

رنگ‌های صنعتی و پوشش‌های محافظ
(انتخاب و کاربرد)

مؤلف

محمد رضا قصابی

انتشارات پندار پارس

آذر ۱۴۰۲

سرشناسه	: قصابی، محمدرضا، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: رنگ‌های صنعتی و پوشش‌های محافظ (انتخاب و کاربرد)/مؤلف محمدرضا قصابی.
مشخصات نشر	: تهران : پندار پارس، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	: ۲۸۶ص: مصور(رنگی)،جدول،نمودار(بخشی رنگی).
شابک	: 978-622-7785-24-1
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه:ص[۲۶۱]-۲۶۸.
موضوع	: رنگ در ایمنی صنعتی
	Color in industrial safety
	خوردگی
	Corrosion and anti-corrosives
	پوشش‌های محافظ
	Protective coatings
	عایق‌ها و عایق‌سازی حرارتی
	(Insulation (Heat
رده بندی کنگره	: ۸/۴۹۵QC
رده بندی دیویی	: ۶/۵۳۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۴۵۰۴۴۵
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیپا

نام کتاب	: رنگ‌های صنعتی و پوشش‌های محافظ (انتخاب و کاربرد)
ناشر	: انتشارات پندار پارس
تالیف	: محمدرضا قصابی
چاپ نخست	: آذر ۱۴۰۲
شمارگان	: ۵۰۰ نسخه
طرح جلد	: رامین شکراللهی
چاپ، صحافی	: چاپ روز
قیمت	: ۳۳۰.۰۰۰ تومان
	شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۷۸۵-۲۴-۱

*** تمامی حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس برای مؤلف محفوظ است ***

بسمه تعالی

بدینوسیله از زحمات استاد ارجمند و محقق بین‌المللی مدیریت
خوردگی و خوردگی بیولوژیک جناب آقای دکتر رضا جواهردشتی
مدیرعامل محترم شرکت MICCO هلند و
پیشکسوت محترم خدمات مهندسی و ساخت در صنایع نفت و گاز
جناب آقای مهندس فرامرز ذوالریاستین مدیرعامل و رئیس هیات
مدیره شرکت مهندسی طرح و پالایش که در مرور محتوای کتاب
حاضر، مرا یاری نمودند صمیمانه قدردانی می‌نماید.

محمد رضا قصابی

کارشناس مهندسی مواد و خوردگی

توصیه نامه

پایداری تولید و یافتن روش‌های ثبات آن، یکی از چالش‌های اصلی و مطرح در صنایع نفت و گاز است؛ در این بین، خوردگی در انواع و اشکال مختلف خود، صنایع نفت و گاز و متعاقباً محیط زیست را تهدید می‌کند. عدم توجه به پیامدها و مسائل محیطی ناشی از خوردگی می‌تواند منجر به صرف هزینه‌های زیاد جهت رفع خسارات و ضایعات به وجود آمده شود. از آنجاییکه پیشگیری و کنترل آن به بهبود فرآیندهای تولید و افزایش سوددهی کمک شایان توجهی می‌نماید، کنترل خوردگی باید یکی از اهداف جدی صنعت باشد.

علی‌رغم اینکه اعمال رنگ‌های صنعتی و پوشش‌های محافظ به عنوان یک رویکرد پیشگیرانه و یک راه‌حل جهت بهبود عملکرد سیستم‌ها و تجهیزات مطرح بوده و سابقه به‌کارگیری آن در صنایع نفت و گاز به قدمت عمر این صنعت می‌رسد، ضعف تولیدکنندگان، مجریان، پیمانکاران و بهره‌برداران در شناخت، انتخاب، تولید، اجرا و بازرسی آن همچنان به عنوان یکی از چالش‌های اصلی این صنعت مطرح بوده و موضوع روز بسیاری از مقالات، کتب تخصصی و دوره‌های آموزشی است.

در همین ارتباط، تلاش مهندس عالی‌قدر جناب آقای مهندس محمدرضا قصابی در تدوین کتاب "رنگ‌های صنعتی و پوشش‌های محافظ" که مطالعه و کاربرد آن در صنعت می‌تواند علاوه بر حفظ سرمایه‌های ملی جنبه‌های زیست محیطی مؤثر و با ارزشی نیز دربر داشته باشد، شایسته تقدیر است.

فرامرز ذوالریاستین

مدیرعامل و رئیس هیات مدیره

شرکت مهندسی طرح و پالایش

یا حق

یکی از بزرگترین معضلات صنایع در سراسر جهان و از جمله ایران، خوردگی می‌باشد. از مقایسه با آمارهای جهانی چنین برمی‌آید که زیان مستقیم خوردگی به کل صنایع ایران حداقل هشت برابر بودجه عمرانی کل کشور می‌باشد. با استفاده از روش‌های مناسب مدیریت خوردگی (از جمله پوشش و رنگ‌های صنعتی) می‌توان بیش از سی درصد در زیان اقتصادی خوردگی صرفه‌جویی نمود.

از طرف دیگر، این نکته هم کاملاً بدیهی است که صنایع نفت و گاز و پتروشیمی در ایران از صنایع استراتژیک می‌باشد و لذا هرگونه توجه جدی به تقلیل زیان اقتصادی این صنایع می‌باید از مهم‌ترین الویت‌های متخصصین باشد. بنابراین آشنایی عملیاتی و عمقی با تمام مراحل مرتبط با شناخت و انتخاب پوشش، تولید، اعمال و بازرسی آن برای تمام متخصصان و در وهله اول بهره‌برداران، مجریان پروژه‌ها و نیز پیمانکاران و تولیدکنندگان دیگر اصناف مرتبط ضروری و واجب است.

کتاب "رنگ‌های صنعتی و پوشش‌های محافظ" چنین رسالتی را به‌عهده گرفته تا قشر صنعت‌گر ایرانی را با ظرایف هنر و دانش رنگ و پوشش بیشتر آشنا کند. این کتاب می‌تواند هم به‌عنوان یک مرجع قابل اعتماد برای غیر متخصصان درگیر در صنعت رنگ و پوشش استفاده شود و هم حرفه‌ای‌های این صنایع را لطایف نوین بیاموزاند که به‌قول معروف، نمی‌توان برای چالش‌های امروز با پاسخ‌های دیروز به مضاف رفت.

گرچه تمرکز اصلی این کتاب بر اساس نیاز صنایع هیدروکربنی ایران بوده اما با توجه به گستره وسیع کاربرد رنگ و پوشش‌های صنعتی، امید است سایر متخصصین شاغل در دیگر بخش‌های صنعت هم از آن بهره کافی و وافی ببرند و ازین ره‌گذر نه تنها پل ارتباطی دانشگاه و صنعت مستحکم‌تر شود، بلکه از خروج بی‌رویه ارز هم جلوگیری گردد و علاوه بر آن، با صرفه‌جویی در هزینه‌های تعمیرات و نگهداری که می‌تواند سهم عمده‌ای در بالابردن قیمت تمام‌شده محصول داشته باشد، به اقتصاد صنعتی کشور عزیزمان خدمتی گران‌بها ارائه شود، ان‌شاءالله!

دکتر رضا جواهردشتی

Reza Javaherdashti

متخصص بین‌المللی مدیریت خوردگی و خوردگی میکروبی

مدیر عامل شرکت MICCO هلند

فهرست

۱	مقدمه مؤلف
۳	فصل ۱: اجزای اصلی تشکیل دهنده فیلم رنگ
۴	۱-۱ خوردگی چیست؟
۴	۲-۱ مکانیزم‌های خوردگی
۶	۳-۱ انواع محیط‌های خوردنده
۷	۴-۱ روش‌های کنترل خوردگی خارجی
۹	۵-۱ سیستم‌های پوششی
۱۱	۶-۱ عوامل مؤثر در کیفیت پوشش
۱۲	۷-۱ تفاوت رنگ و پوشش
۱۲	۸-۱ اجزای اصلی رنگ
۱۴	۱-۸-۱ محمل یا رزین
۱۸	۲-۸-۱ رنگ‌دانه
۱۹	۱-۲-۸-۱ انواع رنگ‌دانه
۲۰	۳-۸-۱ پرکننده‌ها
۲۰	۴-۸-۱ حلال رنگ
۲۱	۱-۴-۸-۱ کاربرد آسان رنگ
۲۲	۲-۴-۸-۱ خشک شدن رنگ
۲۳	۳-۴-۸-۱ معایب مربوط به تینر
۲۳	۴-۴-۸-۱ نقطه اشتعال / پایین‌ترین حد انفجار
۲۴	۵-۴-۸-۱ ماکزیمم غلظت مجاز مواد سمی
۲۴	۵-۸-۱ مواد کمکی و افزودنی‌ها
۲۷	۹-۱ مکانیزم‌های سخت شدن لایه رنگ
۳۱	۱۰-۱ ساختار یک سیستم رنگی
۳۳	۱۱-۱ ساخت رنگ
۳۳	۱۲-۱ انواع رنگ‌ها
۳۷	۱۳-۱ انواع سیستم‌های رنگ
۳۸	۱-۱۳-۱ پوشش‌های فلزی
۳۹	۲-۱۳-۱ پوشش گالوانیزه
۴۶	۱-۲-۱۳-۱ کارایی سیستم دوتایی
۴۷	۲-۲-۱۳-۱ پوشش‌های آبکاری
۴۷	۳-۲-۱۳-۱ روش فیزیکی بخار یا PVD
۴۸	۴-۲-۱۳-۱ رسوب شیمیایی بخار یا CVD
۴۸	۵-۲-۱۳-۱ پاشش حرارتی (اسپری حرارتی)
۴۹	۳-۱۳-۱ سیستم‌های پوششی ارگانیک
۴۹	۴-۱۳-۱ سیستم‌های پوششی غیرارگانیک
۵۰	۵-۱۳-۱ پوشش‌های نانو
۵۲	۱۴-۱ سیستم‌های رنگ دو جزئی

۵۳	۱-۱۴-۱ پرایمر زینک‌ریچ
۵۳	۲-۱۴-۱ اپوکسی نوالاک
۵۳	۳-۱۴-۱ پلی‌یورتان
۵۴	۴-۱۴-۱ رنگ‌های سیلیکونی
۵۵	۵-۱۴-۱ اپوکسی‌های کولتار
۵۵	۶-۱۴-۱ اپوکسی‌های فنولیک
۵۶	۱۵-۱ نحوه محاسبه مقدار رنگ
۵۷	۱۶-۱ ارزیابی کیفی رنگ هنگام خرید
۵۸	۱۷-۱ انتخاب سیستم‌های پوششی
۶۳	۱۸-۱ دوره زمانی پوشش
۶۴	۱۹-۱ ارزیابی نیازمندی عمر پوشش
۶۴	۲۰-۱ طراحی سازه
۶۵	۲۱-۱ ساخت
۶۵	۲۲-۱ سیستم‌های پوششی برای محیط‌های ویژه
۶۶	۲۳-۱ سازگاری سیستم‌های رنگی
۶۷	۲۴-۱ پوشش‌های ضدحریق
۶۸	۲۵-۱ اصطلاحات مرتبط با رنگ و رنگ آمیزی
۷۳	فصل ۲؛ آماده‌سازی سطوح
۷۴	۱-۲ آماده‌سازی سطح
۷۵	۲-۲ هزینه‌های رنگ‌آمیزی
۷۶	۳-۲ روش‌های آماده‌سازی و تمیزکاری سطوح فلزی
۷۸	۱-۳-۲ تمیزکاری با ابزارهای دستی (SP2)
۷۹	۲-۳-۲ تمیزکاری با ابزارهای برقی ضربه‌ای (SP3)
۸۰	۳-۳-۲ آماده‌سازی با مایع اسیدشویی (SP8)
۸۱	۴-۳-۲ آماده‌سازی با استفاده از شوینده‌ها و قلیاهای آبی
۸۲	۵-۳-۲ آماده‌سازی با حلال (SP1)
۸۳	۶-۳-۲ آماده‌سازی به کمک شعله (SP4)
۸۵	۷-۳-۲ آماده‌سازی تحت خلاء
۸۵	۸-۳-۲ آماده‌سازی به کمک سایش با شن (SP5)
۸۶	۹-۳-۲ تمیزکاری با آب افشانی تحت فشار (SP12)
۸۷	۱۰-۳-۲ تمیزکاری وزشی مرطوب
۸۷	۴-۲ مواد مصرفی در بلاستینگ
۸۸	۱-۴-۲ مواد معدنی طبیعی
۸۸	۲-۴-۲ مواد مصنوعی
۸۹	۳-۴-۲ سرباره‌های معدنی
۸۹	۴-۴-۲ مواد آلی
۹۱	۵-۲ انواع روش‌های پاشش
۹۱	۱-۵-۲ آماده‌سازی پاششی با فشار هوا

۹۳	..... ۲-۵-۲ آماده‌سازی پاششی تحت مکش یا خلاء
۹۵	..... ۲-۵-۳ آماده‌سازی با یخ خشک
۹۵	..... ۲-۶-۲ درجات آماده‌سازی سطح بعد از انجام بلاستینگ
۹۷	..... ۲-۶-۱ بلاستینگ سبک یا برس زنی (Sa1)
۹۷	..... ۲-۶-۲ بلاستینگ تجاری (Sa 2)
۹۷	..... ۲-۶-۳ بلاستینگ تا حد نزدیک فلز سفید (Sa 2.5)
۹۷	..... ۲-۶-۴ بلاستینگ تا حد فلز سفید (Sa 3)
۹۸	..... ۲-۶-۵ آماده‌سازی به روش دستی (St 2)
۹۸	..... ۲-۶-۶ آماده‌سازی با ابزار برقی یا بادی (St 3)
۹۸	..... ۲-۷-۷ کنترل شرایط محیطی
۹۹	..... ۲-۷-۱ حداقل زبری سطح
۹۹	..... ۲-۷-۲ محاسبه مقدار مصرف ساینده
۱۰۰	..... ۲-۷-۳ اندازه‌گیری عمق پروفیل و زبری سطح
۱۰۱	..... ۲-۷-۴ روش‌های اندازه‌گیری زبری سطح
۱۰۱	..... ۲-۷-۵ روش‌های اندازه‌گیری زبری سطح
۱۰۸	..... ۲-۷-۶ کنترل آلودگی سطح
۱۱۳	..... ۲-۷-۷ ارزیابی گردوغبار روی سطح قبل از رنگ آمیزی
۱۱۵	..... ۲-۷-۸ ارزیابی میزان احتمالی رطوبت بر روی سطح
۱۱۷	..... ۲-۷-۹ شناسایی روغن و گریس
۱۱۸	..... ۲-۷-۱۰ اثرات شرایط محیطی بر عمر مفید مخلوط رنگ و نگهداری رنگ
۱۲۱	..... فصل ۳: روش‌های اعمال رنگ
۱۲۲	..... ۳-۱ روش‌های اعمال رنگ
۱۲۲	..... ۳-۲ روش‌های عمده رنگ‌آمیزی
۱۲۳	..... ۳-۲-۱ رنگ‌آمیزی توسط قلم‌مو
۱۲۳	..... ۳-۲-۲ رنگ‌آمیزی توسط غلطک
۱۲۴	..... ۳-۲-۳ رنگ‌آمیزی به روش پاشش
۱۲۵	..... ۳-۲-۳-۱ رنگ‌آمیزی با روش پاششی با کمک هوا
۱۲۶	..... ۳-۲-۳-۲ رنگ‌آمیزی با روش پاششی بدون هوا (ایرلس)
۱۲۹	..... ۳-۳-۲-۳ روش الکترو استاتیک
۱۳۰	..... ۳-۲-۴ رنگ‌آمیزی به روش غوطه‌وری
۱۳۰	..... ۳-۳ نکات حائز اهمیت در اعمال رنگ
۱۳۵	..... فصل ۴: عیوب رنگ
۱۳۶	..... ۴-۱ عیوب پوشش
۱۳۶	..... ۴-۲ دلایل از بین رفتن پوشش پیش از حد انتظار
۱۳۶	..... ۴-۳ پیامدهای از بین رفتن پوشش

- ۴-۴ انواع آلاینده‌ها و معایب سطحی ۱۳۶
- ۴-۵ عیوب سیستم‌های رنگ ۱۴۰
- ۴-۵-۱ از بین رفتن چسبندگی رنگ و لایه لایه شدن آن ۱۴۰
- ۴-۵-۲ بلاش ۱۴۱
- ۴-۵-۳ تاول زدن ۱۴۱
- ۴-۵-۴ اثر فرچه ۱۴۲
- ۴-۵-۵ ایجاد حباب ۱۴۲
- ۴-۵-۶ شره کردن رنگ ۱۴۳
- ۴-۵-۷ پوست پرتقالی شدن سطح رنگ ۱۴۳
- ۴-۵-۸ سوراخ شدن لایه رنگ ۱۴۳
- ۴-۵-۹ هالیدی ۱۴۴
- ۴-۵-۱۰ اثر چشم ماهی ۱۴۴
- ۴-۵-۱۱ چروک شدن لایه رنگ ۱۴۴
- ۴-۵-۱۲ اسپری خشک ۱۴۵
- ۴-۵-۱۳ بلیدینگ ۱۴۵
- ۴-۵-۱۴ ترک‌های گلی ۱۴۵
- ۴-۵-۱۵ موج‌دار شدن پوشش ۱۴۵
- ۴-۵-۱۶ لکه‌زدن لایه رنگ ۱۴۶
- ۴-۵-۱۷ رسوب رنگ ۱۴۶
- ۴-۵-۱۸ ظهور حباب حلال ۱۴۶
- ۴-۵-۱۹ کربنات روی ۱۴۶
- ۱۴۷ فصل پنجم بازرسی رنگ**
- ۵-۱ بازرسی مواد پوششی ۱۴۸
- ۵-۲ بازرسی سطوح ۱۴۸
- ۵-۳ بازرسی تجهیزات ۱۴۹
- ۵-۴ بازرسی لایه نهایی ۱۴۹
- ۵-۵ ابزارهای بازرسی میدانی ۱۵۰
- ۵-۶ کنترل شرایط محیطی ۱۵۰
- ۵-۷ رطوبت ۱۵۲
- ۵-۸ دمای نقطه شبنم ۱۵۳
- ۵-۹ دستورالعمل اندازه‌گیری چسبندگی رنگ ۱۵۵
- ۵-۹-۱ وسایل مورد استفاده ۱۵۵
- ۵-۹-۲ روش آزمایش چسبندگی به روش دو خط متقاطع (X) ۱۵۶
- ۵-۹-۳ روش آزمایش چسبندگی به صورت برش عرضی (کراس کات) ۱۵۶
- ۵-۱۰ جدایش کاتدی ۱۶۰
- ۵-۱۱ آزمون پاشش مه نمکی ۱۶۰
- ۵-۱۱-۱ نحوه انجام آزمون ۱۶۱

۱۶۳	۲-۱۱-۵ شرایط محفظه
۱۶۳	۳-۱۱-۵ نحوه نگارش و اعلام نتایج
۱۶۸	۱۲-۵ تعیین ضخامت فیلم رنگ
۱۶۹	۱-۱۲-۵ اندازه‌گیری ضخامت فیلم تر
۱۷۱	۲-۱۲-۵ اندازه‌گیری ضخامت فیلم خشک
۱۷۲	۳-۱۲-۵ محاسبات عددی ضخامت فیلم خشک و تر رنگ و پوشش
۱۷۳	۱۳-۵ نکات ایمنی رنگ‌آمیزی
۱۷۵	فصل ششم: سیستم‌های پوششی خطوط لوله مدفون در خاک
۱۷۶	۱-۶ خوردگی خارجی
۱۷۷	۲-۶ روش‌های پیش‌گیری یا کاهش خوردگی
۱۷۷	۳-۶ پوشش خارجی
۱۸۳	۴-۶ پوشش‌های قدیمی
۱۸۷	۵-۶ پوشش‌های جدید
۱۸۸	۱-۵-۶ پوشش پلی‌اتیلن اکسترود شده
۱۸۹	۲-۵-۶ پوشش سه‌لایه پلی‌الفینی
۱۸۹	۱-۲-۵-۶ پوشش سه‌لایه پلی‌پروپیلن
۱۹۰	۲-۲-۵-۶ پوشش سه‌لایه پلی‌اتیلن
۱۹۴	۳-۵-۶ پوشش نئوپرن
۱۹۵	۴-۵-۶ پوشش اپوکسی
۱۹۵	۵-۵-۶ پوشش اپوکسی فنولیک
۱۹۶	۶-۵-۶ پوشش بیتوسیل
۱۹۸	۷-۵-۶ نوارهای کلراید پلی‌وینیل یا پلی‌اتیلن
۲۰۰	۸-۵-۶ پوشش ماستیک
۲۰۰	۹-۵-۶ پوشش اپوکسی ذوب هم‌جوشی
۲۰۲	۱۰-۵-۶ پوشش پلی‌اتیلن زینترشده
۲۰۲	۶-۶ پوشش‌های بستر دریا
۲۰۳	۷-۶ پوشش‌های عایق حرارتی
۲۰۳	۸-۶ پوشش داخلی
۲۰۵	۱-۸-۶ مزایای پوشش داخلی
۲۱۰	۲-۸-۶ پوشش داخلی FBE
۲۱۱	۹-۶ پوشش‌های مناسب برای دماهای خیلی بالا/خیلی پایین
۲۱۳	۱۰-۶ مراحل اجرا و بازرسی از پوشش
۲۱۵	۱۱-۶ آماده‌سازی سطح
۲۱۷	۱۲-۶ پیش‌گرمایش
۲۱۷	۱۳-۶ پرایمر

۲۱۹	پیوست‌ها
۲۲۸	پیوست الف - ارزیابی سلامت خطوط لوله
۲۲۸	پیوست ب - چک لیست بازرسی در زمان رنگ آمیزی
۲۳۰	پیوست ج - روش‌های متداول کنترل کیفیت رنگ‌ها
۲۳۱	دستورالعمل آزمون‌های الزامی و روش بازرسی عایق‌های سرجوش خطوط لوله
۲۴۷	اصطلاحات تخصصی صنعت رنگ و پوشش
۲۶۵	منابع و مراجع برای مطالعه بیشتر
۲۶۹	آلبوم تصاویر

مقدمه مؤلف

تاریخچه پیدایش رنگ به ۳۸۰۰ سال قبل از میلاد مسیح و تاریخچه صنعت رنگ‌سازی به شیوه مدرن و به عبارت دیگر، رنگ‌سازی کارخانه‌ای در ایران به سال ۱۳۱۵ برمی‌گردد. اولین شرکت رنگ‌سازی در کشور فعالیت رسمی خود را در سال ۱۳۱۸ آغاز کرده است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که ۳۵ درصد هزینه‌های مدیریت خوردگی تأسیسات شامل هزینه تأمین مواد اولیه، هزینه‌های بهره‌برداری، شکست و هدررفت محصولات به هزینه‌های رنگ و پوشش اختصاص دارد و این موضوع اهمیت بسیار بالای شناخت انواع سیستم‌های پوششی را نشان می‌دهد.

از آنجایی که منابع و مراجع موجود، موضوعات مرتبط با شناخت رنگ و پوشش را به صورت جامع در دسترس قرار نمی‌دهند در این کتاب سعی شده است تا مهندسين طراح، بازرسين فنی و مهندسين بهره‌بردار ضمن پرهیز از ورود به مباحث تئوری مرتبط با رنگ‌های صنعتی و پوشش‌های محافظ، به اطلاعات مفید و کاربردی مورد نیاز خود از مراحل اولیه تولید و شناخت رنگ تا مراحل مختلف انتخاب رنگ، ارزیابی کیفی پیش از خرید و پس از آن، آماده‌سازی سطوح، اجرا، بازرسی و بهره‌برداری و در نهایت ارزیابی سلامت سیستم‌های پوششی در طول بهره‌برداری دسترسی داشته باشند.

علی‌رغم اینکه بخش عمده مجلد حاضر بر پوشش‌های پلیمری متمرکز شده است پوشش‌های فلزی پرکاربرد نظیر گالوانیزه گرم، آبکاری نیکل، پوشش‌های پیشرفته حرارتی HVOF/HVAF، روش‌های ترکیبی دوتایی و در نهایت پوشش‌های نانو و نانو عایق‌ها نیز مورد توجه قرار گرفته است.

مطالعه این کتاب که بر اساس تجارب ۲۰ ساله مؤلف در صنایع مرتبط با نفت، گاز و پتروشیمی تهیه و تدوین شده است برای مهندسين مواد و خوردگی، مکانیک، برق، خط لوله، شیمی و فرایند، پیمانکاران اجرایی، بازرسين فنی و ساير متخصصين فعال در طراحی، اجرا، بازرسی و بهره‌برداری از تأسیسات نفت، گاز و پتروشیمی مثمر خواهد بود.

در گردآوری متون این کتاب نهایت تلاش به عمل آمده است اما به دلیل بضاعت ناچیز مؤلف، این مجموعه تمام الزامات و موضوعات مرتبط با رنگ‌های صنعتی و پوشش‌های محافظ را پوشش نمی‌دهد. لذا مهندسين و طراحان باید علاوه بر اطلاعات ارائه شده در این مجلد، مشخصات فنی مختص هر پروژه را در ارزیابی‌های خود مدنظر قرار دهند. در هر حال مسئولیت نهایی کیفیت طراحی و اجرا و تطابق مشخصات رنگ‌های انتخاب شده با کدها و استانداردهای کاربردی هر پروژه بر عهده تأمین‌کنندگان، مهندسين مشاور، پیمانکاران و بهره‌برداران خواهد بود.

مطالب مطرح شده در این کتاب از مراجع معتبر داخلی و بین‌المللی انتخاب شده و مؤلف وظیفه خود می‌داند که از کلیه محققین و اساتیدی که از نتایج تحقیقات آنها در گردآوری این کتاب استفاده شده است، قدردانی نماید.

بدین‌وسیله از تمامی متخصصان و صاحب‌نظران آگاه و متعهدی که آراء، پیشنهادها و نظرهای اصلاحی و سازنده خویش را جهت تکمیل چاپ‌های آتی این کتاب ارائه می‌فرمایند، صمیمانه سپاس‌گزاری می‌نمایم.

با تقدیم احترام،

محمد رضا قصابی

کارشناس مهندسی مواد و خوردگی



فصل اول

اجزای اصلی تشکیل دهنده فیلم رنگ



مقدمه

رنگ به هر نوع ترکیب رنگ‌دانه‌ای، مایع شونده یا ماستیک جامد گفته می‌شود که پس از استفاده به صورت لایه نازک، به یک لایه جامد تبدیل شود. این ماده معمولاً برای محافظت، رنگ‌آمیزی یا تأمین بافت اشیاء استفاده می‌شود. رنگ، مشخصه ادراک بصری است که از طریق دسته‌های رنگی، شرح داده می‌شود، با نام‌هایی مانند قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی یا بنفش. این برداشت از رنگ، ناشی از تحریک سلول‌های گیرنده نوری توسط تابش الکترومغناطیسی است.

این بخش با معرفی اتمسفرهای خورنده آغاز شده و با تشریح اجزای اصلی تشکیل دهنده فیلم رنگ و نقش هر یک از آنها بر کیفیت و خواص سیستم‌های پوششی مختلف ادامه می‌یابد. مقایسه انواع سیستم‌های پوششی، فرمولاسیون رنگ‌ها و بررسی عوامل مختلف مؤثر بر کیفیت پوشش‌ها و درنهایت نحوه محاسبه مقدار رنگ مورد نیاز، از دیگر مباحثی است که در این فصل مورد بحث قرار خواهد گرفت.

۱-۱ خوردگی چیست؟

خوردگی فرآیندی فیزیکوشیمیایی است که طی آن به‌علت واکنش موجود بین یک ماده فلزی و محیط اطراف آن، خواص فلز دچار تغییراتی می‌شود. این پدیده می‌تواند منجر به بروز نقص قابل ملاحظه در عملکرد فلز، محیط یا سیستم مورد استفاده شود.

براساس استاندارد ISO 8044، خوردگی یک واکنش فیزیکی-شیمیایی متقابل میان فلز و محیط اطراف است که معمولاً دارای طبیعت الکتروشیمیایی بوده و نتیجه آن، تغییر در خواص فلز است. محصول خوردگی فولاد را زنگ^۱ گویند. بیشتر فلزات در طبیعت، به صورت ترکیبات شیمیایی، نظیر اکسیدی، سولفیدی و کربناتی هستند که پوسته زمینی را تشکیل می‌دهند.

۲-۱ مکانیزم‌های خوردگی

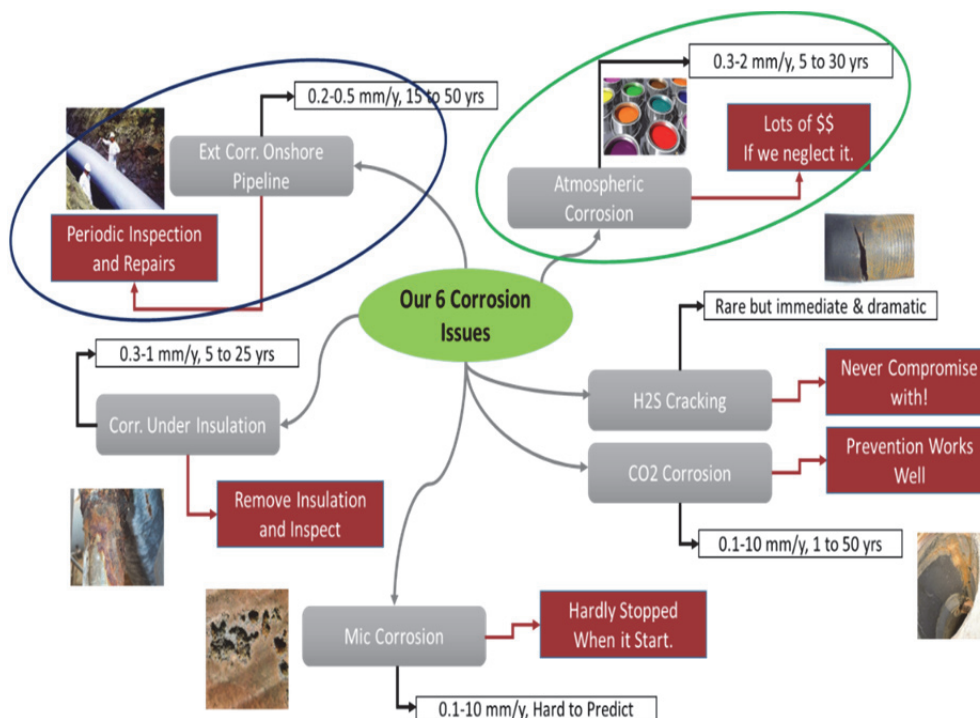
برای محیط‌های صنعتی و پالایشگاهی، بیش از ۶۶ مکانیزم خوردگی شناسایی شده است. در محیط‌های بالادستی نفت و گاز نیز بیش از ۲۴ عامل محیطی شناسایی شده است که باید در مدیریت سلامت تأسیسات، مد نظر قرار گیرد. مکانیزم‌های زیر از مهم‌ترین مکانیزم‌های خوردگی محسوب می‌گردند:

- خوردگی اتمسفری
- ترک‌های هیدروژنی (H_2S)
- خوردگی ناشی از CO_2
- خوردگی میکروبی
- خوردگی زیرلایه عایق یا فایرپروف
- خوردگی خارجی در محیط‌های ساحلی^۲

^۱ Rust

^۲ - نواحی که فاصله آن‌ها از ساحل دریا کمتر از ۶۰۰ متر است. سرعت خوردگی در این نواحی ۴۰۰-۵۰۰ برابر نواحی بیابانی است.

مکانیزم‌های خوردگی در تأسیسات پالایشگاهی محدود نیست و به بیش از ۶۶ مکانیزم مختلف بالغ می‌گردد که در این کتاب، فرصت بحث و بررسی آن وجود ندارد. شکل ۱-۱ برخی از اصلی‌ترین مکانیزم‌های خوردگی را خلاصه کرده و محدوده نرخ خوردگی ناشی از آنها را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱ مکانیزم‌های اصلی خوردگی

تشریح عوامل محیطی و مکانیزم‌های خوردگی داخلی تأسیسات پایین‌دستی و بالادستی نفت و گاز، خارج از موضوع مجلد حاضر می‌باشد. جزئیات کامل این عوامل و مکانیزم‌ها در کتاب "مهندسی خوردگی در صنایع نفت و گاز" تألیف مؤلف حاضر ارائه شده است که حسب نیاز می‌تواند مورد استفاده متخصصین و کارشناسان محترم صنایع قرار گیرد [111].

۱-۳ انواع محیط‌های خورنده

در محیط‌های صنعتی به دلیل وجود SO_2 ، CO_2 ، H_2S ، آب و اکسیژن در کنار دما و رطوبت موجود، شدت خوردگی بیشتر است. جدول ۱-۱، محیط‌های خورنده و روش‌های پیش‌گیری از خوردگی را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱ محیط‌های خورنده و روش‌های حفاظت

روش حفاظت	محیط خورنده
رنگ	اتمسفر
حفاظت کاتدی یا پوشش + حفاظت کاتدی	آب
پوشش + حفاظت کاتدی	خاک
پوشش، حفاظت کاتدی، بازدارنده‌ها، آلیاژهای مقاوم به خوردگی	مواد شیمیایی

نرخ خوردگی در محیط‌های مختلف یکسان نبوده و طبقه‌بندی نرخ خوردگی طبق استاندارد [66] ISO 12944-2 تعریف می‌گردد. با توجه به این استاندارد، ردیف‌های C4 تا C5M جزء مناطق بحرانی بوده و استفاده از پوشش‌های مقاوم‌تر ضرورت دارد.

جزئیات انواع متداول محیط‌ها (اتمسفر بیرونی، داخل ساختمان، آب دریا، آب شیرین و خاک) و موقعیت‌های ویژه که نیازمندی‌های خاص می‌طلبد (دمای بالا، سطوح یخ‌زده، شیمیایی، سایش، ضربه، قارچ، بتن) در استاندارد [80] BS 5493 برای شرایط آب‌وهوایی بریتانیا ارائه شده است. در نواحی گرمسیری بواسطه تغییرات دمایی، بارش و رطوبت بیشتر، شرایط خورنده‌تر است. ضمناً درجه شوری آب‌ها هم بیشتر است.

قبل از انتخاب نوع پوشش، موارد زیر باید مورد بررسی قرار گیرند:

- نوع و شرایط سطح
- وظیفه اساسی پوشش بر روی سطح
- طبیعت محیط
- خواص مورد نظر پوشش

هنگام انتخاب یک سیستم پوششی، شناسایی محیط با پاسخ به سوالات زیر تعیین می‌گردد:

- طبیعت محیط متداول؟
- آیا محیط پس از تکمیل سازه و یا در آینده نزدیک تغییرات شدیدی خواهد داشت؟
- آیا آلودگی موضعی نظیر دی اکسید گوگرد (که شدیداً آن را نسبت به حالت اولیه خورنده‌تر می‌کند)، وجود دارد؟
- آیا بدترین شرایط محیطی برای انتخاب سیستم پوششی لحاظ گردد یا پروژه به قسمت‌های کوچک از نظر محیطی تجزیه شود؟

۴-۱ روش‌های کنترل خوردگی خارجی

متداول‌ترین شیوه ممانعت از خوردگی خارجی در صنایع، استفاده از پوشش‌های صنعتی است. سیستم‌های پوششی با دو هدف مهم در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند:

- جلوه و زیبایی سطح پایه
- ممانعت از خوردگی سطوح فلزی و غیر فلزی

گاهی اهداف دیگری نظیر تعویق حریق، ایجاد عایق‌های حرارتی و الکتریکی، ضربه‌گیری، تغییر اصطکاک و ... نیز با اعمال پوشش، تأمین می‌گردد. نکته قابل توجه در تمام سیستم‌های پوششی، صرف‌نظر از هدف از کاربرد پوشش، داشتن مقاومت مکانیکی و چسبندگی به سطح پایه بوده که از ملزومات اساسی آنها است.

با به‌کارگیری سیستم‌های پوششی مختلف، از دامنه وسیعی از کاربردها نظیر مقاومت در برابر خوردگی اتمسفری به عنوان متداول‌ترین نوع خوردگی تا مقاومت در برابر خوردگی ناشی از محیط‌های شیمیایی بسیار خورنده می‌توان بهره‌مند گردید.

پوشش‌های صنعتی به‌خودی‌خود استحکام سازه‌ای ندارند اما چسبندگی میان پوشش و سازه اصلی باید از استحکام و مقاومت بالایی برخوردار باشد در غیراین صورت پوشش اعمالی کاملاً خواص حفاظتی خود را از دست خواهد داد. گاهی ایجاد یک ناحیه و یا حتی یک نقطه تخریب شده در یک فیلم پیوسته، موجب بروز خسارات خوردگی بسیار شدید و حتی جبران ناپذیری می‌گردد. چسبندگی مناسب پوشش می‌تواند تأثیرات مخرب آب و

بخار آب را محدود سازد. گرادیان دمایی در طرفین، پوشش را تعدیل ساخته و پدیده تاول‌زدگی که برخی اوقات توسط نفوذ آب در اثر پدیده اسمزی در محیط‌های شیمیایی بروز می‌نماید را کاهش می‌دهد. از خواص پوشش مناسب می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- پایداری مکانیکی بر روی سطح پایه
- قابلیت تشکیل فیلم پیوسته و یکنواخت
- مقاومت در برابر نفوذ یون‌ها و عوامل محیطی
- جلوه مناسب تزئینی
- هزینه مناسب
- خواص ویژه نظیر ایجاد مقاومت الکتریکی

عموما پوشش‌ها به سه روش عمده، حفاظت فلزات در برابر خوردگی را انجام می‌دهند. این روش‌ها عبارتند از:

۱- حفاظت ممانعتی

بیشتر پوشش‌ها با تشکیل یک فیلم ضخیم و پیوسته و همچنین یک مانع نفوذناپذیر در برابر رطوبت، عمل حفاظتی را به انجام می‌رسانند.

۲- حفاظت کاتدی

برخی پوشش‌ها حاوی درصد بالایی از ذرات فلز روی بوده و این ذرات در تماس الکتریکی با یکدیگر و فلز زیرین بوده و با سیستم حفاظت کاتدی، سطح را محافظت می‌کنند.

۳- بازدارندگی خوردگی

برخی از آستری‌ها حاوی رنگ‌دانه‌هایی هستند که مانع خوردگی در سطح مشترک پوشش/ فلز می‌شوند. سرنج^۱، یکی از این گونه رنگ‌دانه‌ها می‌باشد.

^۱ Pb₃O₄

۵-۱ سیستم‌های پوششی

پوشش‌های محافظ انواع مختلفی دارند. در ادامه به مرور انواع مختلف سیستم‌های پوششی به صورت مختصر می‌پردازیم.

آبکاری الکتریکی

آبکاری الکتریکی با عبور جریان الکتریکی از یک محلول حاوی یون‌های فلزی حل شده و فلزی که باید بر روی آن پوشش شکل گیرد، انجام می‌گردد. فلزاتی نظیر برنز، برنج، آلومینیوم، مس، کروم، نیکل، سرب، قلع، روی (گالوانیزه سرد)، طلا، پلاتین، نقره و ... قابل پوشش‌دهی هستند. عواملی نظیر دما، غلظت، ولتاژ، جریان و تلاطم محیط در این فرایند مؤثر است. پوشش آبکاری مس جهت پوششی تزئینی، یا ایجاد مقاومت در برابر خوردگی اتمسفری استفاده شده و برای سطوحی که به قابلیت هدایت الکتریکی بالا نیاز داشته مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پوشش به عنوان پوشش اولیه برای پوشش‌های نیکل و کروم و همچنین برای پلاستیک‌ها نیز به کار برده می‌شود. آبکاری نیکل جهت افزایش مقاومت در برابر خوردگی و سایش، ایجاد پوشش اولیه برای لایه کروم و همچنین پلاستیک‌ها به کار برده شده و آبکاری کروم برای ایجاد مقاومت در برابر سایش و اکسیداسیون و پوشش تزئینی استفاده می‌گردد. آبکاری کروم سخت نیز برای ایجاد مقاومت در برابر سایش، خوردگی و حرارت و کاهش ضریب اصطکاک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پاشش فلزی

در این روش، فلز پوشش به‌داخل محفظه پاشش هدایت شده و توسط شعله ذوب می‌شود. فلز مذاب با هوای فشرده اتمیزه شده و با سرعت ۱۰۰-۲۷۰ متر بر ثانیه توسط نازل روی سطح پاشیده می‌شود. آلومینیوم و روی با این روش بر روی فولاد اعمال می‌شوند. روش‌های اعمال پاشش فلزی عبارتند از شعله‌ای، قوس الکتریکی و پلاسما. با این روش پوشش‌هایی تا ضخامت چند میلی‌متر قابل اعمال می‌باشد. در این روش سطح فولاد، سرد باقی مانده و پیچیدگی بوجود نمی‌آید؛ لذا این روش اثری روی خواص متالورژی فولاد بجا نمی‌گذارد.

سامانه رنگ همراه با پاشش فلزی

فولادی که پوشش فلزی شده در شرایط زیر رنگ می‌شود:

الف - محیط خیلی اسیدی و یا بازی باشد؛ مثلاً وقتی دامنه pH خارج از محدوده ۵ تا ۱۲ برای روی و یا ۴ تا ۹ برای آلومینیوم باشد؛

- ب - فلز در معرض حمله مستقیم مواد شیمیایی باشد؛
 ج - نمای نهایی مورد نیاز تنها بوسیله رنگ تأمین شود؛
 د - وقتی که مقاومت سایشی اضافی نیاز باشد.

ضخامت رنگ بستگی به نوع محیط دارد و معمولاً یک یا دو لایه رنگ با ضخامت فیلم خشک ۱۰۰ میکرون کافی است.

روش غوطه‌وری (گالوانیزه گرم)

گالوانیزه گرم عبارت از فرو بردن تجهیز موردنظر در روی مذاب و ایجاد لایه‌های مختلف آلیاژی از آهن و روی بر روی آن می‌باشد. دمای مذاب در محدوده ۴۴۵-۴۶۵ درجه سانتی‌گراد و زمان غوطه‌وری بین ۵-۱ دقیقه است. ضخامت پوشش معمولاً در محدوده ۱۵-۷۵ میکرون قرار داشته و برای سازه‌ها، اتصالات و روکش‌های فلزی به کار می‌رود. استاندارد [79] BS 2989 برای گالوانیزه ورق با ضخامت کمتر از ۵ میلی‌متر و استاندارد [78] BS729 در مورد مقاطع با ضخامت بزرگتر و یا مساوی با ۵ میلی‌متر کاربرد دارد. حداقل وزن روی ۶۱۰ گرم بر مترمربع، معادل با ضخامت ۸۶ میکرون، بر روی هر وجه بیان می‌گردد. قطعات گالوانیزه شده بلافاصله بعد از سرد شدن فولاد (بعد از ۴ ساعت از خارج نمودن قطعات از حمام) قابل انبارش و حمل بوده و یا می‌تواند برای پوشش نهایی آستری گردد. به دلیل محدود بودن ابعاد حمام گالوانیزه، آبرکاری سازه‌های مونتاژ شده محدود می‌باشد.

پوشش‌های تبدیلی

با این روش بر روی سطح، لایه‌های اکسیدی پایدار تشکیل می‌شود. روش‌هایی نظیر کرومات‌کردن و آندایزینگ در این مجموعه قرار می‌گیرند. کرومات‌کردن عبارت است از تشکیل لایه رویین و اکسیدی فلز/کروم بر روی فلزاتی نظیر مس، روی، قلع، منیزیم و نقره با ضخامت ۱۰ میکرون و آندایزینگ، یک فرآیند الکتروشیمیایی برای افزایش ضخامت لایه‌های اکسیدی فلزات فعالی نظیر آلومینیوم و زیرکونیوم می‌باشد. ضخامت طبیعی لایه اکسید آلومینیوم، ۱۰-۲ نانومتر است. با این روش این لایه ضخیم‌تر می‌شود. فیلم حاصل، متخلخل بوده و به راحتی قابل رنگ‌آمیزی است.

پوشش‌های آلی / رنگ

رنگ پوششی است که بر روی یک سطح یا زمینه برای تزئین، حفاظت و یا ایجاد ویژگی‌های اختصاصی اعمال می‌شود. رنگ‌ها به روش‌های مختلفی دسته‌بندی می‌شوند. از جمله این روش‌ها، دسته‌بندی براساس جزء کوچک ملکول (پایه آب، پایه حلال و ...)؛ وظیفه (آستری، میانی و ...) و مورد مصرف (خودرویی، ساختمانی و ...) و در نهایت بر اساس خواص (حفاظتی، زیبایی و ...) می‌باشد.

رنگ، هنگام اعمال بر روی سطح به چهار روش از سطح (فلز) در برابر محیط محافظت می‌کند:

- ۱- از تماس سطح با محیط جلوگیری می‌کند.
- ۲- موادی را در سیستم آزاد می‌کند که (به دلیل ایجاد واکنش با محیط) موجب حفاظت از سطح می‌شوند.
- ۳- به روش‌های الکتریکی نقش آند فدا شونده داشته و سطح فلز را از خوردگی نجات می‌دهد.
- ۴- با ایجاد پیوند محکم با سطح فلزی موجب چسبندگی زیاد و مستحکم با سطح می‌شوند.

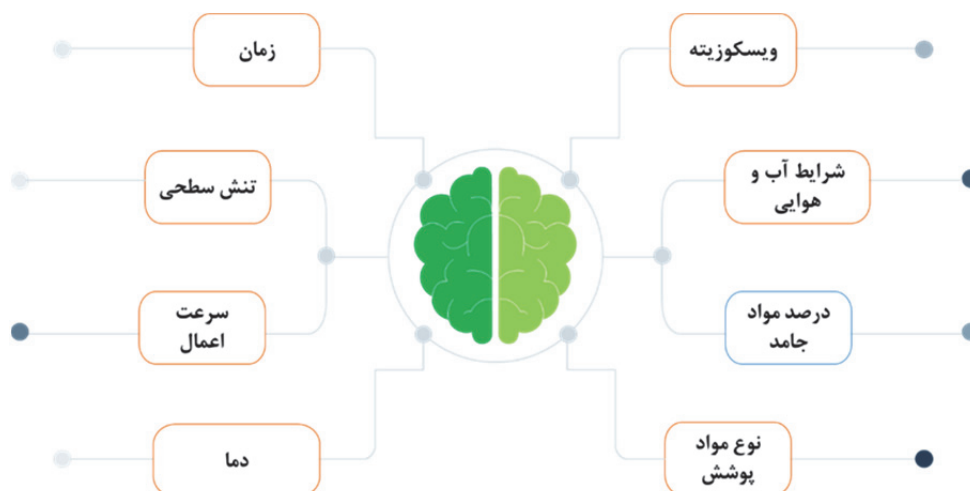
فیلم رنگ، لایه‌ای است که جهت ایجاد زیبایی یا حفاظت بر روی سطح تشکیل می‌شود و با توجه به نوع رنگ، می‌تواند بخشی از آن از اجزای فرار تشکیل شده باشد.

۱-۶ عوامل مؤثر در کیفیت پوشش

عوامل مختلفی در افزایش کیفیت لایه رنگ مؤثر هستند که شاید بتوان عوامل زیر را در لیست مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت پوشش‌ها برشمرد:

- ۱- روش اعمال رنگ
- ۲- کیفیت مواد مورد استفاده در رنگ‌ها
- ۳- جنبه‌های اقتصادی
- ۴- آمادگی سطح
- ۵- شرایط جوی و محیطی مناسب جهت اعمال رنگ
- ۶- ویسکوزیته رنگ
- ۷- دما
- ۸- سرعت اعمال رنگ

شکل ۱-۲ عوامل اصلی مؤثر بر کیفیت لایه رنگ را خلاصه کرده است.



شکل ۱-۲ عوامل اصلی مؤثر بر کیفیت پوشش

۷-۱ تفاوت رنگ و پوشش

پوشش^۱، اصطلاح جامعی است که طیف وسیعی از سیستم‌های محافظ شامل لاینینگ، پوشش‌های فلزی و غیرفلزی را در بر گرفته و رنگ‌آمیزی^۲ را نیز شامل می‌گردد. به‌کارگیری رنگ‌ها معمولاً به ضخامت ۶۰۰ میکرون و دمای زیر ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد محدود شده و در نقاطی که لازم است سیستم پوششی، شرایط عملیاتی سخت‌تر و شدیدتری را تحمل کند از پوشش استفاده می‌شود. بر این اساس، برای اعمال پوشش‌ها به شرایط دمایی و فشاری بالاتری نیاز داریم در صورتی که رنگ‌آمیزی معمولاً در دمای محیط صورت می‌گیرد.

۸-۱ اجزای اصلی رنگ

اجزاء اصلی تشکیل دهنده یک سیستم رنگ شامل رزین، رنگ‌دانه، حلال و مواد افزودنی می‌باشد. اجزاء سازنده‌ی فیلم پوششی را اجزاء غیرفرار و یا اجزاء جامد می‌نامند. جزء فرار حامل که لایه را ترک می‌کند، برای سهولت اعمال رنگ افزوده می‌شود. معمولاً نسبت رنگ‌دانه به حامل غیرفرار، میزان

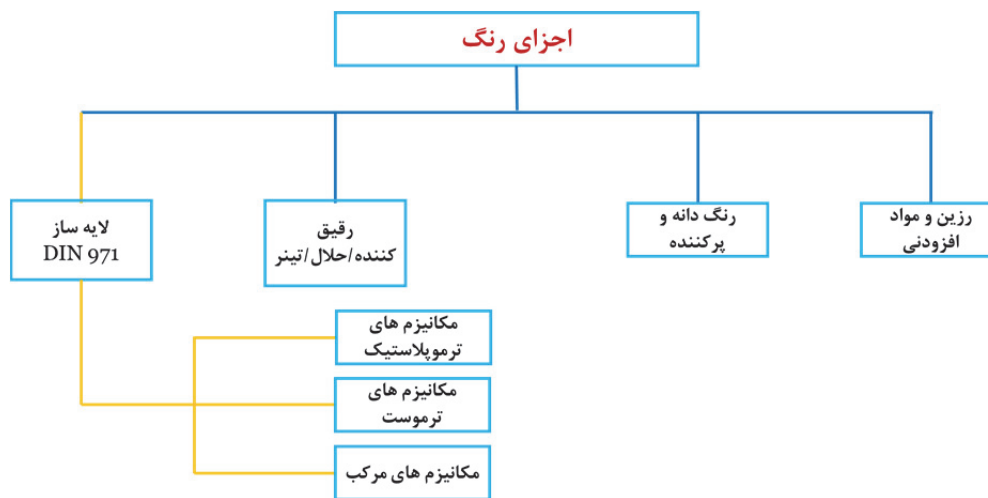
^۱ Coating

^۲ Painting

جلایی را که فیلم خشک خواهد داشت، تعیین می‌نماید. در سیستم‌های رنگی، اغلب درصد رنگ پایه یا به بیان بهتر، نسبت رنگ پایه به رنگ‌دانه با حرکت از لایه آستری به سمت لایه رویه افزایش می‌یابد. یکی از عوامل استحکام مکانیکی پوشش، نوع و کیفیت رزین است. رزین به منظور ایجاد پیوستگی بین اجزاء رنگ و چسبندگی رنگ به لایه قبلی و یا به پایه فلزی/غیرفلزی در فرمولاسیون استفاده می‌شود. به طور خلاصه انواع مختلف رنگ‌ها از چهار جزء اصلی تشکیل می‌گردند.

- ۱- محمل یا رزین^۱
- ۲- رنگ دانه و پرکننده^۲
- ۳- حلال و رقیق‌کننده^۳
- ۴- مواد افزودنی و کمکی^۴

شکل ۱-۳ اجزای مختلف تشکیل دهنده فیلم رنگ را در قالب نمودار نشان می‌دهد:



شکل ۱-۳ اجزای اصلی تشکیل دهنده رنگ

¹ Resin

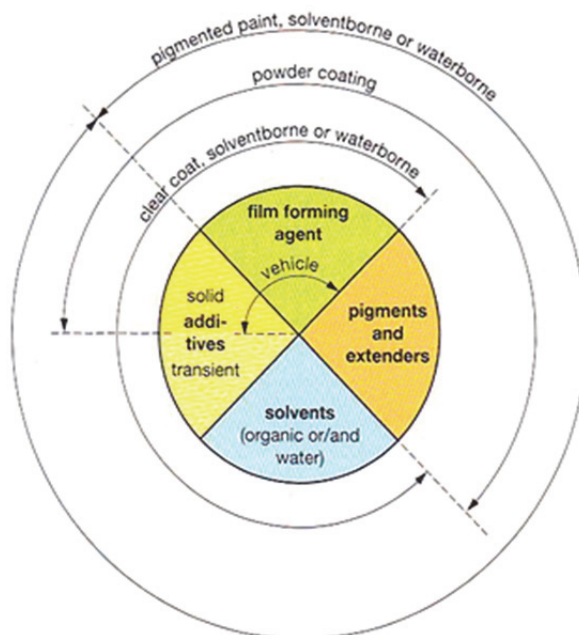
² Pigment and Filler

³ Solvent and Thinner

⁴ Additive

با تغییر این چهار جزء اصلی، انواع سیستم‌های رنگ، فرموله شده و تولید می‌گردند. همانطور که در شکل ۴-۱ نشان داده می‌شود با حذف یا اضافه کردن اجزای مختلف، سیستم‌های پوششی مختلف، توسعه یافته و در صنعت به کار گرفته شده است.

در ادامه این فصل، اجزای اصلی تشکیل‌دهنده فیلم رنگ با جزئیات بیشتری تشریح خواهد شد.



شکل ۴-۱ فرمولاسیون انواع سیستم‌های پوششی

۱-۸-۱ محمل یا رزین

پایه اصلی رنگ را رزین تشکیل می‌دهد و انتخاب نوع رنگ از روی تعیین نوع رزین انجام می‌شود. رزین‌ها ترکیبات درشت مولکول یا پلیمری هستند که از منابع طبیعی و یا بصورت مصنوعی تهیه می‌شوند و عامل اصلی تشکیل فیلم در مواد پوششی آلی هستند. خواص نظیر مکانیزم و زمان خشک/سخت شدن رنگ، عملکرد رنگ در محیط‌های مختلف، نحوه عملکرد روی انواع سطوح، سازگاری/ناسازگاری رنگ با دیگر سیستم‌های رنگی، خواص کاربردی رنگ نظیر ترک‌کردن سطح و عمر مخلوط رنگ، به شیمی رزین بستگی دارد.

رزین‌ها با توجه به منبع و نحوه تهیه به سه دسته رزین‌های طبیعی، نیمه طبیعی و مصنوعی تقسیم‌بندی می‌شوند. رزین‌های طبیعی، کاملاً از منابع طبیعی بدست آمده و در فرآیند استحصال آنها تنها از عملیات خالص‌سازی استفاده می‌شود. رزین‌های نیمه طبیعی، رزین‌هایی هستند که پایه پلیمری آنها منشاء طبیعی دارد ولی با عملیات شیمیایی که بر روی آنها صورت می‌گیرد به شکل قابل استفاده در می‌آیند. رزین‌های مصنوعی و یا سنتزی کاملاً از منابع غیرطبیعی پتروشیمیایی که به نام مونومر شناخته می‌شوند تهیه می‌گردند. در دهه‌های اخیر، با پیشرفت فناوری سنتز پلیمرها، استفاده از رزین‌های طبیعی در صنعت در رنگ‌هایی با عملکرد بالا، کاهش یافته و از آنها تنها بعنوان عوامل اصلاح کننده استفاده می‌گردد.

رزین یا محمل، حامل رنگ‌دانه‌ها و پرکننده‌ها بوده و نقش اصلی را در ایجاد خواص کاربردی در لایه رنگ ایفا می‌کند. رزین، اساس چسبندگی رنگ به سطح بوده و با خشک شدن و تشکیل فیلم روی سطح موردنظر، آن را محافظت می‌کند.

عمده‌ترین وظایف رزین‌ها عبارتند از ایجاد فیلم روی سطح، ایجاد چسبندگی روی سطح، مقاومت در مقابل عوامل خوردنده و خشک‌شدن رنگ. مهمترین انواع رزین‌ها شامل موارد زیر هستند:

- رزین‌های آلکیدی
- رزین‌های اپوکسی
- رزین‌های اپوکسی کولتار
- رزین‌های پلی‌یورتان
- رزین‌های وینیل
- رزین‌های کائوچو
- رزین‌های سیلیکونی
- رزین‌های آکریلیکی
- رزین‌های لاتکس
- رزین‌های غیرآلی پایه سیلیکات
- رزین‌های فنولیک

جدول ۱-۲ خواص سیستم‌های پوششی مختلف را به صورت خلاصه مقایسه کرده و ویژگی‌های اصلی، محدودیت‌ها و کاربرد انواع سیستم‌های پوششی را ارائه نموده است.

جدول ۱-۲ مقایسه خواص سیستم‌های مختلف پوششی

کاربرد	محدودیت	ویژگی‌ها	نوع رنگ	میزان مقاومت شیمیایی
<ul style="list-style-type: none"> - سازه‌های فلزی - لایه میانی و رویه رنگ مخازن و سیستم‌های لوله‌کشی 	<ul style="list-style-type: none"> - محیط‌های اسیدی (گچی شدن) - عدم کاربرد در برابر شرایط جوی - طول عمر دو جزء مخلوط 	<ul style="list-style-type: none"> - مقاومت قلیایی بالا - مقاومت سایشی بالا - چسبندگی بالا - مقاومت نسبی خوب در برابر آب 	اپوکسی دو جزئی	رنگ‌ها و پوشش‌های با مقاومت شیمیایی بالا
<ul style="list-style-type: none"> - داخل مخازن نگهداری آب در نواحی سردسیر 	<ul style="list-style-type: none"> - روش اعمال فقط اسپری - چسبندگی (نیاز به واش پرایمر) - مقاومت گرمایی - نقطه اشتعال (حلال زود تبخیر می‌شود) 	<ul style="list-style-type: none"> - مقاومت بسیار بالا در برابر آب - مقاومت اسیدی و قلیایی خوب (در محیط‌های ضعیف) - مقاومت سایشی خوب 	وینیلی	
<ul style="list-style-type: none"> - لایه رویه در کلیه تأسیسات 	<ul style="list-style-type: none"> - قیمت بالا - نسبت اختلاط بحرانی رنگ و هاردنر 	<ul style="list-style-type: none"> - مقاومت شیمیایی خوب - مقاومت اسیدی خوب - مقاومت قلیایی نسبتاً خوب - چسبندگی پخت بسیار بالا - مقاومت در برابر شرایط جوی - براقیت بالا 	پلی یورتان	