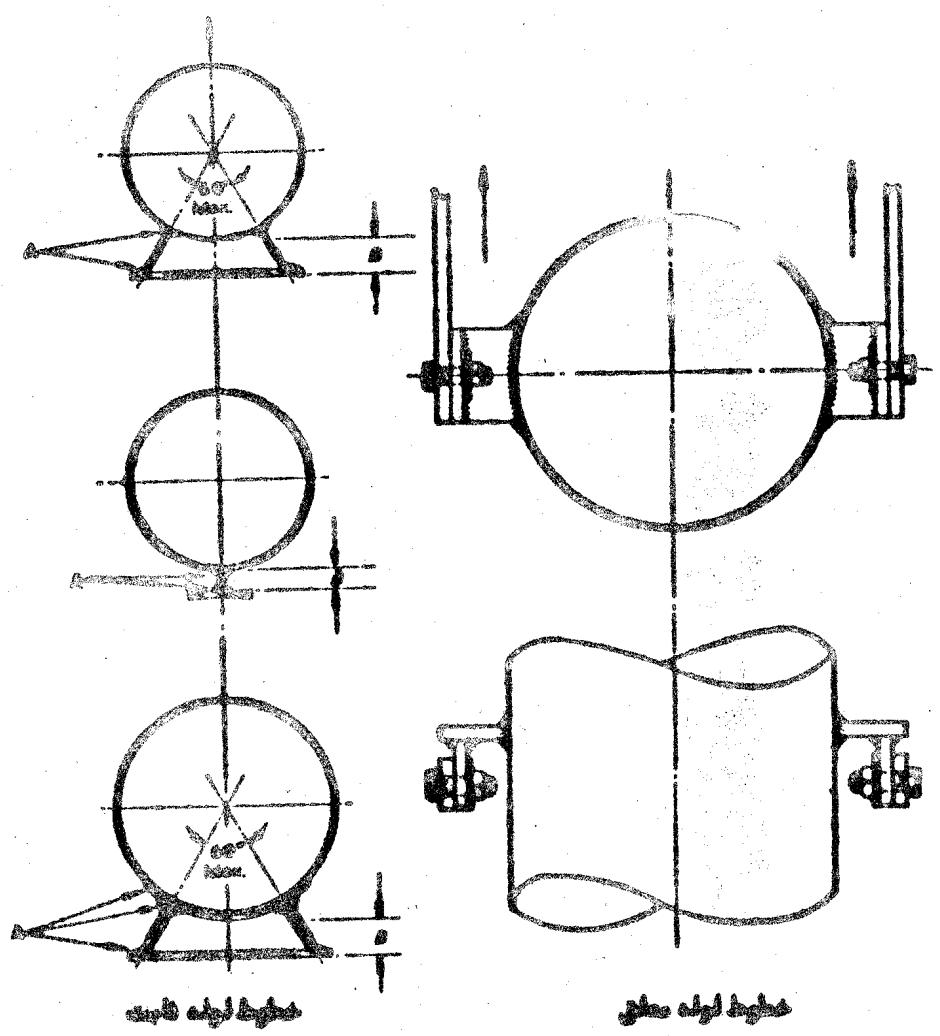
شکل ۱۰—بوجود آوردن نقاط قابل دسترس برای تعمیرات



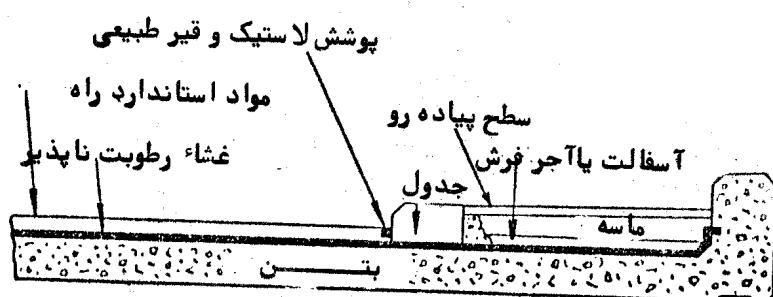
شکل ۱۱- خورندگی فولاد در شکافهای پوشش بتنی



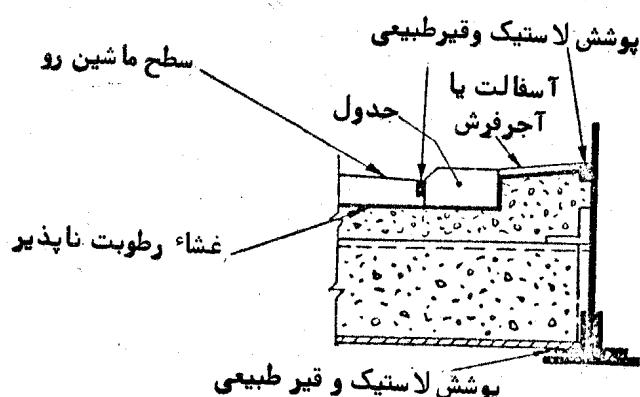
شكل ۱۲- حفاظت پایه ستونهها



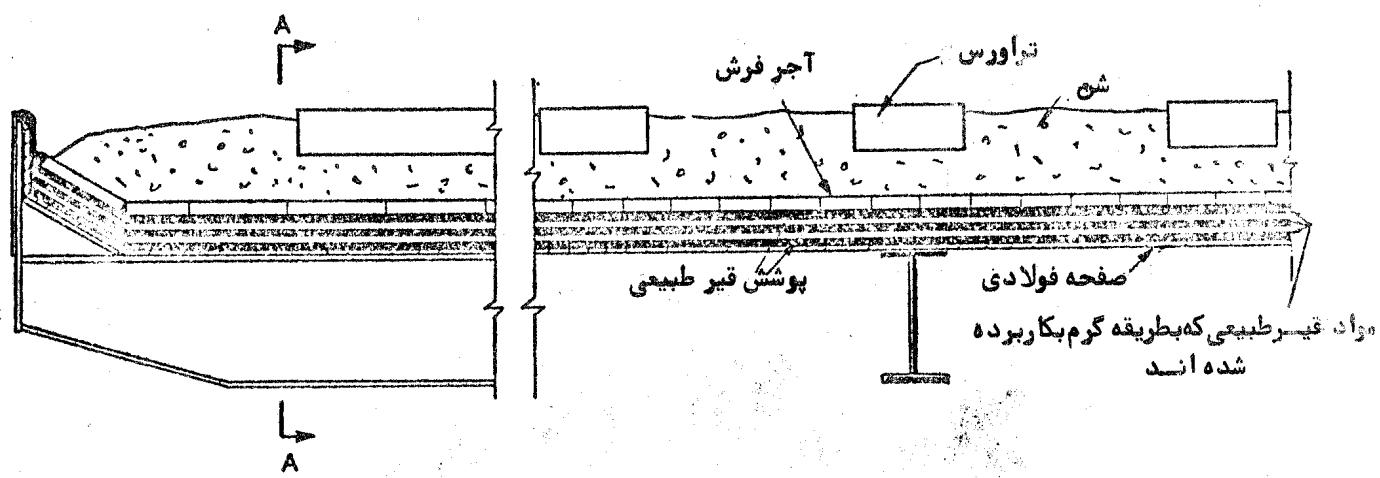
نک ۱۷ - پر مارٹال اسٹیم مکانیزم



غشاء در زیر سطح ماشین رو

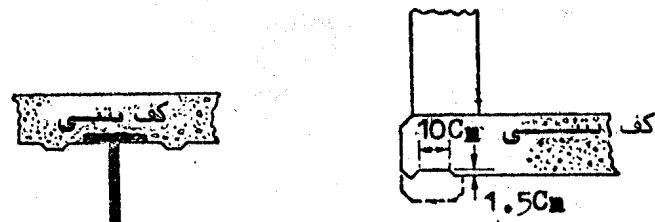
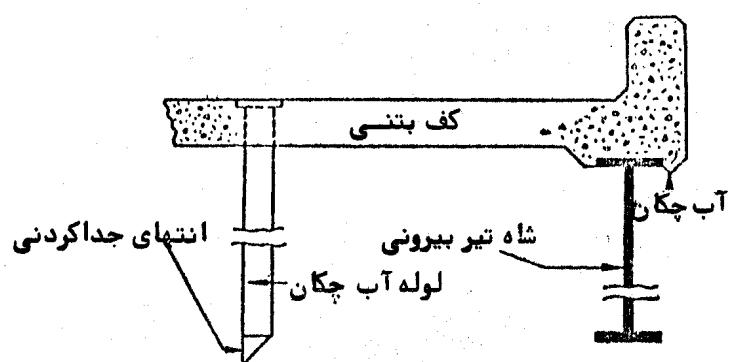
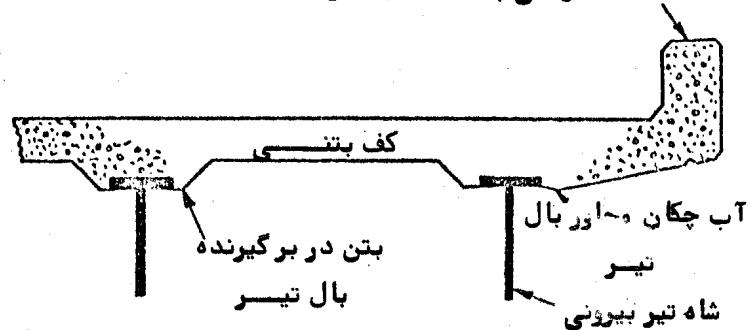


شکل ۱۴- رطوبت ناپذیر کدن کف پلهای بر روی راه ها

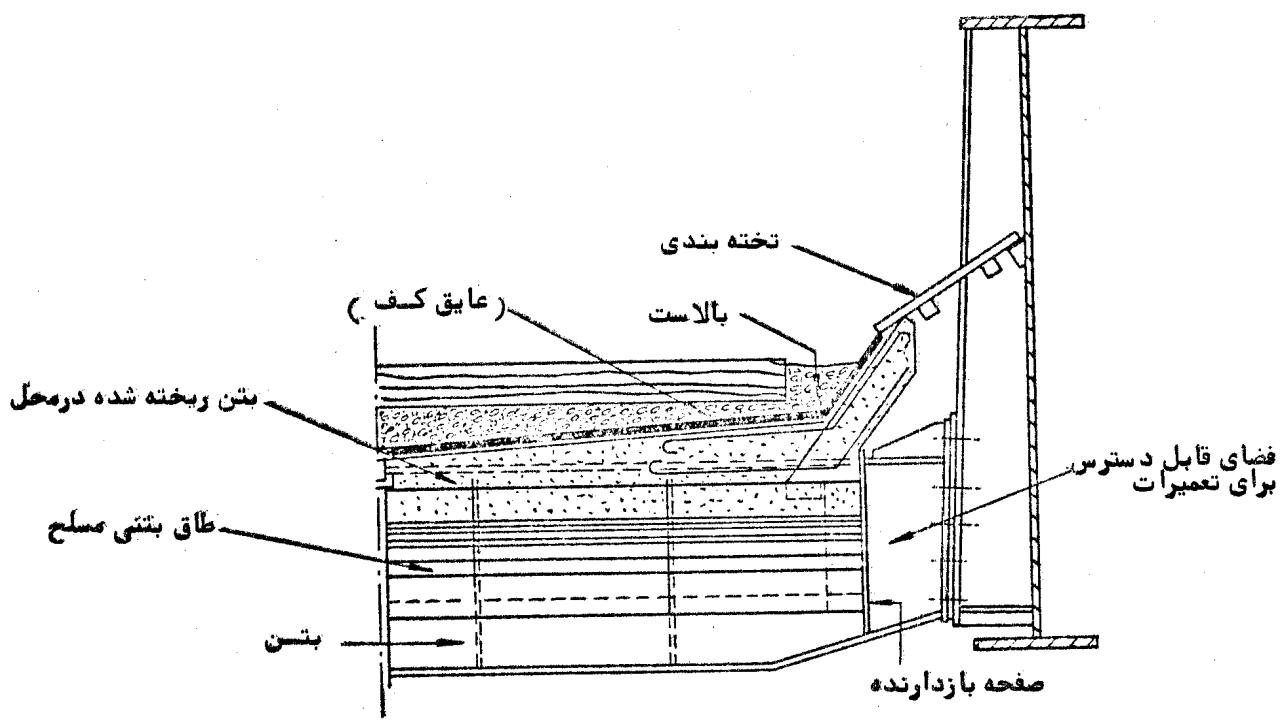


شکل ۱۵- رطوبت ناپذیر کردن پلهای بر روی خطوط راه آهن

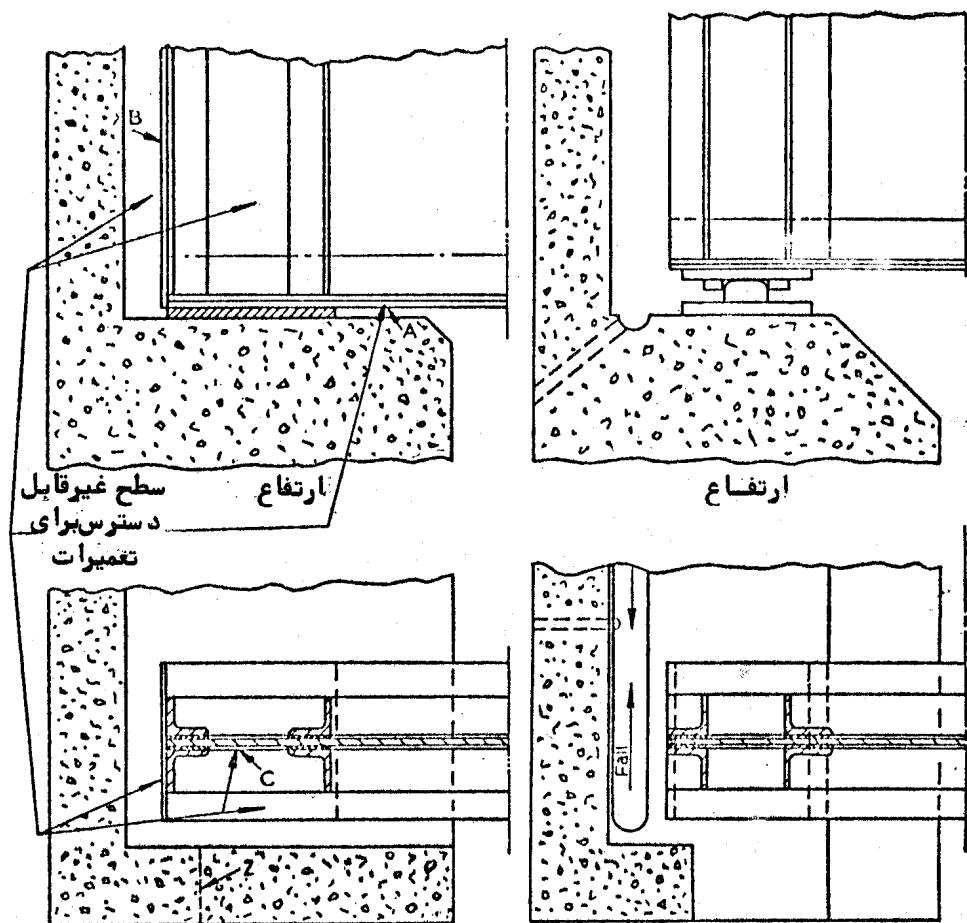
قسمت فوقانی پایه با شب بطرف داخل



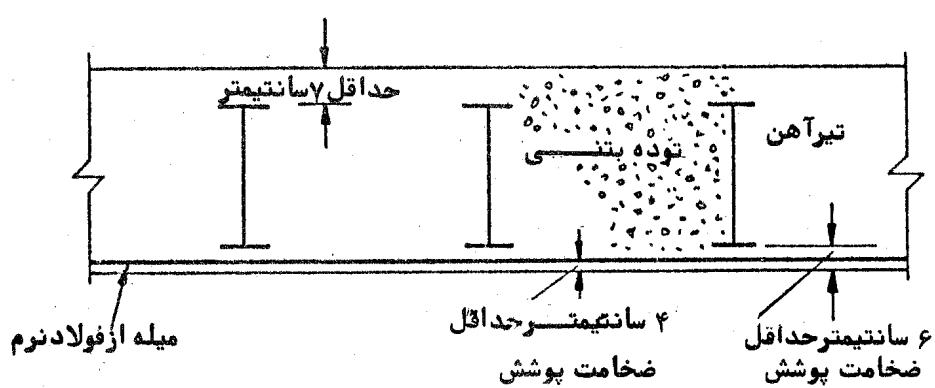
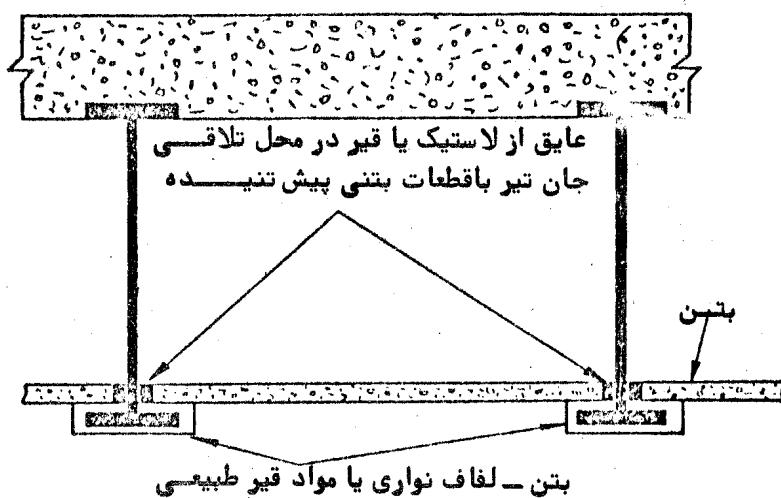
شکل ۱۶- کف پلهای - توقیع قواردادن بتن



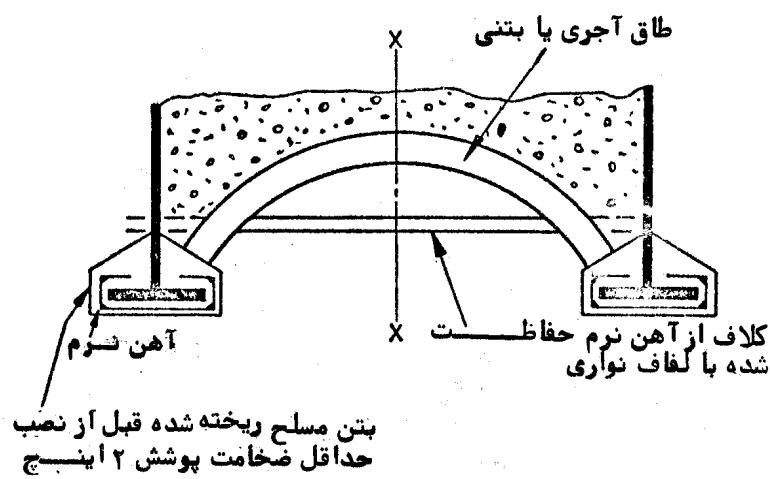
شکل ۱۷- پلها - بوجود آوردن نقاط قابل دسترس برای تعمیرات



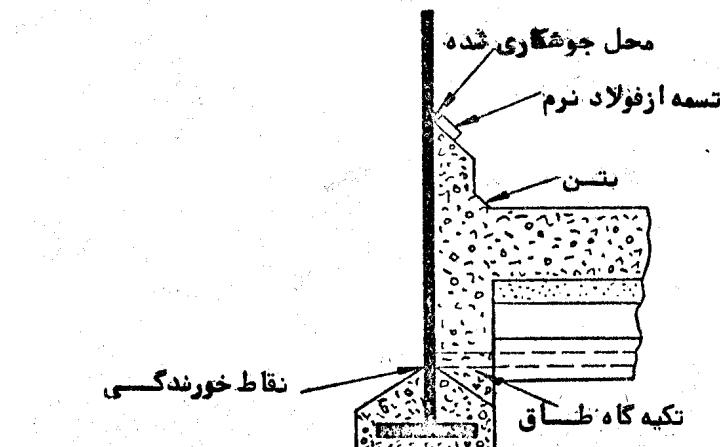
شکل ۱۸- جزئیات طرح برای جلوگیری از خودنگی - تکیه گاه شاه تیر پله‌ها



شکل ۱۹- پلهای- محافظت فلانجهای زیرین

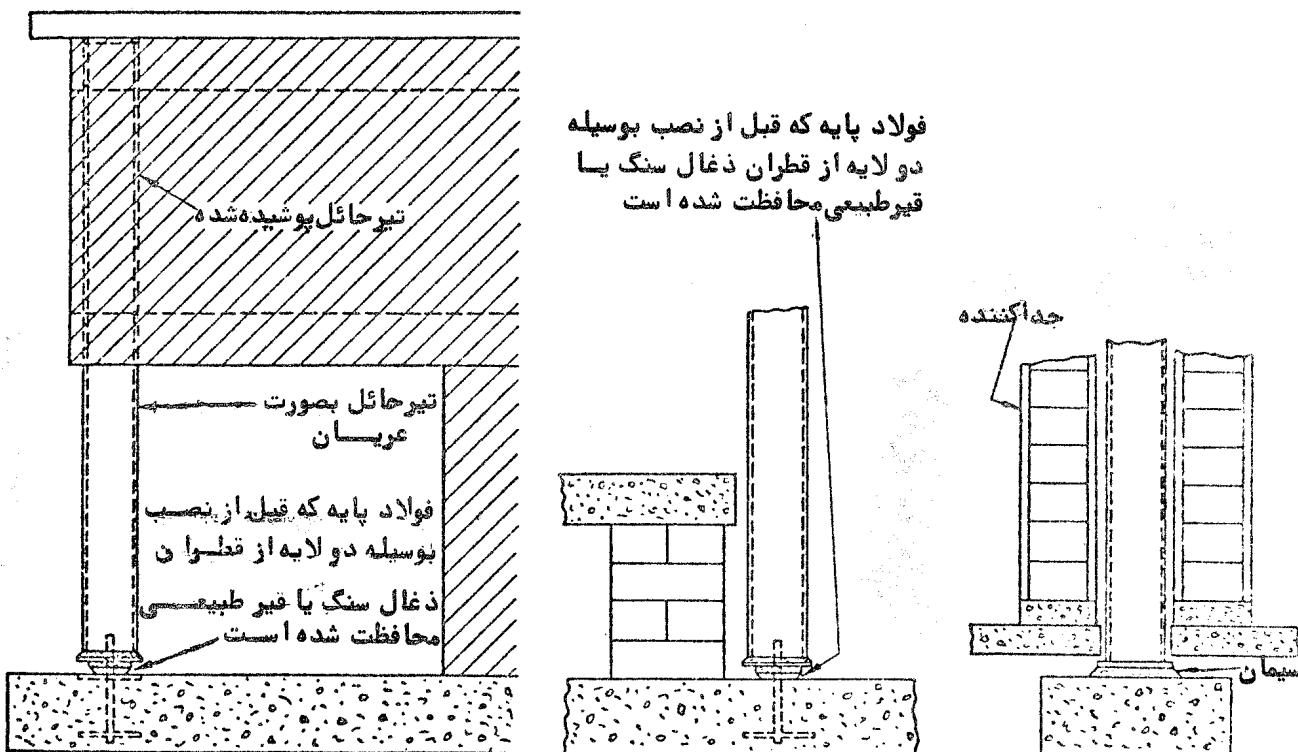


قطعه شاه تیوهای حامل طاق

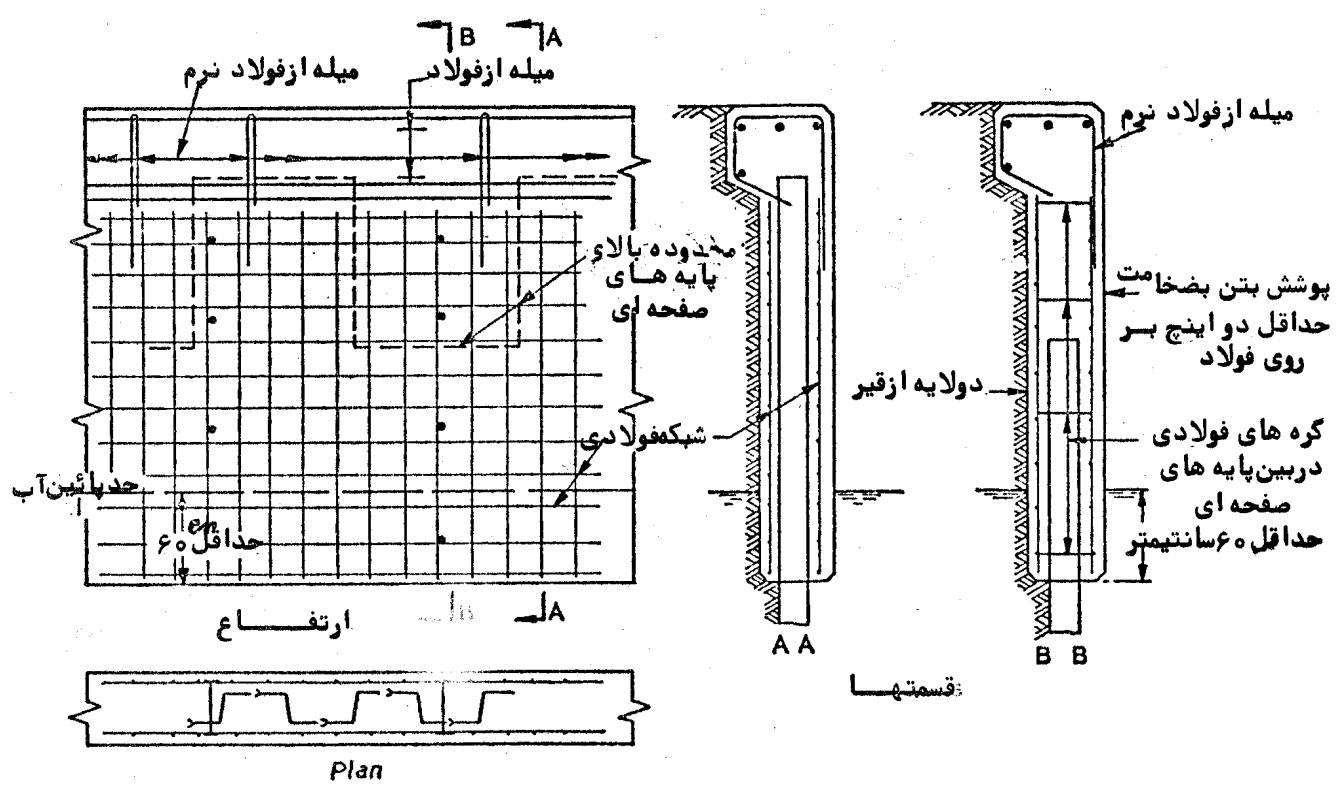


## Section on X-X

ادامہ شکل ۱۹



شکل ۲۰- مثالهایی از ایندیه فولادی سبک که احتیاج به محافظت اضافی دارند



شکل ۲۱- محافظت پایه های صفحه ای با بتن

بقیه ازیشت جلد رو

۲۵۲۵	اردیبهشت ماه	نشریه شماره ۶۱ طرح و محاسبه قابهای شیبدار و قوسی فلزی
۲۵۲۵	خرداد ماه	نشریه شماره ۶۲ نگرشی بر کارکردها و نارسانی های کوی نهم آبان
۲۵۳۵	مرداد ماه	نشریه شماره ۶۳ زلزله های سال ۱۹۶۹ کشور ایران
۲۵۳۵	شهریور ماه	نشریه شماره ۶۴ مشخصات فنی عمومی درزهای انبساط
۲۵۳۵	آبان ماه	نشریه شماره ۶۵ نقاشی ساختمانها " آئین کاربرد "
۲۵۳۵	آذر ماه	نشریه شماره ۶۶ تحلیلی بر روند دگرگونی های سکونت در شهرها
۲۵۳۵	بهمن ماه	نشریه شماره ۶۷ راهنمائی برای اجزاء ساختمان بناهای اداری
۲۵۳۶	اردیبهشت ماه	نشریه شماره ۶۸ ضوابط تجزیه و تحلیل قیمت های واحد اقلام مربوط به خطوط انتقال آب
۲۵۳۶	خرداد ماه	نشریه شماره ۶۹ زلزله های سال ۱۹۶۸ کشور ایران
۲۵۳۶	تیر ماه	نشریه شماره ۷۰ مجموعه مقالات سمینار سنتو (بسیروت های اخیر در کاهش خطرات زلزله)