

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده علوم

بخش شیمی

پایان نامه تحصیلی جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد شیمی فیزیک

بررسی رفتار خوردگی آلیاژ فولاد کربنی در محیط اسیدی در حضور
ترکیبات آلی به عنوان بازدارنده خوردگی

استاد راهنما:

دکتر سید محمد علی حسینی

استاد مشاور:

دکتر وحید صاحب

مؤلف:

مهدی یزدی زاده

شهریورماه ۱۳۹۰

حق چاپ محفوظ و متعلق به دانشگاه شهید باهنر کرمان است

تقدیم به عزیزانی که در طول زندگی مشوقم بودند.
پدر، مادر و همسر

تشکر و قدردانی:

پس از خشوع و خضوع برابر درگاه الهی، بر خود لازم می دانم مراتب سپاس بی دریغ خود را از اساتید محترم بخش شیمی دانشکده علوم دانشگاه شهید باهنر کرمان به ویژه جناب آقای دکتر سید محمد علی حسینی که در کمال ایثار و فداکاری راهبر و راهنمایم بودند و همچنین سرکار خانم دکتر دهستانی و سرکار خانم دکتر جمالیزاده که زحمت داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند و جناب آقای دکتر صاحب که به عنوان استاد مشاور در طول این سال ها من را یاری نمودند، صمیمانه ابراز دارم و از خداوند بلند مرتبه سلامت، سعادت و توفیق روز افزون برایشان آرزومندم.

چکیده

در این پژوهش جذب سطحی و توانایی ممانعت کنندگی شش مشتق ۲- فنیل ایمینو - تیاژولیدین بر روی فولاد کربنی در محیط اسید سولفوریک، به منظور تعیین پارامترهای خوردگی در فصل مشترک فلز - محلول و ارزیابی تعدادی از پارامترهای سینتیکی خوردگی و عملکرد ترمودینامیکی پدیده جذب مورد بررسی قرار گرفت.

همچنین روش های کاهش وزن، پلاریزاسیون پتاسیودینامیک، اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی (EIS)، طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FTIR) و تصویربرداری میکروسکوپ الکترونی (SEM) به منظور بررسی مکانیسم جذب و مورفولوژی سطح نمونه ها به کار گرفته شد.

نتایج حاصل نشان می دهد که کلیه بازدارنده ها به صورت بازدارنده مختلط عمل کرده و افزایش غلظت بازدارنده ها تا یک حد معین، سبب افزایش راندمان بازدارندگی ممانعت کننده ها می گردد. این در حالی است که افزایش دمای محیط آزمایش باعث کاهش راندمان بازدارندگی ممانعت کننده می شود.

نمودارهای امپدانس و مدار معادل شبیه سازی شده برای آن ها به منظور بدست آوردن پارامترهای خوردگی مثل مقاومت پلاریزاسیون مورد استفاده قرار گرفت، این نمودارها بهبود قدرت بازدارندگی فلز، در حضور بازدارنده ها را نشان می دهد.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول : مقدمه

۲	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ تعریف خوردگی
۳	۳-۱ زیان‌های خوردگی
۴	۱-۳-۱ اتلاف ماده و انرژی
۴	۲-۳-۱ خسارات اقتصادی
۴	۳-۳-۱ خسارت‌ها و هزینه‌های خوردگی در آمریکا و ایران
۵	۴-۱ انواع مختلف خوردگی
۶	۵-۱ روشهای مبارزه با خوردگی
۶	۱-۵-۱ حفاظت از خوردگی بوسیله پوششهای مصنوعی
۷	۲-۵-۱ حفاظت الکتروشیمیایی
۷	۱-۲-۵-۱ حفاظت کاتدی
۸	۲-۲-۵-۱ حفاظت آندی
۸	۳-۵-۱ استفاده از مواد بازدارنده یا ممانعت کننده
۸	۶-۱ تاریخچه بازدارنده های خوردگی
۹	۷-۱ تعریف بازدارنده های خوردگی
۱۰	۸-۱ طبقه بندی بازدارنده های خوردگی
۱۰	۱-۸-۱ بازدارنده های اکسیدان و غیر اکسیدان
۱۰	۲-۸-۱ بازدارنده های خطرناک و بی خطر
۱۱	۳-۸-۱ بازدارنده های آلی و معدنی
۱۱	۱-۳-۸-۱ بازدارنده های معدنی
۱۱	۲-۳-۸-۱ بازدارنده های آلی
۱۲	۴-۸-۱ بازدارنده های آندی و کاتدی
۱۲	۱-۴-۸-۱ بازدارنده های آندی
۱۲	۲-۴-۸-۱ بازدارنده های کاتدی

- ۱-۸-۵ بازدارنده‌های مختلط ۱۳
- ۱-۹-۹ عوامل موثر در بازدارندگی ۱۳
- ۱-۹-۱-۱ طبیعت سطح فلز ۱۳
- ۱-۹-۱-۲ طبیعت محیط ۱۳
- ۱-۹-۱-۳ غلظت بازدارنده‌ها ۱۳
- ۱-۹-۱-۴ اثر pH سیستم ۱۴
- ۱-۹-۱-۵ درجه حرارت سیستم ۱۴
- ۱-۹-۱-۶ تأثیر میکروارگانیسمها ۱۵
- ۱-۹-۱-۷ تأثیر سرعت حرکت محیط و هوادهی سیستم ۱۵
- ۱-۹-۱-۸ پایداری بازدارنده‌ها ۱۵
- ۱-۹-۱-۹ ممانعت کننده‌ها برای محیط‌های اسیدی ۱۶
- ۱-۱۰-۱۰ جذب ۱۶
- ۱-۱۰-۱-۱ جذب فیزیکی ۱۷
- ۱-۱۰-۱-۲ جذب شیمیایی ۱۷
- ۱-۱۱-۱۱ عوامل مؤثر بر جذب ممانعت کننده‌ها ۱۸
- ۱-۱۱-۱-۱ بار سطحی فلز ۱۸
- ۱-۱۱-۱-۲ گروه‌های عامل و ساختار ممانعت کننده ۱۹
- ۱-۱۱-۱-۳ اثرات متقابل ممانعت کننده‌ها با مولکولهای آب ۱۹
- ۱-۱۱-۱-۴ اثرات متقابل ممانعت کننده جذب شده ۱۹
- ۱-۱۱-۱-۵ واکنش ممانعت کننده‌های جذب شده ۲۰
- ۱-۱۲-۱۲ ایزوترمهای جذب و تأثیر آنها بر بازدارندگی از خوردگی ۲۰
- ۱-۱۲-۱-۱ ایزوترم لانگمویر ۲۱
- ۱-۱۲-۱-۲ ایزوترم فرامکین ۲۲
- ۱-۱۲-۱-۳ ایزوترم تمکین ۲۲
- ۱-۱۲-۱-۴ ایزوترم فرنرلیچ ۲۲
- ۱-۱۲-۱-۵ ایزوترم BET ۲۳
- ۱-۱۳-۱۳ ترمودینامیک ۲۳
- ۱-۱۳-۱-۱ انرژی آزاد ۲۳

۲۴	..... پتانسل پیل ۲-۱۳-۱
۲۴	..... کاربردهای ترمودینامیک در خوردگی فلزات ۳-۱۳-۱
۲۵	..... روشهای بیان سرعت خوردگی ۱۴-۱
۲۶	..... پلاریزاسیون ۱-۱۴-۱
۲۷	..... انواع روشهای آزمایش پلاریزاسیون ۲-۱۴-۱
۲۹	..... پتانسیواستات ۱-۲-۱۴-۱
۲۹	..... نمودارهای تافل ۲-۲-۱۴-۱
۳۱	..... طیف نگاری امیدانس الکتروشیمیایی ۱۵-۱
۳۲	..... قالبهای نمایش داده‌های امیدانس ۱-۱۵-۱
۳۲	..... منحنی نایکوئیست ۱-۱-۱۵-۱
۳۳	..... منحنی بُد و بُد - فاز ۲-۱-۱۵-۱
۳۴	..... امیدانس واربرگ و کنترل نفوذی ۲-۱۵-۱
۳۶	..... مزایای روش EIS نسبت به روش پلاریزاسیون ۳-۱۵-۱
۳۷	..... میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ۱۶-۱
۳۸	..... طیف سنجی زیر قرمز ۱۷-۱

فصل دوم : مواد و روش تحقیق

۴۲	..... مواد شیمیایی استفاده شده در آزمایشات ۱-۲
۴۴	..... دستگاهها و وسایل مورد نیاز ۲-۲
۴۴	..... ظرف آزمایش ۱-۲-۲
۴۵	..... الکتروود مرجع ۲-۲-۲
۴۶	..... الکتروود کمکی ۳-۲-۲
۴۶	..... مراحل انجام آزمایشات ۳-۲
۴۶	..... تهیه محلولها ۱-۳-۲
۴۶	..... تهیه نمونه‌های فولاد کربنی ۲-۳-۲
۴۶	..... روش انجام آزمایشات خوردگی ۴-۲
۴۷	..... روش کاهش وزن ۱-۴-۲
۴۷	..... آزمایشهای پلاریزاسیون ۲-۴-۲
۴۸	..... آزمایشات امیدانس ۳-۴-۲

۴-۴-۲ تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی ۴۹

۴-۴-۲ طیف سنجی مادون قرمز ۴۹

فصل سوم: بحث و نتایج

مقدمه ۵۱

۱-۳ نتایج پلاریزاسیون پتانسیودینامیک و کاهش وزن ۵۱

۱-۳-۱ اثر غلظت ۵۱

۱-۳-۲ ایزوترمهای جذب ۶۲

۱-۳-۳ اثر دما ۶۵

۲-۳ نتایج بررسی طیف سنجی امپدانس الکتروشیمیایی ۷۶

۳-۳ بررسی پارامترهای ترمودینامیکی ۸۰

۴-۳ طیف سنجی مادون قرمز ۸۲

۵-۳ بررسی مورفولوژی ۹۰

۶-۳ نتیجه گیری ۹۳

منابع ۹۵

فصل اول :

مقدمه

۱-۱ مقدمه

به طور ساده و خلاصه خوردگی را می‌توان به صورت "تخریب و انهدام مواد در اثر عوامل محیطی" تعریف کرد. خوردگی محدود به فلزات نیست بلکه شامل مواد نافلزی مانند پلیمرها، مواد نسوز، مواد مرکب، چوب و مواد دیگر نیز می‌شود. از نظر ترمودینامیکی، خوردگی یک فرایند خود به خودی است که در جهت کاهش انرژی آزاد انجام می‌شود. به بیان دیگر، فرایند خوردگی موجب تبدیل مواد از حالت ناپایدار (سطح انرژی زیاد) به حالت پایدار (سطح انرژی کم) می‌شود. به عنوان مثال تبدیل سنگ معدن آهن (اکسید آهن) به آهن و فولاد مستلزم صرف انرژی است. بخشی از این انرژی به گرما تبدیل شده و بخش دیگر در ماده ذخیره و باعث افزایش سطح انرژی آن می‌شود. خوردگی به عنوان یک فرایند طبیعی و خود به خود باعث اکسایش آهن (فولاد) و تبدیل آن به اکسید آهن (سنگ معدن آهن) در نتیجه کاهش سطح انرژی آن می‌شود. براساس قوانین ترمودینامیک، هیچ عاملی نمی‌تواند از این فرایند طبیعی (تخریب خود به خود ماده) کاملاً جلوگیری کند. لکن با استفاده از روش‌های موجود می‌توان این فرایند را به تعویق انداخته و یا این که نرخ انجام آن را در حدی کاهش داد که بتوان عملاً ماده‌ی مورد نظر را از لحاظ صنعتی مقاوم در برابر خوردگی دانست. در واقع، نقش مهندس خوردگی آن است که با توجه به محیط و شرایط کاری مورد نظر، ماده‌ای را انتخاب کند که در برابر خوردگی مقاوم بوده و یا این که خوردگی آن تا حد قابل قبولی کاهش یابد [۱].

۲-۱ تعریف خوردگی

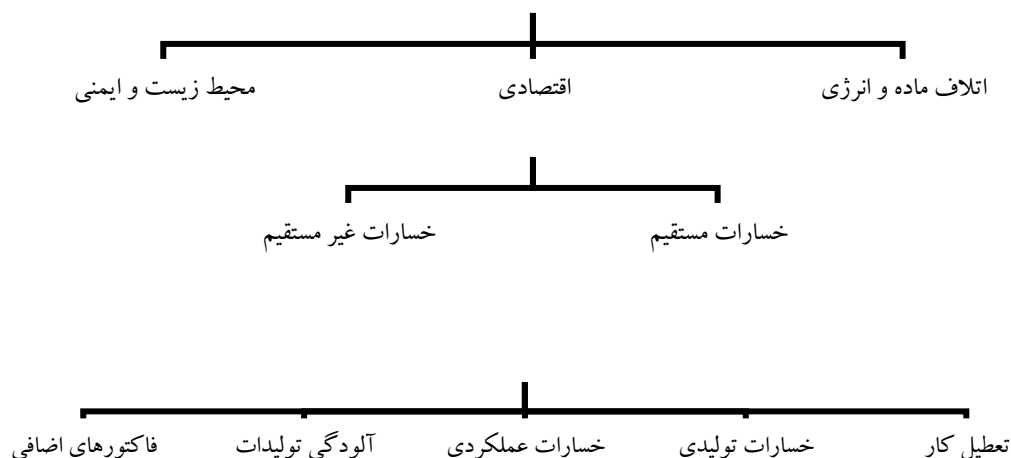
برای خوردگی تعاریف فراوانی ذکر شده است. استاندارد ISO 8044، خوردگی را به شکل زیر تعریف می‌کند:

واکنش فیزیکی شیمیایی متقابل بین فلز و محیط اطرافش که معمولاً دارای طبیعت الکتروشیمیایی بوده و نتیجه‌اش تغییر در خواص فلز می‌باشد. این تغییر خواص ممکن است منجر به از دست رفتن توانایی عملکرد فلز، محیط یا سیستمی شود که این دو قسمتی از آن را تشکیل می‌دهد [۲].

یکی از مهمترین اشتباهات مشهود درباره خوردگی اختلاط معنی آن با زنگ زدگی است. زنگ زدن^۱ به نوعی خوردگی آلیاژهای آهن و فولاد اطلاق می‌شود در حالی که خوردگی^۲ شامل اکثریت فلزات می‌باشد [۳]. به علاوه ترجیحاً برای بیان ضایعات در غیر فلزات از لفظ پوسیدگی

1. Rusting
2. Corrosion

زیانهای ناشی از خوردگی



شکل ۱-۲ طبقه بندی زیان های حاصل از خوردگی

۱-۳-۱ اتلاف ماده و انرژی

براساس آمار در سال ۱۹۸۹ در هر ۹۰ ثانیه یک تن فولاد در اثر زنگ زدگی از بین می‌رود. انرژی مورد نیاز برای تولید هر تن فولاد نیز حدوداً معادل انرژی مصرفی یک خانواده متوسط در عرض سه ماه می‌باشد. به عبارت دیگر در سطح بین المللی تقریباً در هر ۶ دقیقه انرژی مصرفی سالانه یک خانواده متوسط در اثر خوردگی به هدر می‌رود، این در حالی است که از هر تن فولاد تولیدی در سطح جهان حدوداً پنجاه درصد آن برای جایگزین شدن به جای فولادهای زنگ زده به کار می‌رود [۷].

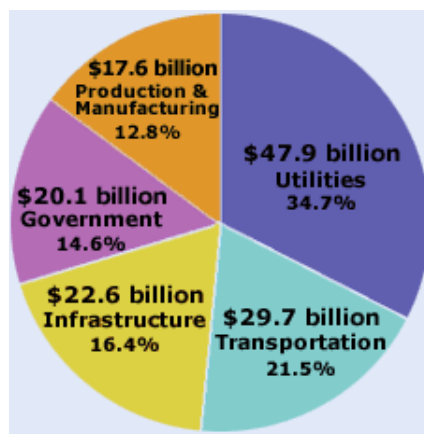
۲-۳-۱ خسارات اقتصادی

خسارات اقتصادی بخش بزرگی از مسایل مربوط به خوردگی را تشکیل می‌دهند. این خسارات شامل مواردی مانند تعویض قطعات و دستگاه‌ها، خواباندن کارخانه‌ها، ماشین‌آلات یا اجزاء مربوط به آن، مخارج اعمال روش‌های محافظتی، رنگ آمیزی، تعمیرات و نگهداری یا نصب سیستم‌های حفاظت کاتدی می‌شود، که می‌توان آن را تحت عنوان خسارات مستقیم طبقه بندی نمود. خسارات غیر مستقیم شامل مواردی همچون کاهش راندمان، بدشکلی ظاهری، اتلاف محصولات و غیره می‌شود [۸].

۳-۳-۱ خسارت‌ها و هزینه‌های خوردگی در آمریکا و ایران

به منظور تجزیه و تحلیل هزینه‌ها و خسارت‌های خوردگی، اقتصاد آمریکا به ۵ بخش اصلی تقسیم شده است. هم‌چنین به منظور دقیق‌تر مشخص کردن ضرر و زیان‌های خوردگی در هر

مورد، ۵ بخش یاد شده به ۲۶ قسمت تقسیم شده است. ۵ بخش یاد شده عبارتند از: تأسیسات زیربنایی، خدمات عمومی، حمل و نقل، دولت، تولید و صنایع که در شکل ۱-۳ درصد خسارات مربوط به هر بخش ذکر شده است. اگر هزینه‌ها و خسارت‌های خوردگی در ۵ بخش اصلی یاد شده جمع شوند، عدد ۱۳۷/۹ میلیارد دلار را در سال ۱۹۹۸ به دست می‌آید که این مبلغ را اگر به کل اقتصاد آمریکا بسط دهیم عدد ۲۷۵/۵ میلیارد دلار می‌شود [۲]. در بررسی‌های انجام شده در کشور ایران هزینه‌های خوردگی در سال ۱۳۷۵ برابر ۹۰۰ میلیون دلار بوده که نسبت به مقدار آن در سال ۱۳۸۳ (۷ میلیارد دلار) رشد قابل توجهی داشته است. این افزایش نرخ خوردگی در ایران، در وهله اول نشان از رشد صنعتی کشورمان در سالهای اخیر دارد اما نسبت افزایشی آن در برابر رشد صنایع در کشور های توسعه یافته بسیار زیاد است که نشان از توجه کمتر صنایع در جلوگیری از خوردگی تأسیسات زیر بنایی کشور دارد. بخشهای مختلف خوردگی در کشورمان در مقایسه با کشور آمریکا تقریباً دارای نمودار مشابهی همانند نمودار ذیل می‌باشد [۵].



شکل ۱-۳ نمودار هزینه‌های حاصل از خوردگی در کشور آمریکا

۱-۴ انواع مختلف خوردگی

خوردگی را می‌توان به روش‌های مختلف طبقه‌بندی کرد. یکی از این روش‌ها بر اساس ظاهر و شکل فلز خورده شده می‌باشد. به این روش صرفاً با مشاهده سطح فلز خورده شده می‌توان نوع خوردگی را مشخص کرد. برای تشخیص نوع خوردگی در اکثر موارد چشم غیر مسلح کافی است. لکن گاهی اوقات بزرگنمایی بیشتری مثل ذرین یا میکروسکوپ الکترونی ضروری است انواع مختلف خوردگی از این حیث عبارتند از:

۱- خوردگی یکنواخت یا عمومی

۲- خوردگی دو فلزی یا گالوانیکی

- ۳- خوردگی شیاری
 - ۴- خوردگی حفره‌ای یا حفره‌دار شدن
 - ۵- ترک خوردگی تنشی محیطی (خوردگی تنشی، خوردگی خستگی و تردی هیدروژنی)
 - ۶- خسارت هیدروژنی
 - ۷- خوردگی بین دانه ای یا مرز دانه‌ای
 - ۸- خوردگی انتخابی
 - ۹- خوردگی سایشی، حبابی و فرسایشی
- شایان ذکر است که در کتابهای مختلف، این تقسیم‌بندی‌ها متفاوت آورده شده اند [۱].

۱-۵ روشهای مبارزه با خوردگی

چون خوردگی فلزات و آلیاژها نتیجه واکنش های شیمیایی و یا الکتروشیمیایی آنها و محیط خورنده مجاور می‌باشد، برای جلوگیری و مبارزه علیه آن بایستی کیفیت و چگونگی فلز و محیط خورنده را کنترل نمود. ایجاد تغییراتی در جنس و طبیعت محیط خورنده اغلب غیر ممکن است تنها اقدام عملی، افزودن مقادیر کمی از بعضی از مواد به نام کند کننده یا ضد زنگ است که خاصیت خوردگی محلول را کم کرده یا از بین می‌برد. بطور آسان تر، برای جلوگیری از خوردگی فلز می‌توان طبیعت فلزات و آلیاژها را تغییر داد به طور مثال به کار بردن فلزی نجیب یا آلیاژی اثر (از نظر شیمیایی) و غیر فعال در محیط خورنده مشخص، اما چون در مسائل حفاظت از خوردگی جنبه اقتصادی آن را نمی‌توان نادیده گرفت، مصرف فلزات نجیب یا آلیاژهای مخصوص اغلب پرخرج و غیر عملی است. اولین روش حفاظت را که می‌توان به کار برد، ساختن و تهیه تأسیسات فلزی از آلیاژهای ارزان قیمت و پوشش آنها به وسیله لایه نازکی از مواد غیر فعال که باعث جدا شدن آلیاژ مذکور از محیط خورنده می‌شود [۹].

روش حفاظتی دیگری که به جای تغییر طبیعت فلزات و آلیاژها به کار برده می‌شود، استفاده از حفاظت الکتروشیمیایی است. در این روش روند پیشرفت الکتروشیمیایی خوردگی را با بردن فلز حفاظت شدنی به پتانسیلی که به ازای آن، شدت جریان آنندی خیلی کم و یا صفر است تغییر می‌دهند.

۱-۵-۱ حفاظت از خوردگی بوسیله پوششهای مصنوعی

اساسی ترین وظیفه یک پوشش حفاظتی دور نگه داشتن عناصر از محیط‌های خورنده است. یک پوشش حفاظتی باید سد پایداری را بر روی ماده مورد نظر ایجاد کند. پوشش‌های حفاظتی

بر اساس مقاومتی که در برابر خوردگی در محیط های خاص ایجاد می کنند، مورد ارزیابی و انتخاب قرار می گیرند. در برخی شرایط می توان فلز مورد نظر را با فلز دیگری که در محیط مورد نظر خوردگی کمتری دارد پوشش داد. مثلاً آهن را با کروم یا قلع می پوشانند. پوششی که برای حفاظت از یک فلز بکار می رود ممکن است رنگ یا مواد پلاستیکی باشد. بهر حال پوشش از هر جنسی که باشد بایستی با دقتی مخصوص برای تهیه سطح مناسب به کار رود. بهترین رنگ ها اگر خوب به کار نروند کمتر از رنگی که محاسن کمتری دارد ولی خوب مصرف شده است کارایی دارند [۹].

۱-۵-۲ حفاظت الکتروشیمیایی^۱

خوردگی الکتروشیمیایی یک فلز نتیجه عبور یک جریان آندی در میکروپیلهای موضعی است. برای از بین بردن پدیده خوردگی بایستی فلز را به پتانسیلی برد که شدت جریان آندی اولیه صفر و یا خیلی ضعیف شود. حفاظت الکتروشیمیایی به دو روش زیر انجام می شود [۹]:

۱- حفاظت کاتدی^۲

۲- حفاظت آندی^۳

۱-۲-۵-۱ حفاظت کاتدی

معمولاً برای حفاظت کاتدی پتانسیل الکتروود فلزی یا نمونه ای را که باید حفاظت شود، آن قدر پایین می آورند، تا حدی که خوردگی به حداقل برسد. پایین آوردن پتانسیل بوسیله یک واکنش احیاء یا بکار بردن جریان الکتریکی است. به طور کلی در حفاظت کاتدی فلز مورد نظر باید در شرایطی که منحنی فوربه تعیین می کند در وضع مصونیت قرار گیرد. دو روش برای حفاظت کاتدی وجود دارد:

۱- به کار بردن آندهای فدا شونده که معمولاً از آلیاژهای روی و آلومینیوم تشکیل می شوند. این آندهای فدا شونده توسط سیمی به فلزی که باید حفاظت شود وصل می گردند. این حالت به جریان خارجی نیاز ندارد و الکترونها را لازم را آندها فدا شونده تأمین می کند و خود آندها، به تدریج خورده شده و از بین می رود و پس از مدتی باید جانشین گردد [۱۰].

۲- حفاظت کاتدی توسط کاربرد جریان خارجی: در این روش با عبور جریانی کاتدی از فلز مورد حفاظت، پتانسیل آن را به حدی پایین می برند که واکنش آندی اولیه انجام پذیر نباشد [۹].

1. Electrochemical Protection
2. Cathodic Protection
3. Anodic Protection

۱-۵-۲-۲ حفاظت آندی

حفاظت آندی در مقایسه با حفاظت کاتدی دارای استفاده و کاربرد نسبتاً جدید می‌باشد [۱۰]. این روش تنها در رابطه با فلزات و آلیاژهایی به کار برده می‌شود که حالت انتقال از فعال به رویین شدن را از خود نشان می‌دهند. در این فلزات در پتانسیل‌های بالای پتانسیل رویین اولیه (E_{pp})، چگالی جریان آندی کاهش می‌یابد. اعمال یک پلاریزاسیون بیشتر از تفاوت $E_{pp} - E_{corr}$ ، سازه فلزی را به ناحیه رویین می‌برد. در این ناحیه یک جریان رویین بسیار کم مشاهده می‌شود [۱۱].

۱-۵-۳ استفاده از مواد بازدارنده یا ممانعت کننده^۱

امروزه یکی از روش‌های بسیار مهم کاهش خوردگی استفاده از ممانعت کننده‌های خوردگی است. افزودن برخی مواد به عنوان ممانعت کننده به محیط‌های خوردنده مخصوصاً محیط‌های اسیدی باعث کاهش یا حتی توقف حمله اسیدی بر فلز می‌شود. بررسی‌های اولیه این پدیده که به عنوان جلوگیری یا ممانعت از خوردگی تعریف می‌شود، بسیار غیر علمی و متکی به تجربه بود. اما اکنون روند کوشش‌ها و بررسی‌های صورت گرفته روی پدیده بازدارندگی و دستیابی به ممانعت کننده‌های موثرتر به راحتی بیشتری صورت می‌گیرد [۱۲]. تغییر الکتروشیمیایی بازدارندگی خوردگی به معنای کاهش سرعت اکسایش فلز، با افزودن یک ترکیب شیمیایی است که در تماس با فلز در سیستم فلز-الکترولیت خواهد بود [۶]. همواره دو فرآیند در واکنش بازدارنده روی سطح فلزی رخ می‌دهد. مرحله نخست، انتقال ممانعت کننده به سطح فلزی و مرحله دوم، برهمکنش میان ممانعت کننده و سطح فلز می‌باشد. این عملکرد ممانعت کننده خوردگی، تاحدودی مشابه عملکرد مولکول‌های دارو در بدن انسان است. بطوری که در هر دو مورد مکانیزم عمل شامل انتقال ذرات شیمیایی به محل‌هایی است که بایستی فعالیت در آنجا رخ دهد، و به دنبال آن واکنشی میان اجزای فعال یا محل‌های مورد نظر انجام می‌شود.

۱-۶ تاریخچه بازدارنده‌های خوردگی

اطلاعات راجع به بازدارنده‌ها در میان کتاب‌های خوردگی پراکنده است و تا حدی در میان الفاظ دیگر پنهان می‌باشد، که فقط مهمترین آنها می‌توانند خودشان را نشان دهند. همچنین مانند بسیاری از واژه‌های فنی، بحث کردن درباره بازدارنده‌ها مشکل است چرا که همه با آنچه که یک بازدارنده نامیده می‌شود، موافق نیستند و عده کمی با تمام شاخص‌هایی که در آن، بازدارنده عمل

1 . Inhibitor

می‌کند، توافق دارند. همانند سایر تکنیک‌ها، به درستی نمی‌توان مشخص کرد که ممانعت‌کننده‌ها از چه زمانی به عنوان یک تکنیک برای کنترل خوردگی به کار گرفته شده‌اند. استفاده از ممانعت‌کننده‌های خوردگی برای حفاظت فلزی را می‌توان در نیمه دوم قرن نوزدهم به طور جزئی مشاهده نمود. بطوریکه مارانگونی^۱ و استفانلی^۲ [۱۳] معجون‌هایی از چسب، ژلاتین و سبوس را برای محافظت از خوردگی آهن در اسیدها مورد استفاده قرار می‌دادند. نخستین استفاده ثبت شده از بازدارنده‌های خوردگی مربوط به ملاس و روغن‌های گیاهی برای حفاظت از صفحات استیل در اسیدها است که توسط بالدوین^۳ انجام گرفت [۱۴].

والدریپ طی مقاله‌ای در مجله خوردگی در سال ۱۹۴۸ به یک هزار و نهصد و چهل و سه گزارش که درباره خوردگی و کاربرد بازدارنده‌ها در چاه‌های نفت بودند، اشاره کرد. در طی سالهای ۵۴-۱۹۴۵ کاربرد بازدارنده‌ها در صنایع هواپیمایی، تجهیزات فرایند تولید آلومینیوم، بویلرها، سیستم‌های خنک‌کننده آب، پالایشگاه‌های نفت، مخازن کشتی‌ها و سایر موارد دیگر افزایش یافت [۱۲].

در مطالعه اولیه ممانعت‌کننده‌ها، با قرار دادن نمونه‌های فلزی در محلول‌های حاوی ممانعت‌کننده، تأثیر آن از طریق تعیین میزان کاهش وزن برآورد می‌گردید، ولی انتخاب ممانعت‌کننده همچنان براساس روش آزمون و خطا انجام می‌گرفت. مطالعات اساسی روی عامل‌های حاکم بر تأثیر ممانعت‌کننده تنها در چند دهه اخیر صورت گرفته است. پیشرفت‌های عملی بدست آمده نتیجه کار الکتروشیمیست‌ها بوده، که واکنش‌های مواد را در فصل مشترکشان با محیط دنبال کرده و به کمک ابزارهای مختلف، داده‌های مفیدی بدست آورده‌اند. این پیشرفت‌ها انتخاب دقیق‌تر مواد برای کاربردهای ویژه و بهترین بازدارنده را میسر می‌سازد [۱۲].

۱-۷ تعریف بازدارنده‌های خوردگی

یک بازدارنده، ماده شیمیایی است که هر گاه در غلظت‌های کم به یک محیط خوردنده اضافه گردد می‌تواند به طور مؤثری واکنش فلز با محیط را کنترل کند، کاهش دهد و یا از آن جلوگیری کند [۶]. بازدارنده‌ها را می‌توان در محیط‌های مختلف نظیر آب، روغن، نفت، رنگ‌ها، سیمان و غیره به کار برد.

1. Marangoni
2. Stephaneli
3. Baldwin

اثر یک بازدارنده بستگی به محیط اطراف و نوع فلز دارد. ماده‌ای که به عنوان بازدارنده برای یک فلز معین در یک محیط خورنده می‌تواند موثر باشد، ممکن است با تغییر هر یک از این پارامترها اثر آن تقلیل یابد یا حتی باعث تشدید خوردگی شود [۱۵].

چگونگی عملکرد یک ممانعت کننده را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد.

- به صورت یک فیلم نازک بر روی سطح یک ماده در حال خورده شدن جذب می‌شود.
- موجب تشکیل یک محصول خوردگی ضخیم می‌شود.
- با تغییر خصوصیات محیط، تولید رسوبات محافظ و حذف یا غیرفعال کردن گونه مهاجم از خوردگی جلوگیری می‌کند [۱۲].

۸-۱ طبقه بندی بازدارنده‌های خوردگی

برای طبقه بندی ممانعت کننده‌ها روش های مختلفی وجود دارد، که هر کدام ویژگی خاصی را در نظر می‌گیرد. بعضی از طبقه بندی های ارائه شده بصورت زیر می‌باشد:

۱-۸-۱ بازدارنده‌های اکسیدان^۱ و غیر اکسیدان^۲

این تقسیم بندی بر مبنای امکان و توانایی بازدارنده در روئین سازی فلز می‌باشد. به طور کلی بازدارنده‌های غیر اکسیداسیون به حضور اکسیژن محلول در سیستم جهت عمل بازدارندگی و نگهداری فیلم روئین احتیاج دارند، ولی بازدارنده‌های اکسیدان نیازی به اکسیژن محلول ندارند [۱۵].

۲-۸-۱ بازدارنده‌های خطرناک و بی خطر

هر ماده بازدارنده دارای غلظت موثر مشخص و معینی می‌باشد که در عمل باید با مقادیر کمی بالاتر از آن مورد استفاده قرار گیرد، به طوری که اگر غلظت بحرانی (حداقل) به کار رود ممکن است شدت خوردگی تسریع شود. لذا با توجه به مطالب فوق بازدارنده‌های بی خطر آن هایی هستند که چنانچه که غلظت آن ها کمتر از غلظت بحرانی باشد، فقط خوردگی یکنواخت ایجاد خواهد نمود، که میزان آن کمتر از حالتی است که بازدارنده اضافه نشده باشد. بازدارنده‌های خطرناک آن هایی هستند که در غلظت های کمتر از غلظت بحرانی منجر به حملات شدید و خوردگی های حفره‌ای می‌شود که میزان آن خیلی بیشتر از حالتی است که بازدارنده اضافه نشده باشد [۱۶].

1. Oxidant Inhibitor

2. Antioxidant Inhibitor