



بسم الله الرحمن الرحيم

زنگ

صاحب امتیاز: انجمن خوردگی ایران

مدیر مسئول: دکتر ابراهیم حشمت‌دهکردی

سر دبیر: مهندس احمد رضا بحرانی

اسامی هیئت مدیره و بازرسان (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر اسمعیل اکبری نژاد

مهندس محمد هادی جامعی

مهندس علیرضا حاتمی منفرد

دکتر فرشته رضایی

دکتر هادی عادل خانی

مهندس سید محمود کثیریها

مهندس کاظم کوزه‌کنانی

مهندس داریوش ماسوری

مهندس محمد نجمی

گرافیک و صفحه‌آراء: حجت عباسیان

همکاران انجمن (به ترتیب حروف الفبا):

نجمه سخنور، مجید شاه‌میرزاولو، نجمه عظیم‌زاده

ناشر: انجمن خوردگی ایران

زنگ

سال هجدهم، شماره ۷۴، پائیز ۱۳۹۷

فصلنامه علمی، آموزشی، ترویجی انجمن خوردگی ایران



فهرست مطالب

سخن آغازین	۲
مقاله:	
بررسی سرعت خوردگی فولاد X52 در آب مخزن سه فازی و بوت لخته‌گیر واحد TCF منطقه تنگ بیجار با آزمون قطبش	۴
دنیای خوردگی:	
واژه‌های خوردگی و حفاظت فلزات	۱۰
معرفی کتاب	۱۱
روی خط اینترنت	۱۲
فهرست مقاله‌های مجله Material Performance	۱۴
بیشتر بدانیم:	
پرونده ویژه	۱۶
خوردگی فولاد در بتن	۲۵
حفاظت کاتدی	۳۵
اخبار انجمن:	
آموزش	۴۰
اخبار انجمن	۴۱
فهرست کتاب‌های موجود در انجمن	۴۲
اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران	۴۴

زنگ، فصلنامه علمی، آموزشی، ترویجی انجمن خوردگی ایران از یکطرف با هدف ارتقای سطح دانش خوردگی متخصصان و دست اندرکاران علم و مهندسی خوردگی، ایجاد انگیزه در دانشجویان جهت پرداختن به فعالیت‌های پژوهشی و تحقیقاتی و از طرف دیگر اطلاع‌رسانی در باب مسائل مرتبط با خوردگی در سطوح داخلی و خارجی و ایجاد پل ارتباطی بین انجمن خوردگی ایران و اعضای آن، اساتید دانشگاه و پیشکسوتان صنعت منتشر می‌گردد.

• فصلنامه زنگ در ویرایش، رد یا قبول، حک و اصلاح مطالب آزاد است.

مقاله‌های دریافتی به هیچ عنوان عودت داده نمی‌شود.

• مسئولیت صحت مطالب، ارقام و نمودارها بر عهده نویسندگان و مترجمان مقاله‌ها خواهد بود.

• مقاله‌ها و دیدگاه‌های مندرج در فصلنامه زنگ، لزوماً به معنای تایید آن از طرف انجمن خوردگی ایران نمی‌باشد.

• اقتباس و نقل مطالب و استفاده از تصاویر فصلنامه با ذکر مأخذ آزاد است.

تهران، میدان فردوسی، خیابان شهید عباس موسوی (فرست)،

کوچه بهبهان، پلاک ۱۱، واحد ۳

تلفن: ۸۸۳۴۴۲۸۷-۸ و ۸۸۲۷۳۳۴

دورنگار: ۸۸۳۴۷۷۴۹ و ۸۸۲۷۳۳۴

پایگاه اینترنتی: www.ica.ir

پست الکترونیک: zangjournal@ica.ir

قیمت: ۱۵۰/۰۰۰ ریال

سخن آغازین

به نام خدا

با سلام و احترام خدمت خوانندگان محترم مجله زنگ، از اینکه مجله را با تأخیر فراوان به صورت دیجیتالی منتشر می‌کنیم بسیار پوزش می‌طلبیم. واقعیت این است که بر حسب روال گذشته منتظر شدیم تا شاید بازار کاغذ سروسامان بگیرد و روال گذشته را ادامه دهیم ولی این موضوع آنقدر به درازا کشید که دیگر توانی برای این کار نماند. انتشار مجله به صورت دیجیتالی درست است که با تأخیر روبرو شده است ولی در آینده دیگر با این تأخیر روبرو نخواهیم بود و هر وقت مجله آماده شد گذاشتن آن بر روی تارنمای انجمن در اسرع وقت انجام می‌گیرد و تمامی اعضا و علاقمندان انجمن می‌توانند بدون وابستگی به پُست و ارسال و دریافت، برخط (Online) مطالب مجله را ملاحظه کنند و به راحتی به دیگران به اشتراک بگذارند.

به راستی هم کشورها مجلات خود را در دنیا به سمت انتشار دیجیتال برده‌اند. ما هم که در یکی / دو تا نشریه عضو هستیم پس از شدت یافتن تحریرها به صورت دیجیتال مجلات را دریافت می‌کنیم. مسلماً امروزه سهولت انتشار و استفاده از نشریات به صورت دیجیتال افزایش یافته و دنیا، دنیای دیجیتال است. ما هم از این قاعده بین‌المللی مستثنی نیستیم. امید است بتوانیم بر تعهد انجمن که اطلاع‌رسانی مسائل خوردگی در اسرع وقت است باقی بمانیم و هرچه بیشتر در مسیر خدمت به شما مخاطبین عزیز انجمن و پیشرفت کشور قرار گیریم.



دکتر ابراهیم حشمت‌دهکردی
رئیس انجمن خوردگی ایران

نحوه ارسال مقاله به انجمن خوردگی ایران

علاقه‌مندان می‌توانند مقالات خود را به هر یک از نشریات زیر با صاحب امتیازی انجمن خوردگی ایران ارسال نمایند:

- نشریه علمی و پژوهشی "علوم و مهندسی خوردگی"

- نشریه علمی، ترویجی و آموزشی "زنگ"

- فصلنامه علمی و پژوهشی "علوم و مهندسی خوردگی"

فصلنامه علمی پژوهشی علوم و مهندسی خوردگی با مجوز شماره ۹۰/۳/۱۱/۱۰۰۴ مورخ ۱۳۹۰/۱/۱۰ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری توسط انجمن خوردگی ایران به چاپ می‌رسد. این فصلنامه با هدف انتشار نتایج جدیدترین تحقیقات و پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه علم و مهندسی خوردگی فلزات منتشر می‌شود. فصلنامه علمی پژوهشی علوم و مهندسی خوردگی همواره از دریافت مقاله‌ها اساتید، صاحب‌نظران و دانشجویان استقبال کرده و به ارتقاء سطح دانش و فناوری مهندسی خوردگی در کشور می‌اندیشد. مقاله‌ها ارسالی باید دارای قالب مشخصی باشند. این مقالات باید طبق دستورنامه موجود در بخش راهنمای نگارش مقاله موجود در پایگاه اینترنتی مجله نوشته شوند.

مدیر مسئول: دکتر هادی عادل‌خانی، سردبیر: دکتر محمدعلی گل‌عذار

پایگاه اینترنتی: CorrosionEngineering@ica.ir، پست الکترونیک: CorrosionEngineering@ica.ir

شماره تماس: ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸ (داخلی ۲)

- فصلنامه علمی، ترویجی و آموزشی "زنگ"

انجمن خوردگی ایران با هدف انتشار آخرین یافته‌های علمی کاربردی در جهت ارتقای سطح دانش خوردگی، گسترش تحقیقات و برقراری ارتباط هرچه بیشتر به‌منظور آشنایی مسئولان و صاحبان صنایع، اساتید دانشگاه‌ها، کارشناسان و پژوهشگران، نشریه انجمن را به‌صورت فصلنامه و به‌نام "زنگ" منتشر نموده است. به‌طور کلی انتشار نشریه زنگ اهداف مختلفی را بر مبنای رویکرد علمی (شامل ارتقای سطح علمی خوانندگان، برطرف نمودن سوالات و نیازهای تخصصی خوانندگان در مسائل مختلف خوردگی، بروز نگهداشتن اطلاعات خوردگی خوانندگان و تبادل تجربیات خوردگی)، رویکرد اطلاع‌رسانی (شامل اطلاع‌رسانی در سطوح داخلی و خارجی)، رویکرد انگیزشی و ترویجی، رویکرد ارتباطی و رویکرد توسعه‌ای دنبال می‌کند.

لازم به یادآوری است از آنجا که فصلنامه زنگ، یک مجله تخصصی علمی بوده و از سوی یک انجمن علمی به‌دست متخصصین می‌رسد، طبیعی است اهداف علمی آن غالب بر دیگر رویکردها باشد. دست‌اندرکاران فصلنامه زنگ درصدد هستند تا با افزودن بخش‌های مفید دیگر به بخش‌های قبلی، سطح کیفی آنرا ارتقاء بخشند.

مدیر مسئول: دکتر ابراهیم حشمت‌دهکردی، سردبیر: مهندس احمدرضا بحرانی

پایگاه اینترنتی: www.ica.ir، پست الکترونیک: ZangJournal@ica.ir

شماره تماس: ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸ (داخلی ۲)

بررسی سرعت خوردگی فولاد X52 در آب مخزن سه فازی و بوت لخته گیر واحد TCF منطقه تنگ بیجار با آزمون قطبش

مجتبی سلطانپور^{۱*}، مهدی تنه کار^۲

^۱ مهندس ارشد حفاظت فنی منطقه تنگ بیجار / نفت شهر، شرکت نفت مناطق مرکزی ایران (نفت و گاز غرب)

^۲ مهندس ارشد بازرسی فنی منطقه تنگ بیجار / نفت شهر، شرکت نفت مناطق مرکزی ایران (نفت و گاز غرب)

*E-mail: Mojtaba_sol@yahoo.com

چکیده

بررسی خوردگی به دو روش شیمیایی (کوپن گذاری و تعیین کاهش وزن) و الکتروشیمیایی (انجام آزمون های الکتروشیمیایی) امکان پذیر می باشد. با اندازه گیری سرعت خوردگی لحظه ای توسط دستگاه پتانسیو استات و مقایسه با نتایج کاهش وزن در کوپن های خوردگی می توان ارزیابی دقیقی از وضعیت خوردگی تجهیزات و تصمیم گیری مطلوب جهت میزان تزریق بازدارنده در جایگاه های موجود داشت. از آنجا که خورنده ترین فاز سیال خارج شده از چاه ها آب می باشد، از دو جایگاه بوت لخته گیر و مخزن سه فازی پایگاه TCF منطقه تنگ بیجار نمونه های آب ترش که از فاز گاز و میعانات گازی جدا شده است، گرفته شد. هم چنین نمونه فلزی از فولاد 5L X52 به صورت استاندارد ساخته شد و آزمون اندازه گیری سرعت خوردگی به روش قطبش انجام گردید و نتایج با نتایج کاهش وزن کوپن های خوردگی مقایسه شد. نتایج نشان می دهد تطابق خوبی بین نتایج به دست آمده از کوپن ها و آزمون قطبش می باشد و میزان خوردگی آب جدا شده از بوت لخته گیر TCF به دلیل میزان بیشتر بازدارنده، کمتر از میزان خوردگی آب جدا شده از مخزن سه فازی می باشد.

واژه های کلیدی: کوپن خوردگی، آب ترش، قطبش؛

۱- مقدمه

می باشد. از طریق اندازه گیری سرعت خوردگی می توان اقدامات واکاوی به منظور کاهش خسارت خوردگی انجام داد و عمر باقیمانده تجهیزات را نیز محاسبه نمود. با نصب کوپن خوردگی که در حال حاضر در منطقه تنگ بیجار نیز انجام می شود، سرعت خوردگی از روش کاهش وزن کوپن ها محاسبه می گردد که این روش علاوه بر زمان بر بودن، فقط سرعت خوردگی متوسط در مدت زمان معین را مشخص می نماید. اما استفاده از روش های الکتروشیمیایی مانند قطبش خطی می تواند سرعت خوردگی را در حداقل زمان ممکن و به صورت واقعی اندازه گیری کند.

دستگاه های پتانسیواستات / گالوانواستات، جهت مطالعات الکتروشیمیایی خوردگی ابزارهایی کارا و توانمند هستند. این دستگاه یک تجهیز

فلزات به عنوان یکی از پرکاربرترین مواد در صنایع مختلف، به دلیل قرارگیری در شرایط مختلف جوی و مجاورت دائم با هوا و رطوبت محیط همواره در معرض خوردگی قرار دارند. با وجود روش های فیزیکی متعدد (مانند گراویمتری / وزن سنجی) در مطالعات خوردگی، روش های الکتروشیمیایی به دلیل دقت و صحت بالا، برآورد مکانیزم خوردگی و ارائه اطلاعات بیشتری از جزئیات خوردگی، با صرف کمترین هزینه و زمان از اهمیت و کاربرد بیشتری نسبت به سایر روش ها برخوردار است [۱].

بررسی خوردگی به دو روش شیمیایی (کوپن گذاری و تعیین کاهش وزن) و الکتروشیمیایی (انجام آزمون های الکتروشیمیایی) امکان پذیر

۲-۱ - تهیه نمونه آزمایش

جهت انجام آزمایش خوردگی، نمونه‌ای با اندازه ۰/۴ سانتی متر مربع از فولاد API 5L X52 ساخته شد (مطابق نمونه استاندارد دستگاه) و آماده‌سازی آن به ترتیب با سمباده‌های ۲۲۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ انجام گردید. پس از آماده‌سازی سطح مطابق شکل ۱ نمونه ساخته شده بر روی الکتروکدیسک چرخان (RDE) نصب و به عنوان الکتروکد کار بر روی سل قرار گرفت.

۲-۲ - محیط آزمایش

نمونه‌های آب گرفته شده از بوت لخته‌گیر و مخزن سه فاز به عنوان الکترولیت آزمایش انتخاب شدند. از آنجا که بازدارنده تزریقی در ورودی لخته‌گیر واحد TCF از نوع سه فاز می‌باشند لذا در فاز آب همراه با هیدروکربن نیز وارد می‌شود و باعث کاهش سرعت خوردگی و تشکیل فیلم محافظ بر روی سطح لوله می‌گردد. به منظور ایجاد شرایط متناسب با محیط واقعی نمونه قبل از آزمون، توسط الکتروکد RDE با سرعت ۳۰۰ rpm به مدت ۵ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سلسیوس چرخانده شد، تا فیلم محافظ بازدارنده موجود در آب بر روی سطح الکتروکد کار تشکیل شود. هم چنین نمونه‌های دیگری بدون چرخش و ایجاد تلاطم در محیط تحت آزمون قطبش قرار گرفتند که بازدارنده اثر ضعیفی بر روی سطح آنها داشته و بدین ترتیب می‌توان اثر بخشی بازدارنده را دو حالت مذکور بررسی کرد.

۲-۳ - آزمون قطبش خطی (LPR)

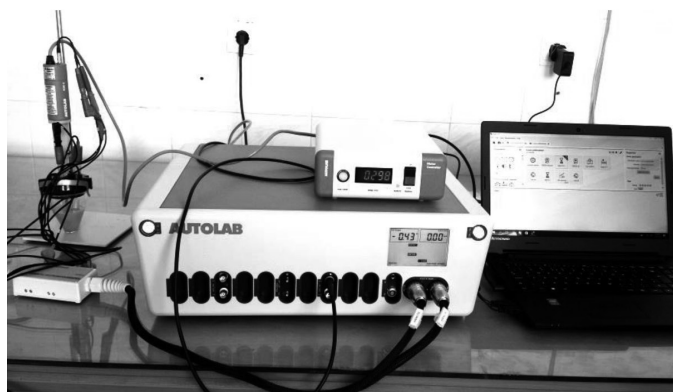
قبل از انجام آزمایش قطبش خطی، پتانسیل مدار باز الکتروکد کار، اندازه‌گیری شد که نشان دهنده رسیدن به حالت پایدار الکتروکد کار در الکترولیت می‌باشد. آزمون قطبش خطی در الکترولیت های ذکر شده در محدوده ± 200 میلی ولت از پتانسیل مدار باز و با سرعت اسکن ۱ mV/s در دمای ۳۰ درجه سلسیوس انجام شد. سپس نمودارهای به دست آمده مورد تجزیه و تحلیل تافل قرار گرفت و سرعت خوردگی اندازه‌گیری شد و در پایان با نتایج به دست آمده از آزمون کاهش وزن کوپن‌ها مقایسه گردید.

الکترونیکی است که به یک سل الکتروشیمیایی متشکل از الکتروکد کار، الکتروکد مرجع و الکتروکد کمکی متصل می‌شود و با اعمال پتانسیل‌های مختلف بین الکتروکد کار و الکتروکد مرجع می‌تواند تغییرات جریان بین الکتروکد کمکی و الکتروکد کار را اندازه‌گیری کند. الکتروکد کار همان نمونه فلزی است که آزمون‌های الکتروشیمیایی مورد نظر بر روی آن انجام می‌شود. الکتروکد مرجع معمولاً نقره / کلرید نقره (Ag/AgCl) یا کالومل می‌باشد و الکتروکد کمکی نیز معمولاً از جنس پلاتین یا گرافیت ساخته می‌شود. با برقراری سل الکتروشیمیایی و اتصال آن به دستگاه پتانسیواستات می‌توان آزمون‌های متعدد الکتروشیمیایی را انجام داد [۲].

روش الکتروشیمیایی که برای اندازه‌گیری سرعت خوردگی مورد استفاده قرار می‌گیرد استفاده از منحنی قطبش می‌باشد. در این روش از دو متد برون‌یابی (extrapolation) تافل و مقاومت قطبش استفاده می‌شود. روش‌های قطبش در مقایسه با روش کاهش وزن نیاز به زمان کمتری داشته و سریعتر انجام می‌شوند. رابطه تافل با واکنش واکاوی فرآیندهای آندی و کاتدی مرتبط می‌باشد. برای یک واکنش الکتروشیمیایی تحت واکاوی واکاوی، منحنی‌های قطبش در صفحه مختصات E بر حسب $\log i$ بصورت خطی بوده که رفتار تافل نامیده می‌شود. با برون‌یابی شیب منحنی‌های کاتدی و آندی تافل می‌توان پتانسیل خوردگی را بدست آورد (E_{corr}). نقطه تقاطع نشان دهنده دانسیته جریان خوردگی (I_{corr}) یا سرعت خوردگی می‌باشد. [۳] در پتانسیل خوردگی E_{corr} سرعت واکنش کاتدی با سرعت واکنش آندی (خوردگی فلز) برابر می‌شود. ثابت‌های تافل β_a و β_c از طریق محاسبه شیب منحنی آندی و کاتدی بدست می‌آیند [۴].

شایان ذکر است که در حال حاضر نرم‌افزارهای مختلفی وجود دارند که با استفاده از آنها شیب منحنی‌های تافل و جریان خوردگی و مقاومت قطبش بسادگی محاسبه می‌شوند، [۵]. استاندارد ASTM G-102 نحوه محاسبه را به صورت عملی نشان می‌دهد [۶]. در این تحقیق آب جدا شده از بوت لخته‌گیر و مخزن سه فاز پایگاه TCF منطقه تنگ بیجار تحت آزمون قطبش قرار گرفت و نتایج به دست آمده با نتایج کاهش وزن کوپن‌های خوردگی مقایسه گردید.

۲ - روش تحقیق



ب



الف

شکل ۱ - الف) نمونه آماده شده جهت انجام آزمون خوردگی، ب) تجهیزات و سل جهت انجام آزمایش

۲-۴- اندازه‌گیری pH و تجزیه و تحلیل آب

پس از انجام آزمون قطبش اقدام به اندازه‌گیری pH محلول‌های آزمایش گردید. هم چنین مقدار شوری و کلراید آب توسط تیتراسیون و مقدار یون آهن موجود در آب توسط اسپکتروفتومتری تعیین گردید.

۳- نتایج

۳-۱- نتایج آزمون قطبش

پس از اندازه‌گیری پتانسیل مدار باز نمونه در محیط‌های مختلف (جدول ۱) آزمون قطبش با تجزیه و تحلیل تافل انجام گرفت که نتایج مطابق شکل ۲، ۳ و جدول ۲ می‌باشد.

همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود پتانسیل مدار باز نمونه موجود در آب لخته‌گیر پس از اثر گذاری کامل بازدارنده مثبت‌تر شده است اما برای نمونه موجود در آب مخزن سه فاز در دو حالت آزمون شده پتانسیل مدار باز چندان تغییری نکرده است که این نشان دهنده عدم اثرگذاری مطلوب بازدارنده بر سطح نمونه می‌باشد.

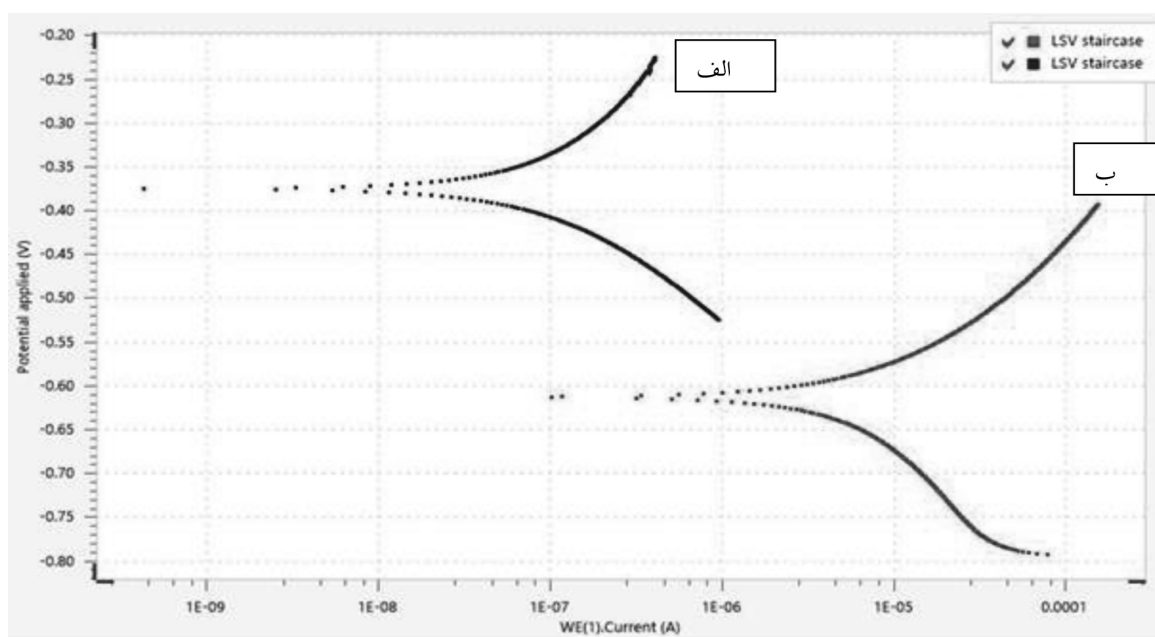
در اثر حرکت نمونه داخل الکترولیت، بازدارنده باقیمانده در فاز آب بر روی سطح نمونه تشکیل فیلم محافظ داده و مقاومت به خوردگی را افزایش می‌دهد که برای نمونه آزمون شده در آب لخته‌گیر این بیان مصداق دارد. با توجه به اینکه در ورودی لخته‌گیر بازدارنده آمینی تزریق می‌شود (همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود)، بیشترین مقاومت قطبش مربوط به نمونه A بوده که نشان می‌دهد بازدارنده به

خوبی بر روی سطح، فیلم محافظ تشکیل داده است. در نمونه ساکن در آب لخته‌گیر، به دلیل عدم اثرگذاری مطلوب بازدارنده بر روی سطح، نرخ خوردگی بسیار بالاتری نسبت به حالت همراه با چرخش مشاهده شده است که نشان از عملکرد ضعیف بازدارنده در این حالت دارد. با این حال به دلیل وجود بازدارنده کافی در آب (با توجه به رنگ کدر آب و مقاومت قطبش بالا) حتی در حالت سکون نیز بازدارنده بر سطح اثر گذار بوده و سرعت خوردگی در حد پذیرش می‌باشد. در نتیجه خوردگی فولاد مورد نظر در آب خروجی بوت لخته‌گیر TCF در حال حاضر در حد خوردگی کم (mild corrosion) تعریف می‌شود.

نمونه آزمون شده در آب مخزن سه فاز در آب لخته‌گیر می‌باشد. در بالاتری نسبت به نمونه آزمون شده در آب لخته‌گیر می‌باشد. در نمونه بدون چرخش سرعت خوردگی بالاتر از حد پذیرش بوده و در حالت همراه با چرخش، سرعت خوردگی کاهش داشته است اما باز هم نسبت به سرعت خوردگی به دست آمده از آب لخته‌گیر بسیار بیشتر است. با توجه به رنگ شفاف آب و مقاومت پایین قطبش به نظر می‌رسد مقدار بازدارنده باقی مانده در آب جدا شده از مخزن سه فاز بسیار کمتر از بازدارنده موجود در آب بوت لخته‌گیر بوده و این مساله باعث عدم تشکیل فیلم محافظ به صورت پیوسته بر روی سطح نمونه شده است. لازم به ذکر است حجم آب جدا شده در مخزن سه فاز نیز نسبت به آب جدا شده از سیال لخته‌گیر بسیار ناچیز می‌باشد.

جدول ۱- مقادیر پتانسیل مدار باز برای آب مخزن سه فاز و لخته‌گیر

آب مخزن سه فاز		آب لخته‌گیر		الکترولیت
نمونه بدون چرخش C	نمونه همراه با چرخش D	نمونه بدون چرخش B	نمونه همراه با چرخش A	
-۵۲۰	-۵۸۰	-۵۹۳	-۳۷۶	پتانسیل مدار باز (mv)



شکل ۲- منحنی قطبش جهت نمونه فولادی در محلول آب بوت لخته‌گیر TCF: (الف) همراه با چرخش، (ب) بدون چرخش

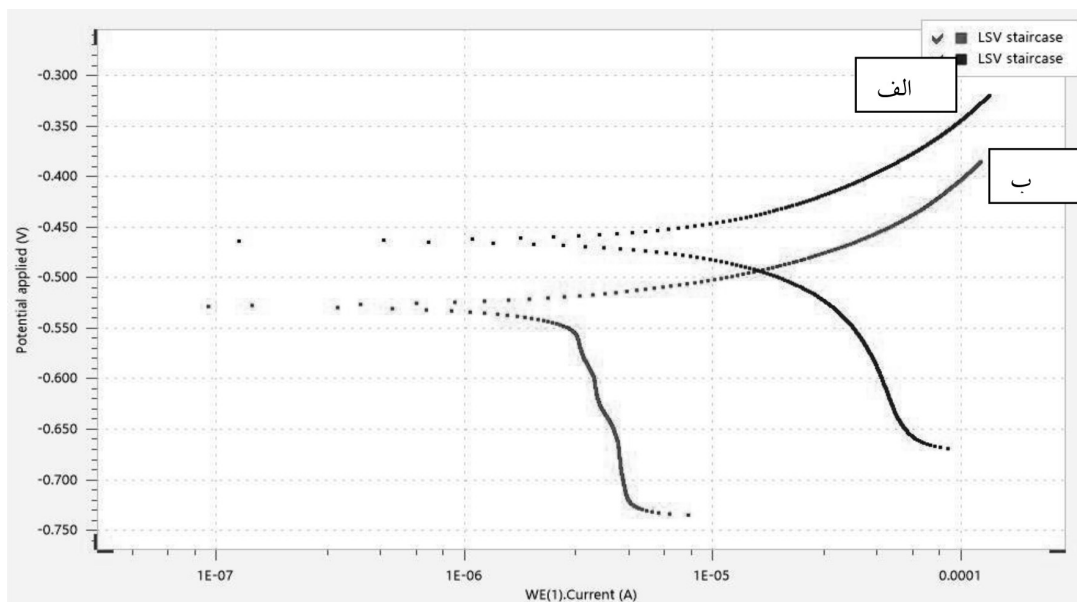
۳-۲ - نتایج اندازه‌گیری pH و تجزیه و تحلیل آب

نتایج مربوط به pH و تجزیه و تحلیل محلول‌های آزمایش مطابق جدول شماره ۳ می‌باشد.

با توجه به جدول فوق هر دو سیال آب مخزن سه فازی و آب بوت لخته‌گیر از نظر pH و مجموع یون آهن در حد قابل قبولی قرار داشته و اختلاف pH قابل ملاحظه نمی‌باشد.

۳-۳ - مقایسه نتایج کاهش وزن با آزمون قطبش

نتایج آخرین کوپن‌گذاری در جایگاه‌های خروجی آب بوت لخته‌گیر و مخزن سه فازی و نتایج حاصل از آزمون قطبش خطی مطابق جدول ۴ با یکدیگر مقایسه گردید. جهت نزدیک بودن شرایط آزمایش



شکل ۳ - منحنی قطبش جهت نمونه فولادی در محلول آب مخزن سه فازی (الف: بدون چرخش، ب: همراه با چرخش)

جدول ۲ - نتایج تجزیه و تحلیل تافل

نمونه	Ba (V/dec)	bc (V/dec)	E_{corr} , Ob (V)	j_{corr} (A/cm ²)	Corrosion rate (mpy)	Corrosion rate (mm/year)	Polarization resistance (Ω)
A	۰/۲۴۶۹۸	۰/۱۴۹۴۶	-۰/۳۷۵۰۷	۲/۸۶E-۰۷	۰/۱۳	۰/۰۰۳۳۲۳	۳۶۷۲۷۰
B	۰/۰۹۷۶۴	۰/۱۲۹۱۱	-۰/۶۱۲۶	۵/۲E-۰۶	۱/۱۴	۰/۰۲۹۰۶۲	۶۴۷۹/۷
C	۰/۱۱۸۴۵	۰/۱۸۷۵۷	-۰/۴۶۳۸	۹/۸۹E-۰۶	۴/۵۲	۰/۱۱۴۸۸	۲۴۱۶/۱
D	۰/۰۳۸۰۶۲	۰/۴۴۵۶۲	-۰/۴۸۷۸	۵/۴۵E-۰۶	۲/۴۹	۰/۰۶۳۳۷	۷۲۵۲/۷

جدول ۳ - pH مربوط به محلول آزمایش

محلول آزمایش	pH	شوری (Salinity) ppm	کلراید (Cl) ppm	سدیم ppm	مجموع آهن ppm
آب مخزن سه فازی	۵/۹۴	۵۸/۵	۳۵/۵	۲۳	۲/۲۳
آب بوت لخته‌گیر	۶/۳۷	۵۸/۵	۳۵/۵	۲۳	۲/۲۱

جدول ۴ - مقایسه نتایج کاهش وزن و قطبش

نمونه	الکترولیت	سرعت خوردگی (mpy)	
		کوپن خوردگی	قطبش خطی
فولاد X52	آب مخزن سه فازی D	۰/۳	۲/۴۹
	آب بوت لخته‌گیر A	۰/۲۶	۰/۱۳

در جایگاه خروجی آب مخزن سه فازي اختلاف نسبتا بالايي وجود دارد. احتمالا با توجه به حجم بسيار كم آب مخزن سه فازي كوپن هاي خوردگي در ميعانات گازي به جاي آب قرار مي گيرند. با در نظر گرفتن اينكه در جايگاه هاي مذكور چندين مورد خوردگي در ساعت ۶ مشاهده شده كه حتي منجر به تعويض ناحيه خوردگي نيز گرديده است، به نظر مي رسد داده هاي به دست آمده از كوپن خوردگي چندان واقعي به نظر نمي رسد.

نتيجه گيري

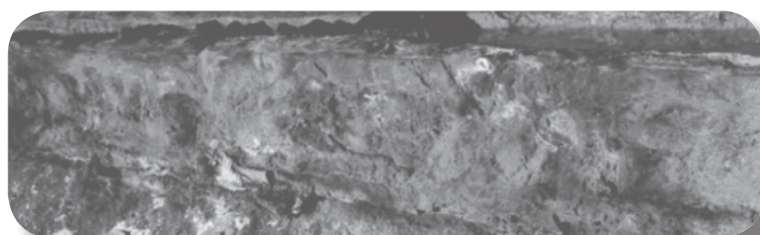
به حالت واقعي (تلاطم موجود در سيال) از نتايج نمونه هايي كه همراه با چرخش بوده اند، استفاده شده است. از مقايسه نتايج كوپن گذاري و آزمون قطبش موارد به شرح ذيل مي باشد. - نتايج کاهش وزن و قطبش جهت نمونه آزمون شده در آب خروجي لخته گير با يكدیگر هم خواني داشته و هر دو عدد، خوردگي مشابهي را گزارش مي كنند. - بين سرعت خوردگي به دست آمده از آزمون قطبش و کاهش وزن كوپن

به طور كلي اثر بخشي بازدارنده آميني روي لخته گير و ساير تاسيسات پايگاه TCF مناسب بوده و از نظر ميزان pH و سرعت خوردگي بدست آمده از طريق شيميائي و الكتروشيميائي در حد قابل قبولي قرار دارد. هم چنين به نظر مي رسد ميزان بازدارنده كمترى در آب مخزن سه فازي وجود دارد لذا آب موجود در اين مخزن مي تواند اثر مخرب تري از نظر خوردگي داشته باشد كه تعميرات انجام شده و مشاهده خوردگي داخلي اتصالات و لوله هاي مربوط به اين مخزن گواه اين مطلب مي باشد.

مراجع

- [1] E. E. Stansbury, R. A. Buchanan, Fundamental of Electrochemical Corrosion, ASM International, 2000.
- [2] M. G. Fontana, Corrosion Engineering, Second Edition, 1978.
- [3] B. Wallen, J. Oisson, Corrosion Resistance in Aqueous Media, Handbook of Stainless steel, McGraw-Hill, New York, 1997.
- [4] ASTM G 3-89: Standard Practice for Convention Applicate to Electrochemical Measurement in Corrosion Testing.
- [5] ASTM G5 94: Standard Reference Test Method for Making Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements
- [6] ASTM G102: Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements

دنیای خوردگی



● واژه‌های خوردگی و حفاظت فلزات

● معرفی کتاب

● روی خط اینترنت

● فهرست مقاله‌های مجله MP

● واژه‌های خوردگی و حفاظت فلزات



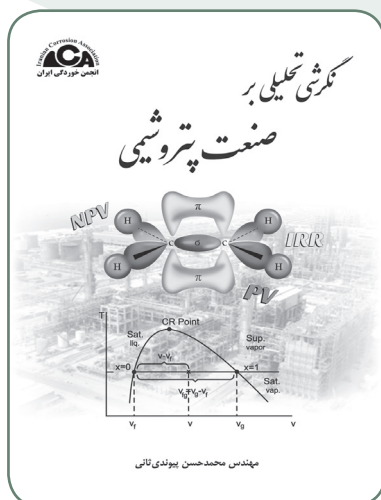
واژه‌های مهندسی خوردگی که در این بخش آورده شده است، از سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۵؛ توسط گروه واژه‌گزینی فرهنگستان زبان و ادب فارسی با همکاری انجمن خوردگی ایران، در کارگروه برو ن‌پذیر مهندسی خوردگی بررسی و در شورای واژه‌گزینی تصویب شده‌اند که به ترتیب حروف الفبا در مجله زنگ منتشر می‌گردد.

واژه‌های مصوب خوردگی که به صورت یک جلد کتاب نیز منتشر شده است، شامل ۶۷۸ واژه است که در هر شماره از مجله زنگ برخی از آن‌ها درج می‌شوند.

آ، ا

low-pressure spraying	افشانش کم‌فشار افشانش با هوا در شرایط متعارف
thermal spraying	افشانش گرمایی فرایند پوشانش سطح قطعات با ذرات فلزی یا نیمه‌فلزی مذاب یا نیمه‌مذاب
nozzle	افشانک وسیله‌ای با دهانه‌ای مناسب برای خروج مخلوط مایع و جامد یا مایع و مایع یا مایع گاز با فشار نسبتاً بالا
airless spray	افشانه فشاری میزان خوردگی در واحد زمان
superalloy	آبرآلیاژ دستگاهی برای پوشش‌دهی که در آن ماده پوششی با فشار زیاد به سر تفنگ رانده می‌شود و بر اثر کاهش فشار به صورت قطرات ریزی از تفنگ خارج می‌شود
oxidation	اکسایش واکنشی که در آن ترکیبات یا بنیان‌ها الکترون از دست می‌دهند
	اکسایش داخلی ← خوردگی زیرسطحی
	اکسایش دما بالا ← خوردگی دما بالا
catastrophic oxidation	اکسایش فاجعه‌بار نوعی واکنش فلز - اکسیژن که در آن، با افزایش زمان، میزان آسیب و آهنگ خوردگی پیوسته افزایش می‌یابد و در نتیجه، اکسید فلزی از زیر آیند (substrate) جدا می‌شود و خاصیت حفاظت‌کنندگی آن از دست می‌رود
selective oxidation	اکسایش گزینشی اکسید شدن یکی از عناصر تشکیل‌دهنده آلیاژ، معمولاً فعال‌ترین عنصر آن
oxidative	اکسایشی مربوط به اکسایش
oxidant, oxidizer, oxidizing agent	اکسنده ماده‌ای که ماده دیگر را اکسید می‌کند
oxygen scavenger	اکسیژن‌خوار نوعی ماده شیمیایی افزودنی به محیط‌های آبی که با واکنش با اکسیژن و زدودن آن از محیط و افزایش قطبش کاتدی ناشی از اکسیژن، موجب کاهش خوردگی می‌شود

معرفی کتاب (زیر چاپ)



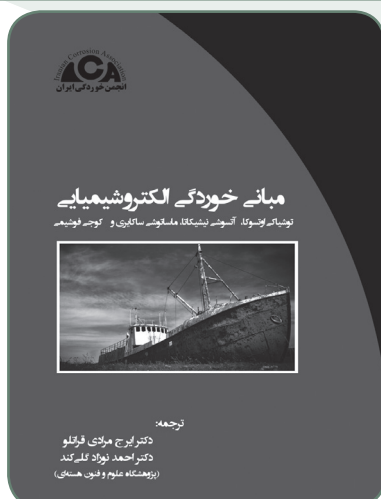
عنوان: نگرشی تحلیلی بر صنعت پتروشیمی

مؤلف: مهندس محمدحسن پیوندی ثانی

ناشر: انجمن خوردگی ایران

کتاب به همت یکی از مدیران کارای شرکت ملی صنایع پتروشیمی به رشته تحریر درآمده، به رغم گستردگی فرآیندهای پتروشیمی؛ نگاه ویژه‌ای بر صنعت پتروشیمی دارد و مطالب مهمی را به طیف وسیع مخاطبان آن، چه در صنعت و چه در بین دانشگاهیان؛ ارائه می‌دهد و گاه نگاه مخاطب را به نکاتی جلب می‌کند که اندیشیدن به آن، می‌تواند نظرها را به صنعت پتروشیمی متوجه نماید تا با تمرکز بیشتر بر این صنعت نوپا؛ زمینه رشد آن را با نگرش جدید متحول نماید. انجمن خوردگی ایران در سال‌های شکوفایی پتروشیمی در ایران، ضمن همکاری‌های تنگاتنگی که با کارشناسان و مدیران این صنعت نوپا برقرار نموده؛ آینده روشنی بر گسترش همکاری‌های رو به جلو را پیش‌بینی می‌نماید و لذا مطالعه این کتاب را برای دانشجویان و کارشناسان صنعت مفید ارزیابی نموده و بدین وسیله از آقای مهندس پیوندی به‌عنوان مؤلف آن تقدیر و تشکر نموده و توفیق ایشان را از خداوند متان خواستار است.

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه، سال نشر: ۹۸ - ۹۷، تعداد صفحه: ۲۸۸، قیمت: ۷۰۰.۰۰۰ ریال



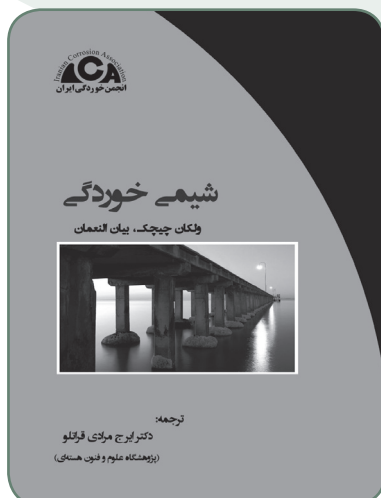
عنوان: مبانی خوردگی الکتروشیمیایی

مؤلف: دکتر احمد نوزاد و دکتر ایرج مرادی

ناشر: انجمن خوردگی ایران

این کتاب علیرغم وجود کتاب‌های الکتروشیمیایی و منابع خوردگی بسیار، از ویژگی‌های خاصی برخوردار است و اینکه ترجمه آن بسیار روان، ساده و اصولی است. ضمن اینکه تمامی روش‌های جدید مطالعه خوردگی نظیر: روش‌های تشخیص ترکیبات سطحی با استفاده از بازتاب نوری، بیضی‌سنجی، طیف‌سنجی ارتعاش مولکولی، طیف‌سنجی فوتوالکترونی اشعه ایکس (XPS)، طیف‌سنجی الکترون اوزه و روش‌های میکروالکتروشیمیایی، اندازه‌گیری EIS، پیل میکروالکتروود (MEC)، پیل میکروموتیونی، روش‌های الکتروود روبشی (SRET) و روش‌های الکتروود ارتعاشی را به منظور عمق بخشیدن به تحقیقات خوردگی را ارائه نموده است.

شمارگان: ۵۰۰ نسخه، سال نشر: ۹۸ - ۹۷، تعداد صفحه: ۱۸۹، قیمت: ۳۰۰.۰۰۰ ریال



عنوان: شیمی خوردگی

مؤلف: دکتر ایرج مرادی قراتلو

ناشر: انجمن خوردگی ایران

خوردگی یک زمینه بین‌رشته‌ای وابسته به بسیاری از رشته‌های علمی بوده، و به هیچ رشته اصلی تعلق ندارد. خوردگی در درجه اول به علوم مهندسی اصلی مانند مهندسی شیمی، مهندسی عمران، مهندسی نفت، مهندسی مکانیک، مهندسی متالورژی، مهندسی معدن و غیره و علوم پایه مانند رشته‌های شیمی فیزیک، شیمی معدنی و شیمی تحلیلی و همچنین فیزیک و زیست‌شناسی، به عنوان مثال، الکتروشیمی، شیمی و فیزیک سطح، شیمی محلول، ساختارهای بلوری و آمورف و شیمی و فیزیک حالت جامد، میکروبیولوژی و غیره مربوط است. در این کتاب سعی شده است فرآیند خوردگی با در نظر گرفتن هر دو جنبه علمی و مهندسی آن به‌طور خلاصه بیان شود. از این‌رو، این کتاب با داشتن جنبه بین‌رشته‌ای، خواننده را با جزئیات فراوانی درگیر نمی‌کند، بلکه مطالب را به صورتی بیان می‌کند که برای درک این فرآیند کافی باشد.

این کتاب به دلیل ضرورت وجود کتابی در حوزه شیمی خوردگی و علم خوردگی، به عنوان مرجعی برای مهندسان و کتاب درسی برای دانشجویان نوشته و منتشر شده است، و می‌تواند به عنوان یک کتاب درسی بسیار مناسب برای یک نیمسال تحصیلی مورد استفاده قرار گیرد.

شمارگان: ۵۰۰ نسخه، سال نشر: ۹۸ - ۹۷، تعداد صفحه: ۱۸۹، قیمت: ۳۰۰.۰۰۰ ریال

روی خط اینترنت

هر ساله همایش و نمایشگاه‌های ملی و بین‌المللی در ایران برگزار می‌گردد

در بخش روی خط اینترنت این شماره از نشریه برخی همایش‌ها، نمایشگاه‌ها و رویدادهای مهم را به اطلاع خوانندگان محترم می‌رسانیم.

انجمن خوردگی ایران به‌عنوان حامی رسانه‌ای و معنوی این‌گونه همایش‌ها و نمایشگاه‌ها از تمامی اعضاء و خوانندگان محترم خود جهت بازدید و شرکت در این رویدادهای مهم دعوت به عمل می‌آورد.

فراخوان

مجله زنگ جهت غنی کردن بار آموزشی و محتوایی بخش روی خط اینترنت آمادگی دارد تمامی مطالب، اخبار، تحلیل‌ها و دیدگاه‌های کارشناسان، دست‌اندرکاران و علاقه‌مندان به علم و مهندسی خوردگی و مرتبط به آن را در تمامی حوزه‌ها منتشر نماید.

لازم به ذکر است مطلب ارسالی با نام فرستنده درج خواهد شد ضمن اینکه درج منبع اصلی مطلب نیز الزامی می‌باشد.

علاقه‌مندان می‌توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر با انجمن خوردگی ایران، تماس حاصل نمایند.

تلفن: ۸ - ۸۷ - ۴۲ ۳۴ ۸۸ داخلی ۲ - انتشارات

www.ica.ir



**دومین نمایشگاه
تخصصی بین‌المللی
جایگاه‌های سوخت
و صنایع وابسته**



تولید، توزیع، بهینه‌سازی، سرمایه‌گذاری، خدمات و تجهیزات
۲ الی ۵ اسفند ۱۳۹۷
تهران، محل دائمی نمایشگاه‌های بین‌المللی



The 2nd International Exhibition of
Fuel Stations
and Related Industries
Production, Transfer, Distribution
Investment, Services and Equipment
February 21 - 24 2019
Tehran International Permanent Fairground



شرکت سهامی نمایشگاه‌های بین‌المللی
جمهوری اسلامی ایران
Iran International Exhibitions Co.



انجمن ملی خوردگی
CNG



انجمن سازندگان تجهیزات
صنعتی ایران (آسیا)



انجمن صنایع فولاد ایران
FIC



انجمن خوردگی ایران
ICA



انجمن خوردگی ایران
IROCI

تلفن: ۰۲۱ ۸۸ ۶۵ ۶۱۲۵
۰۲۱ ۸۸ ۶۵ ۶۱۶۹
www.miladfair.com
info@miladfair.com

میلادنور
MILAD FAIR

UFI
International Fair and Trade Association

مهرگان
Mehregan

مهرگان
Mehregan

مهرگان
Mehregan

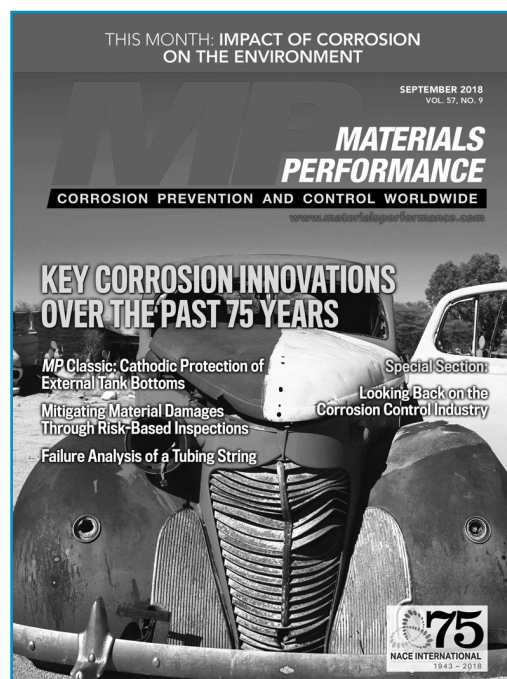


فهرست مقاله‌های مجله Material Performance

مجله Material Performance یکی از مجله‌های تخصصی معتبر در باب علم و مهندسی خوردگی و از انتشارات NACE، بوده و مقاله‌های چاپ شده در آن علاوه بر بعد علمی، به لحاظ کاربردی می‌تواند مفید باشد. فصلنامه زنگ، به منظور آشنایی خوانندگان با عناوین مقاله‌های این نشریه، فهرست مقاله‌ها منتشر شده در آن را ارائه خواهد نمود تا هر یک از خوانندگان بر اساس زمینه کاری خود از مقاله‌های این مجله بهره‌مند گردند. در این شماره از مجله تصاویر جلد مجله Material Performance آورده شده است و علاقمندان می‌توانند جهت مشاهده و مطالعه متن کامل مقاله‌ها به پایگاه اینترنتی <http://mp.epubxp.com> مراجعه نمایند.



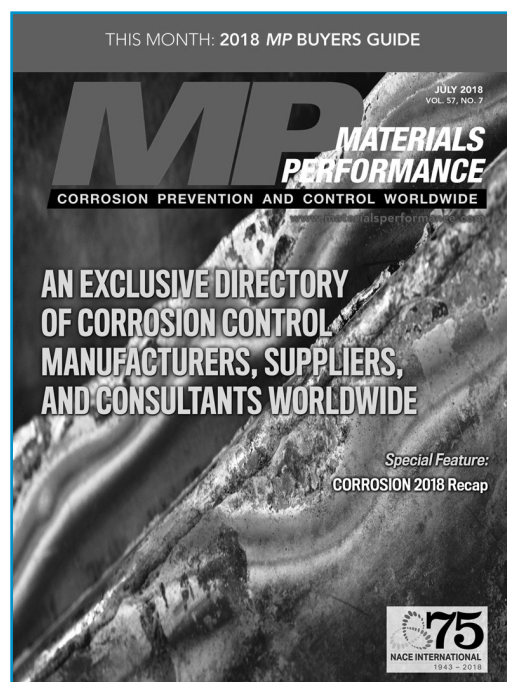
OCT 2018
VOL. 57, NO. 10



SEP 2018
VOL. 57, NO. 9



AUG 2018
VOL. 57, NO. 8



JUL 2018
VOL. 57, NO. 7

بیشتر بدانیم

بیشتر بدانیم



● پرونده ویژه

مدیریت مؤثر مواد شیمیایی در پایگاه‌های جانبی
(صنایع فرایندی، نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی)

● خوردگی فولاد در بتن

بررسی اثر دراز مدت نفوذ یون کلراید بر دوام بتن در
مناطق جنوب کشور
(مطالعه موردی: سواحل خلیج فارس)

● حفاظت کاتدی

حفاظت کاتدی پالسی

مدیریت مؤثر مواد شیمیایی در پایگاه‌های جانبی (صنایع فرایندی، نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی)

محمدرضا حامدغفاریان، مهندس ارشد جانبی‌ها و تصفیه‌خانه‌های ۲۰ و ۲۱ پارس جنوبی

شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی، شرکت ملی گاز ایران

۱ - مقدمه

صنایع فرایندی، نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی بسته به شرایط جغرافیایی و مالکیتی خود دارای پایگاه‌های جانبی ویژه‌ای هستند. این پایگاه‌های جانبی که در ادبیات حاکم بر جامعه مهندسی ایران از آن‌ها به آب، برق و بخار تعبیر می‌شود می‌توانند شامل زیر مجموعه‌های مختلفی باشند. در اصطلاح طراحی فرایند به هر یک از این زیر مجموعه‌ها یک واحد گفته می‌شود. این واحدها می‌توانند شامل گاز - مایع سوختی تا آب خوراک بویلرهای یک مجتمع صنعتی باشند. طراح پایگاه برای هر یک از واحدها وظیفه‌ای مشخص در نظر گرفته و در اسناد طراحی پایه آن صنعت؛ یک ارتباط منطقی بین این واحدهای مختلف در نظر گرفته شده است.

یکی از نیازهای واحدهای مختلف جانبی افزودن دوزی سیال مشخص و البته مؤثر از مواد شیمیایی ویژه برای واکاوی کیفیت خوراک، محصول، تداوم عملیات و عمر مفید این واحدها است. برای مثال نیاز است که شبکه توزیع بخار و جمع‌آوری کندانس دارای سطح مشخصی از رسانایی ویژه، قلیائی بودن و اکسیژن محلول باشد. آب خوراک بویلر دارای مشخصات مناسبی از سختی کلسیم و اکسیژن محلول باشد. آب آتش‌نشانی دارای پتانسیل خوردگی مشخصی بوده و شرایط رشد میکروب در آب خنک‌کننده در سطح قابل قبولی واکاوی شود. این‌ها و بسیاری دیگر همگی جزو مهمترین پارامترهای ضمانت‌کننده تداوم تولید هر جانبی، کیفیت جانبی تولیدی و عمر مفید تجهیزات است. جدول ۱ مهمترین نیازهای پایگاه‌های جانبی به واکاوی کیفیت از طریق مواد شیمیایی را نشان می‌دهد^۱.

برای رسیدن به بیشینه بهره‌وری در زمینه واکاوی شیمیایی پایگاه‌های جانبی؛ مدیریت مؤثر مواد شیمیایی به عنوان یک گام بزرگ و بسیار کارآمد به جامعه مهندسی کشور معرفی می‌شود. در صورت به دست آوردن شناختی درست از این مفهوم، می‌توان بسیاری از هزینه‌های تحمیل شده به صنایع فرایندی، نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی را در زمینه‌های کیفیت محصولات تولیدی، صرفه‌جویی در خوراک واحدها و همچنین عمر مفید تجهیزات کاهش داد.

۲ - اهمیت مواد شیمیایی

در ابتدای طراحی یک واحد فرایندی جانبی، تناژ مورد نیاز از محصول آن واحد توسط تیم طراحی فرایندهای تولیدی - اصلی به طراح واحد(های) جانبی ارائه می‌گردد. مهندس طراح واحد جانبی با توجه به نیاز واحدهای فرایندی تولیدی - اصلی اقدام به طراحی، ساینینگ و یا سفارش‌گذاری و انتخاب پکیج برای آن تولید مشخص از جانبی می‌نماید. در این میان کیفیت هر جانبی مشخص به عنوان متغیری وابسته به نوع فرایند تولید آن جانبی مشخص؛ یکی از داده‌های ثابت ورودی در طراحی خواهد بود. به عنوان مثال هنگامی که تشخیص داده می‌شود برای ریبویلر یک برج تقطیر میعانات گازی و یا نفت خام بخار با دبی و فشار به ترتیب ۲۷ton/h و ۴۲barg مورد نیاز است؛ با توجه به نوع بویلر انتخاب شده برای تولید این میزان بخار، پارامترهای دیگری مانند غلظت اکسیژن محلول در آب خوراک بویلر، حداکثر قلیائیت مجاز در بویلر و pH شبکه توزیع بخار و جمع‌آوری کندانس آن تعیین می‌شود. حال اگر بخار تولیدی از یک پایگاه جانبی هدف مصرف در نقاطی دیگر نیز باشد؛ آنگاه پارامترهایی دیگر از جمله توجه به مواد ساخت مبدل‌های حرارتی دیگر به کار رفته در نقاط مختلف پایگاه نیز مورد توجه طراح برای تعیین پارامترهای کیفی بخار قرار می‌گیرد.

۱ - این داده‌ها مربوط به آرایش پایگاه جانبی یکی از پالایشگاه‌های گاز پارس جنوبی است

جدول ۱ - مهم‌ترین نیازهای یک پایگاه جانبی به واکاوی کیفیت از طریق مواد شیمیایی

واحد	جانبی(ها)	مواد شیمیایی	کاربرد مواد شیمیایی	آسیب‌های احتمالی شاخص (در صورت کنترل شیمیایی نامناسب)
تولید بخار (آب در تیوب)	بخار فشار پایین بخار فشار متوسط	آمین خنثی کننده	خنثی نمودن گازها و سایر عوامل اسیدی درون شبکه توزیع بخار و جمع‌آوری کندانس و افزایش pH	افزایش غلظت گازهای اسیدی غیر قابل کندانس، افزایش احتمال خوردگی اسیدی، افزایش احتمال خوردگی اکسیژنی، کاهش قلیائیت آب بویلر، کاهش تخلخل فیلم اکسید آهن
		اکسیژن‌زدا	کاهش غلظت اکسیژن محلول در آب خوراک بویلرها	افزایش احتمال خوردگی اکسیژنی
تولید آب سرویس/فرایند (خوراک از MED-TVC)	آب یوتیلیتی آب فرایند آب رقیق‌سازی	فسفات	القاء خاصیت بافتری به بویلر و معلق‌سازی نمک‌ها	کاهش یا افزایش قلیائیت بویلر، افزایش احتمال خوردگی فسفاتی، افزایش احتمال رسوب‌گذاری، افزایش خوردگی زیررسوبی
		نمک کلسیم کلرید	افزودن نمک به آب و تنظیم اندیس‌های خوردگی و رسوب‌گذاری آب	افزایش احتمال خوردگی، افزایش احتمال رسوب‌گذاری
تولید آب آشامیدنی (خوراک از MED-TVC)	آب آشامیدنی آب بهداشتی	نمک سدیم بی‌کربنات	افزودن نمک به آب و تنظیم اندیس‌های خوردگی و رسوب‌گذاری آب	افزایش احتمال خوردگی، افزایش احتمال رسوب‌گذاری
		سدیم هیپوکلریت	گندزدایی آب و حذف عوامل پاتوژنیک	افزایش احتمال رشد میکروبی و تشکیل بیوفیلم، افزایش احتمال خوردگی، افزایش ریسک سلامت آب
		نمک کلسیم کلرید	افزودن نمک به آب و تنظیم اندیس‌های خوردگی و رسوب‌گذاری آب	افزایش احتمال خوردگی، افزایش احتمال رسوب‌گذاری
تولید آب شیرین صنعتی (آب شیرین‌کن تبخیری MED-TVC)	آب صنعتی آب رقیق‌سازی	نمک سدیم بی‌کربنات	افزودن نمک به آب و تنظیم اندیس‌های خوردگی و رسوب‌گذاری آب	افزایش احتمال خوردگی، افزایش احتمال رسوب‌گذاری
		سدیم هیپوکلریت	گندزدایی از آب و پیشگیری از رشد بیولوژیک و حذف برخی عوامل قابل اکسایش	افزایش احتمال رشد میکروبی و تشکیل بیوفیلم، افزایش احتمال خوردگی، افزایش احتمال فاولینگ رزین‌های تبادل کننده یونی
		سدیم متابی‌سولفیت	حذف کلر آزاد و کاهش پتانسیل اکسایش با کلر	افزایش جامدات محلول در آب، افزایش احتمال خوردگی ناشی از اکسایش کلر باقیمانده
		بازدارنده رسوب	جلوگیری از تشکیل رسوب بر روی تیوب‌های تبخیر کننده	افزایش مصرف انرژی، کاهش راندمان تبخیر کننده
تولید آب بدون املاح (خوراک از MED-TVC)	آب بدون املاح	بازدارنده کف	جلوگیری از تشکیل کف در تبخیر کننده	افزایش احتمال ماندگی آب در کندانس، احتمال کاهش راندمان تبخیر کننده
		بازدارنده فاول	جلوگیری از تشکیل فاول بر روی تیوب‌های تبخیر کننده	افزایش مصرف انرژی، کاهش راندمان تبخیر کننده
		اسید سولفوریک	احیای رزین‌های تبادل کننده یون کاتیونی قوی	افزایش احتمال تخریب رزین، کاهش ظرفیت تبادل یونی
تولید آب خنک کننده (سیستم بسته و خوراک از MED-TVC)	آب خنک کننده	کاستیک سودا	احیای رزین‌های تبادل کننده یون آنیونی قوی	افزایش احتمال تخریب رزین، کاهش ظرفیت تبادل یونی
		سدیم بی‌سولفیت	حذف کلر آزاد و کاهش پتانسیل اکسایش با کلر	افزایش احتمال تخریب رزین‌ها، کاهش ظرفیت رزین‌ها، افزایش جامدات محلول
		بازدارنده خوردگی	جلوگیری از خوردگی و آزادسازی فلزی در سیستم	افزایش احتمال خوردگی
تولید آب آتش‌نشانی (خوراک از MED-TVC)	آب آتش‌نشانی	بازدارنده رشد میکروب (بایوساید)	جلوگیری از رشد میکروب و تشکیل بیوفیلم	رشد بیولوژیک، تشکیل بیوفیلم و خوردگی میکروبی
		بازدارنده خوردگی	جلوگیری از خوردگی و آزادسازی فلزی در سیستم	افزایش احتمال خوردگی
دریافت آب از خلیج فارس	آب دریا	سدیم هیپوکلریت	جلوگیری از رشد سخت‌پوستان آبی	رشد بی رویه جلبک و سخت‌پوستان آبی، افزایش احتمال توقف دریافت آب از دریا
		اکتیو آلومینا	نم‌زدایی از هوای فشرده	افزایش احتمال خوردگی، تخریب برخی ابزار دقیق‌های حساس به رطوبت، تخریب برخی تجهیزات کارگاهی، ایجاد مزاحمت آب همراه با هوا در برخی آنالیزها
تولید نیتروژن (کرایونیک)	نیتروژن	مولکول‌ارسیو	نم‌زدایی و حذف کربن‌دی‌اکسید و هیدروکربن‌ها از هوای فشرده	انفجار مخازن ذخیره نیتروژن مایع، تشکیل هیدرات و توقف تولید نیتروژن

به خطوط انتقال به آبگیر و سپس تزریق آن در حوضچه پمپ‌های انتقال آب الزامی است. تزریق این ماده شیمیایی از رشد جلبک، صدف و به طور کلی سخت‌پوستان دریایی و سپس ایجاد گرفتگی در مسیر مکش و انتقال آب از خلیج فارس پیشگیری نموده و موجب تضمین تداوم انتقال آب خوراک واحدهای جانبی به یک پالایشگاه گاز در میدان پارس جنوبی می‌شود.

۲-۲ - کیفیت جانبی تولید شده

طراحی برخی فرایندهای تولید جانبی‌های مورد نیاز صنایع به گونه‌ای است که برای حفظ کیفیت محصول تولیدی آن واحد؛ تزریق یک یا چند ماده شیمیایی الزامی است. این واکاوی کیفیت محصول از دو جنبه قابل تأمل است: الف) دخالت مستقیم هر جانبی در فرایند تولید و یا تماس با جریان‌های خام، میانی و محصول نهایی آن صنعت. ب) عدم تأثیرگذاری مخرب اقتصادی از مناظر مختلف.

الف) دخالت مستقیم در فرایندهای تولیدی - اصلی: در برخی فرایندهای تولیدی یک جانبی مشخص مانند بخار، آب سرویس - فرایند و یا آب فروشنده به صورت مستقیم درون آن فرایند رفته و آثاری همچون گرمایش، رقیق‌سازی، ایجاد بستر واکنشی مناسب و خنک‌سازی را به محصولات فرایندهای تولیدی تحمیل می‌کند. در این صورت اگر آن جانبی تولید شده دارای مشخصات منطبق بر مقادیر از پیش تعیین شده طراحی نباشد؛ مشکلات مختلفی از جمله مسموم شدن کاتالیست‌ها، آلوده شدن مواد غذایی، رسوب‌گذاری در تجهیزات فلزی جدا کننده فازی و درست عمل نکردن شیرهای واکاوی به وجود خواهند آورد.

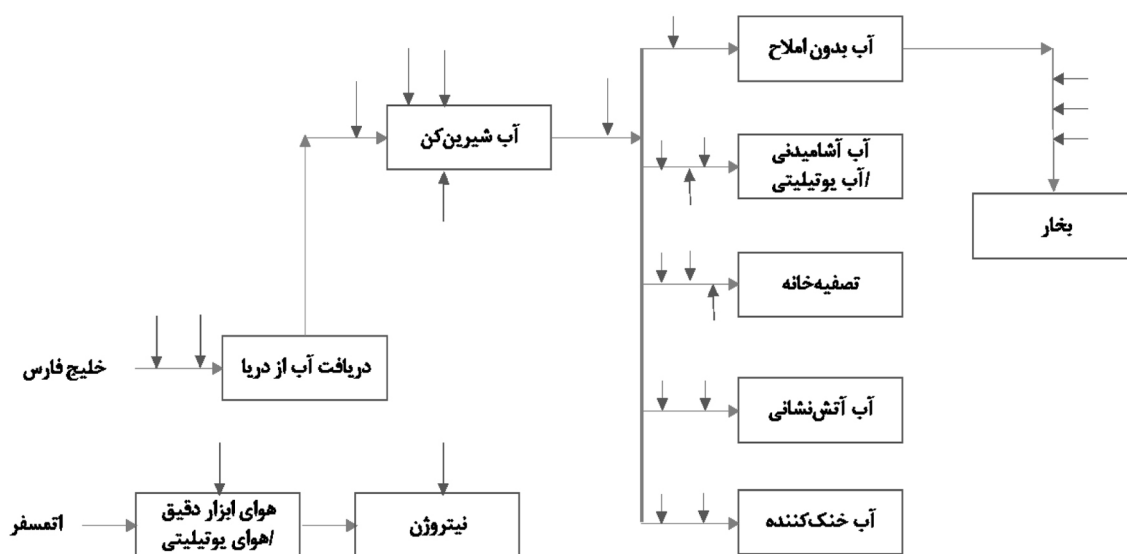
ب) تأثیر مخرب بر اقتصاد فرایند: برخی جانبی‌ها دارای شرایطی هستند که در فرایند تولید آن‌ها از یک یا چند ماده شیمیایی استفاده می‌شود. اگر میزان تزریق مواد شیمیایی و نیز کیفیت مواد شیمیایی استفاده شده

به طور کلی جایگاه اهمیت مواد شیمیایی در پایگاه‌های جانبی را می‌توان در چهار جنبه مورد بررسی قرار داد: تولید، کیفیت، استهلاک و محیط زیست. تمایز قائل شدن میان تأثیرپذیری واحدهای جانبی مختلف از هر یک از این جنبه‌ها تا حدودی دشوار است؛ چرا که هر یک از این سه جنبه ممکن است با یک توالی مشخص نسبت به یکدیگر به وجود آمده و یا خود عامل مهمی در به وجود آمدن جنبه منفی دیگری شود. به عنوان مثال تصفیه نامناسب در سامانه آب خنک‌کننده یک پالایشگاه گاز ممکن است تا حدی پیش رود که رسوب و یا رشد میکروبی اجازه جریان یافتن آب در لوله‌های توزیع و یا برگشت آب را با اختلال مواجه سازد؛ در اینجا واکاوی کیفیت تا حدی آثار مخرب داشته است که تولید را نیز تحت تأثیر مستقیم قرار داده است. شکل ۱ نمای کلی از وضعیت تزریق مواد شیمیایی در پایگاه تولید جانبی‌های یکی از پالایشگاه‌های پارس جنوبی را نشان می‌دهد.

۲-۱ - تداوم تولید هر جانبی

استمرار در تولید جانبی‌ها برای یک صنعت فرایندی با مدل تولید پیوسته بسیار ضروری است. این تأسیسات به عنوان واحدهای زیربنایی فرایندهای تولیدی - اصلی به حساب آمده و ایجاد وقفه در تولید آن‌ها و یا هرگونه کاهش دبی در هر یک می‌تواند استمرار تولید محصولات نهایی را با مشکلات جدی مواجه سازد.

انتخاب برخی مواد شیمیایی تأثیر مستقیم بر روی تداوم تولید یک جانبی مشخص مانند آب آتش‌نشانی، بخار، آب خنک‌کننده و یا دریافت آب از دریا، رودخانه و یا چاه دارد. طراحی برخی از واحدهای جانبی به گونه‌ای است که تداوم تولید آن جانبی مشخص به تزریق یک یا چند ماده شیمیایی در یک یا چند نقطه گره خورده است. از جمله این طراحی‌ها می‌توان به دریافت آب از دریا (خلیج فارس) اشاره نمود که تزریق کلر



شکل ۱ - نمای کلی از وضعیت مواد تزریق و به کارگیری مواد شیمیایی در پایگاه جانبی یک پالایشگاه گاز در پارس جنوبی

است که در زیر آمده‌اند:

اول اینکه حمل و نقل و انبارداری این مواد شیمیایی و همچنین نگهداری و شستشوی پکیج‌های تزریق باید با احتیاط و بر طبق مقررات موجود انجام شود تا کمینه ورود این مواد شیمیایی به محیط زیست صورت گیرد. باید در نظر داشت که در صنعت هیچ جریانی بدون عبور از تصفیه‌خانه صنعتی به محیط زیست وارد نمی‌شود؛ ولی باید در نظر داشت که تصفیه‌خانه‌های صنعتی غالباً توان دریافت و تصفیه مواد شیمیایی را نداشته و اساساً برای دریافت چنین پساب‌هایی طراحی و ساخته نمی‌شوند.

دوم نحوه مصرف مواد شیمیایی و تأثیرات بعدی فرایندها در زمینه آسیب‌رسانی به محیط زیست است. مصرف مواد شیمیایی در برخی فرایندهای تولید جانبی‌ها به گونه‌ای است که اگر به صورت مؤثر مورد استفاده قرار نگیرند می‌توانند موجب به وجود آمدن آثار نامطلوب به محیط زیست شوند. بلودان بیش از حد که ناشی از واکاوی شیمیایی ضعیف باشد؛ انتشار گازهای گلخانه‌ای را افزایش می‌دهد زیرا انرژی بسیاری از بویلر خارج شده و پس از آن نیاز به احتراق بیشتر سوخت‌های فسیلی در کوره خواهد بود. اگر واکاوی شیمیایی آب کولینگ باز نامناسب باشد؛ بلودان سامانه افزایش یافته و برخی بایوسایدها و بازدارنده‌های محلول در آن مستقیم وارد محیط زیست شده و یا اگر قرار باشد که در تصفیه‌خانه مورد تصفیه بیولوژیک یا هر روش دیگری قرار گیرد؛ باز هم موجب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف برق و فعالیت‌های بیولوژیک در تصفیه‌خانه می‌شوند.

۴ - انواع مواد شیمیایی

یکی از جنبه‌های مهم کار یک مهندس فرایند جانبی در صنایع نفت و گاز انتخاب مواد شیمیایی مختلف است. اینکه فرایند تولید یک جانبی مشخص به چه نوع ماده شیمیایی نیاز دارد کاملاً در انحصار طراح آن فرایند است. معمولاً مهندس طراح فرایند با توجه به دانشی که در زمینه مالکیت دانش فنی فرایند در اختیار دارد؛ این تشخیص را می‌دهد که از چه ماده شیمیایی در چه نقطه‌ای از فرایند و با چه دوزی باید مصرف شود. یکی از اسناد مهمی که در طراحی پایه یک پالایشگاه نفت و گاز به بهره‌بردار تحویل داده می‌شود عبارت است از سند مواد شیمیایی هر واحد. در این سند نوع هر ماده شیمیایی، میزان مصرف سالیانه و دوز توصیه شده از هر ماده به بهره‌بردار ارائه می‌گردد.

انتخاب یک ماده شیمیایی مشخص برای فرایند تولید جانبی می‌تواند به نمونه‌های موفق پیشین در دیگر صنایع مشابه و یا غیر مشابه وابسته باشد. همچنین در برخی شرکت‌ها، مواد شیمیایی مورد نیاز برای سرویس‌های جانبی از تولیدکننده‌های مشهور و قابل اعتماد استعلام می‌شود و یا در قالب یک طرح مشاوره‌ای بخشی از قرار داد طراحی پایه پالایشگاه، به یک شرکت تولید کننده (تأمین‌کننده) مواد شیمیایی واگذار می‌گردد.

در فرایند تولید این جانبی‌ها به درستی مدیریت نشود؛ ممکن است آثار مخرب اقتصادی بر فرایند تولید آن جانبی تحمیل شود. همچنین ممکن است در مسیر واکاوی کیفیت محصول نهایی برخی واحدهای جانبی، مواد شیمیایی به گونه‌ای مورد استفاده قرار گیرند که فرایند تولید آن جانبی دستخوش انحراف‌هایی در زمینه مصرف انرژی، پارامترهای محیط زیستی، دبی تولیدی و میزان مصرف مواد شیمیایی شود. اقتصاد تولید هر جانبی منحصر به میزان شاخص‌های اقتصادی فرایند تولید آن است. این شاخص‌های اقتصادی به صورت ضمنی در طراحی فرایند تولید یک جانبی گنجانیده شده و در اسناد ساخت یک صنعت؛ به صورت یک خط مبنای عملکردی در اختیار بهره‌بردار قرار می‌گیرد. هر گونه انحراف از این خط مبنای عملکردی موجب تأثیرات مخرب اقتصادی بر کل فرایند تولید هر جانبی شده و ممکن است در مقیاسی بزرگ‌تر آثار نامناسب اقتصادی را به دیگر فرایندهای جانبی (بر اساس دیگرام بر هم کنشی تولید آن‌ها) و همچنین بر فرایندهای تولیدی - اصلی بگذارد. از این رو هر گونه اقدامی در ارتباط با مصرف مواد شیمیایی در این واحدها که به نحوی موجب انحراف‌های فرایندی شود می‌تواند کاندیدی مناسب برای تحلیل آثار زیان‌بار اقتصادی به حساب آید.

۲ - ۳ - استهلاک

از کلمه استهلاک معانی مختلفی برمی‌آید ولی آنچه مورد بحث اصلی در اینجاست عبارت است از زیان وارد شده به تمامی تجهیزات ثابت مانند شیرهای واکاوی و غیر واکاوی و لوله‌کشی‌ها و همچنین سایر تجهیزات دواری که ممکن است دستخوش خسارت شوند. اهمیت مصرف مواد شیمیایی در استهلاک درون مرز واحدهای تولید جانبی‌ها و نیز در شبکه‌ای که این جانبی‌ها توزیع شده و به واحدهای تولیدی - اصلی رسیده و سپس درون مرز واحدهای تولیدی - اصلی است.

مصرف مواد شیمیایی باید به گونه‌ای مدیریت شود که ریسک استهلاک در تمامی تجهیزات موجود در پایگاه یک صنعت از مناظر مختلفی در پایین‌ترین سطح ممکن حفظ شود. از جمله مهمترین ریسک‌های موجود در پیوند با انتخاب و مصرف نادرست مواد شیمیایی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ایجاد رسوب و گرفتگی

- انواع خوردگی فلزی

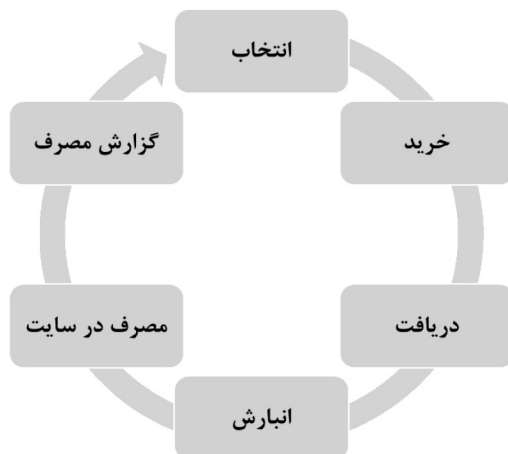
- پاشی از شیرهای واکاوی

- تغییر شکل و تخریب اجزای غیر فلزی

- تخریب تجهیزات دوار

۲ - ۴ - محیط زیست

مواد شیمیایی در پایگاه‌های جانبی صنایع انرژی نقاط تقابل بسیاری با حفظ محیط زیست دارند. تحلیل این تقابل‌ها منحصر به دو زیر شاخه



شکل ۲ - فعالیت‌های مرتبط با مواد شیمیایی

۵-۱ - انتخاب

هنگامی که یک واحد تولید جانبی طراحی می‌شود، با توجه به ویژگی‌های آن واحد و همچنین برخی محدودیت‌ها مانند امکان تأمین، شرایط جغرافیایی آن صنعت و یا کیفیت جانبی تولید شده مورد نظر، یک ماده شیمیایی مناسب انتخاب می‌شود. تمام پارامترهای مورد نیاز برای رسیدن به تداوم تولید، کیفیت و کمینه استهلاک در انتخاب یک ماده شیمیایی در نظر گرفته می‌شود. معمولاً انتخاب نهایی یک ماده شیمیایی با بررسی چندین گزینه ممکن برای تولید یا تأمین ماده شیمیایی و نیز انجام یک تست میدانی کوتاه مدت به دست می‌آید.

گزینه‌های گوناگونی برای تولید و یا تأمین مواد شیمیایی از مناظر مختلفی با یکدیگر مقایسه می‌شوند که از جمله مهمترین آن‌ها می‌توان به موارد رو به رو اشاره نمود: قیمت تمام شده تصفیه، شرایط نگهداری، مرسوم بودن یا دارای حق مالکیت دانش فنی بودن، شرایط آب و هوایی، نزدیکی به مراکز تولید ماده شیمیایی، مقررات زیست محیطی، میزان پیچیده بودن کار با ماده شیمیایی، انطباق ماده شیمیایی با مواد ساخت تجهیزات تزریق و سایر بخش‌های یک صنعت و بسیاری دیگر. توجه به این نکته الزامی است که انتخاب یک ماده شیمیایی برای یک سرویس مشخص، اگر جایگزینی‌های متعدد موجب به وجود آمدن آثار مخرب نشود، باید یک فرایند پویا در نظر گرفته شود. در مرحله بهره‌برداری از یک صنعت فرایندی، مواد شیمیایی مختلف باید مورد توجه قرار گرفته و بهترین گزینه از میان آن‌ها انتخاب شود.

طبقه‌بندی اطلاعات، ثبت دلایل قبول و رد مواد شیمیایی مختلف و ثبت وقایع از مکاتبه با تولیدکنندگان (تأمین‌کنندگان) گرفته تا شرایط واکاوی کیفیت جانبی‌ها در زمان تست میدانی همگی باید با دقت بسیار مناسبی صورت گیرد. این مرحله که از آن به مستندسازی یاد می‌شود یکی از مهمترین بخش‌های کار با مواد شیمیایی و مدیریت مؤثر آن‌ها در پایگاه‌های جانبی صنایع فرایندی است.

۵-۲ - خرید

از جمله اصلی‌ترین بخش‌های کار با مواد شیمیایی در یک پایگاه جانبی فرایند خرید این مواد است. خرید مواد شیمیایی بر اساس موجودی انبار

از جنبه‌های مختلفی می‌توان مواد شیمیایی را دسته‌بندی نمود. ولی یکی از مهمترین این دسته‌بندی‌ها به وابستگی ماده شیمیایی به حق مالکیت دانش فنی تولید آن مربوط می‌شود. به صورت کلی دو نوع ماده شیمیایی می‌توان برای تصفیه آب‌های صنعتی، انواع مختلف پساب و دیگر جانبی‌ها منظور نمود. دسته اول موادی هستند که تولید و تأمین آن‌ها در انحصار یک یا چند شرکت خاص و زیر مجموعه‌های آن‌ها نبوده و با تکمیل یک فرم رایج برای خرید می‌توان آن‌ها را از تأمین‌کننده‌های مختلف تهیه نمود. این نوع مواد شیمیایی در اصطلاح مواد شیمیایی مرسوم نامیده می‌شوند. این دسته از مواد شیمیایی دارای ویژگی‌هایی هستند از جمله اینکه در دسترس و نسبتاً ارزان هستند، فاقد گارانتی نحوه مصرف می‌باشند، تجزیه و تحلیل‌های واکاوی کیفیت در مرحله خرید، دریافت و پس از آن برداشت از انبار برای آن‌ها روشن است و اطلاعات وسیعی پیرامون روش نگهداری و مصرف آن‌ها در مراجع علمی وجود دارد.

دسته دوم موادی شیمیایی هستند که مالکیت ساخت و توزیع آن‌ها در انحصار شرکت(های) مشخصی است. این نوع مواد شیمیایی توسط یک شرکت بیرونی در قالب مشاوره و یا تأمین و فروش (مشاوره رایگان) به یک دیپارتمان جانبی ارائه می‌شوند. هنگامی که این مواد شیمیایی برای فرایند تولید یک جانبی انتخاب می‌شوند، تولیدکننده (تأمین‌کننده) یک دوز توصیه شده بر اساس شرایط عملکردی واحد به مهندس فرایند جانبی ارائه می‌نماید. از جمله مهمترین ویژگی‌های این نوع از مواد شیمیایی می‌توان به تأمین انحصاری و در پاره‌ای اوقات دشوار، گران بودن، گارانتی عملکرد داشتن، ناروشن بودن تجزیه و تحلیل‌های واکاوی کیفیت در مرحله خرید، دریافت و پس از آن برداشت از انبار و عدم وجود منابع فنی پیرامون آن‌ها در مراجع علمی اشاره نمود.

۵- مدل مدیریت مؤثر مواد شیمیایی

مدل مدیریت مؤثر مواد شیمیایی در پایگاه‌های جانبی صنایع فرایندی عبارت است از دربرگرفتن تمامی فعالیت‌های حاکم بر کار با مواد شیمیایی در این حوزه. هدف از برپا نمودن این مدل افزایش ضریب تأثیرگذاری مواد شیمیایی به کار گرفته شده در پایگاه‌های جانبی است به نحوی که:

- تداوم تولید هر جانبی در بیشینه ظرفیت خود حفظ شود.
- رسیدن به بالاترین کیفیت قابل دستیابی برای هر جانبی ضمانت شود.

- واحدهای جانبی دستخوش حداقل استهلاک پیش‌بینی شده در طراحی شوند.

فعالیت‌های حاکم بر کار با مواد شیمیایی عبارتند از: انتخاب، خرید، دریافت، انبارش، مصرف و گزارش مصرف مواد شیمیایی. این‌ها یک مجموعه فعالیت مجزا و کلی هستند و عوامل مختلفی همچون حجم درخواست مواد شیمیایی، نوع مواد شیمیایی مورد استفاده و موقعیت جغرافیایی صنعت مورد نظر می‌توانند موجب شوند تا تعدادی از این مراحل در یکدیگر ادغام شده و یا از وجود آن‌ها چشم‌پوشی گردد. فعالیت‌های مرتبط با مواد شیمیایی در شکل ۲ آورده شده است.

ارائه می‌شود و در صورت مشاهده انحراف‌های فرایندی مانند افزایش مصرف انرژی، کاهش کیفیت جانبی‌های تولیدی و همچنین درگیر شدن پایگاه جانبی با مواردی همچون خوردگی بیش از حد انتظار؛ فروشنده مورد بازخواست قرار خواهد گرفت و مطابق با مندرجات آورده شده در قرارداد خرید با وی برخورد خواهد شد.

۵ - ۲ - ۳ - تعیین مصادیق عملکردی مورد انتظار توسط صنعت فرایندی، واگذار نمودن واکاوی شیمیایی به یک شرکت تولید کننده (تأمین کننده)

در این مدل خرید، اداره مهندسی یک صنعت فرایندی، که مهندسی جانبی یکی از زیر مجموعه‌های آن است، بر اساس سیاست‌های کلان سازمانی خود؛ یک مجموعه مصادیق مورد انتظار از شرایط بهره‌برداری فرایند را به فروشنده ارائه می‌کند. این مصادیق فرایندی در حقیقت همان ایده‌آل‌های راهبری فرایندها هستند که در آن تمامی پارامترها در حالت مناسب خود بوده و از انحراف‌های فرایندی محتمل تا حد امکان دور هستند. برای یک فرایندی جانبی مصادیق مورد انتظار گوناگونی می‌توان برشمرد که از جمله مهمترین آن‌ها خوردگی مجاز تجهیزات، تداوم تولید و کیفیت جانبی تولید شده است.

در این مدل برنده مناقصه (یا هر روش دیگر خرید خدمات) خود موظف است تمامی تمهیدات لازم برای انتخاب، خرید، دریافت و واکاوی شیمیایی را بر عهده گیرد. حتی ممکن است تعمیر و نگهداری پکیج‌های تزریق مواد شیمیایی و استخدام اپراتور حرفه‌ای برای اعمال واکاوی‌ها و متخصص شیمی تجزیه برای انجام تجزیه و تحلیل‌های مورد نیاز از موارد تعهد برنده مناقصه باشد.

سه مدلی که در بالا به آن‌ها اشاره شده یک مجموعه قالب‌های کلی از روابط حاکم بر دریافت خدمات از بیرون سازمان است و بنا بر شرایط حاکم بر فعالیت‌های آن سازمان می‌توانند دستخوش تغییرات متنوعی شوند. همچنین این که دریافت خدمات در این زمینه به صورت مناقصه‌ای بوده و یا انحصاری بر عهده یک شرکت بیرونی گذاشته شود کاملاً در اختیار آن صنعت فرایندی بوده و بر اساس سیاست‌های کلان آن سازمان تدوین می‌شود.

۵ - ۳ - دریافت

پس از خرید و انجام تشریفات مرتبط با آن نوبت به انتقال مواد شیمیایی از مرکز تولید (تأمین) و دریافت توسط انبارهای مواد شیمیایی در پایگاه جانبی می‌رسد. مقررات حاکم بر فرایند دریافت جزئی جدایی‌ناپذیر از خرید است و باید به روشنی در اسناد خرید آورده شود. زمان ارسال و شرایط انتقال محموله ماده شیمیایی خریداری شده و همچنین واکاوی کیفیت در دریافت دو موضوعی است که باید با دقت به آن‌ها توجه شود. دریافت باید در روزهای غیر تعطیل و در ساعات اداری مناسب انجام شود. حضور انباردار و همراه بودن برگ مشخصات محموله دو رکن اساسی در هنگام انجام فرایند دریافت مواد شیمیایی است. بنا بر مندرجات قرارداد خرید، واکاوی کیفیت می‌تواند پیش از ثبت ورودی به

و تقاضای پیش رو هدف‌گذاری می‌شود. معمولاً خرید توسط گروه‌های بازرگانی حاضر در ستاد صنایع و یا سایر بخش‌های مدیریتی انجام می‌گیرد. نقطه تلاقی مهندسی جانبی و کارشناس بازرگانی دو زمان است؛ یکی هنگامی که طرحی پیشنهادی از سوی یک تولید کننده (تأمین کننده) به اداره بازرگانی ارسال شده و مهندس جانبی باید در مورد آن اظهار نظر نماید و دیگری هنگامی که ماده شیمیایی وارد انبارها شده و تعیین کیفیت مورد نظر توسط مهندس فرایند جانبی الزامی است. این ساز و کار بسیار ابتدایی بوده و در یک سازمان با بهره‌وری مناسب انتظار می‌رود که تعاملات پیچیده‌تر همراه با تدوین مقررات حاکم بر فعالیت‌ها در این زمینه در دستور کار جدی قرار گیرد. ارتباط گروه بازرگانی و مهندسی یوتیلیتی از هر نوعی و دارای هر کیفیتی که باشد، مقررات حاکم بر بازرگانی آن صنعت دارای هر گونه ساختاری که باشد و خرید چه انحصاری و چه به صورت مناقصه عمومی برگزار گردد؛ سه مدل برای خرید مواد شیمیایی یک صنعت از نوع فرایندی پیشنهاد می‌شود که در زیر آمده‌اند:

۵ - ۲ - ۱ - خرید مواد شیمیایی توسط صنعت فرایندی، بدون در نظر گرفتن مسئولیت برای تولید کننده (تأمین کننده)

در این مدل خرید، یک ماده شیمیایی مرسوم با مشخصات دقیق توسط مهندس جانبی به گروه بازرگانی ارائه می‌شود. این ماده مرسوم می‌تواند در طراحی پایه آورده شده باشد و یا حاصل بررسی‌های بخش مهندسی جانبی باشد. گاهی اوقات برخی مواد شیمیایی دارای حق مالکیت دانش فنی نیز با توجه به پیشینه عملکردی مناسب می‌توانند از این روش خرید شوند. ولی به طور کل این نوع خرید تنها برای مواد شیمیایی مرسوم پیشنهاد می‌گردد. ساز و کارهای مربوط به خرید از یک صنعت تا یک صنعت دیگر و از یک کشور تا کشور دیگر می‌تواند تفاوت‌های بسیاری داشته باشد ولی آنچه هدف این مدل است عبارت از تهیه یک ماده با مشخصات درخواستی و سپس اقدام به دریافت آن در انبارها با توجه به مندرجات موجود در قرارداد خرید که در بخش دریافت آورده شده است.

۵ - ۲ - ۲ - خرید مواد شیمیایی توسط صنعت فرایندی، با در نظر گرفتن مسئولیت برای تولید کننده (تأمین کننده)

مواد شیمیایی دارای حق مالکیت دانش فنی معمولاً با این مدل خریداری می‌شوند. در این مدل خرید بر اساس مفاد درج شده در اسناد خرید، مسئولیت‌های خاصی بر عهده فروشنده گذاشته شده و پارامترهای مشخصی به عنوان ملاک گارانتی عملکرد مناسب مواد شیمیایی فروخته شده در نظر گرفته می‌شوند. کار با مواد شیمیایی کاملاً در انحصار مهندسی فرایند جانبی بوده و بر طبق قرارداد خرید مهندس فرایند وظیفه دارد در قبال مصرف ماده شیمیایی مورد نظر گزارش‌های منظم فنی تهیه کند. این گزارش‌ها می‌توانند با واسطه گروه بازرگانی و یا بدون واسطه در اختیار فروشنده قرار گیرند. در این مدل شرایط مصرف و تنظیمات مختلف تزریق در حالات مختلف عملیات به عنوان دستورالعمل‌های کلی ثبت شده به مهندس فرایند

انبار یک مجتمع صنعتی انجام شده و حضور متخصص نمونه‌گیری از یک محموله در این نوع قراردادهای خرید در زمان دریافت الزامی است. پس از انجام تجزیه و تحلیل‌های مشخص بر روی بخشی منطقی از محموله (با توجه به حجم دریافتی) و امضا نمودن فرم‌های مربوط به تجزیه و تحلیل توسط مسئول تأیید صحت تجزیه و تحلیل‌ها، دریافت محموله بلامانع است.

اگر یک دریافت با رعایت مفاد آورده شده در اسناد قرارداد خرید انجام نشود، ممکن است مهندس فرایند جانبی (گروه بازرگانی) و فروشنده در تحلیل انحراف‌های فرایندی به وجود آمده در آینده دچار سردرگمی شده و از این منظر زمان بسیاری برای اثبات ادعاهای مطرح شده توسط طرف‌های درگیر هدر رود.

وجود یک مجموعه اسناد واکاوی کیفیت در دریافت، ثبت ساز و کارهای حاکم بر آن و همچنین تعیین حدود مسئولیت‌های کارکنان انبار و آزمایشگاه می‌تواند بخش مهمی از ابهامات پیرامون واکاوی کیفیت مواد شیمیایی در آغاز را مرتفع سازد. انجام واکاوی کیفیت در دریافت مواد شیمیایی موجب می‌شود تغییرات احتمالی تنظیمات پکیج‌های تزریق در پایگاه جانبی مورد ارزیابی قرار گرفته و از مصرف درست مواد شیمیایی و پیامدهای گوناگون آن اطمینان حاصل نمود.

۵-۴- انبارش

انبارهای مواد شیمیایی در یک مجتمع صنعتی باید شرایط ویژه‌ای داشته باشند. هر ماده شیمیایی شرایط انبارش خاص خود را دارد. این شرایط در برگ مشخصات ایمنی و بولتن‌های فنی هر ماده شیمیایی به تفصیل آورده شده و باید دقیقاً در انبارش آن‌ها رعایت شوند. در صورت رعایت نشدن موارد اشاره شده در انبارش مواد شیمیایی ممکن است مشکلات متعددی برای پایگاه جانبی به وجود آید که از جمله آن‌ها می‌توان به فساد، کاهش فعالیت و تغییر فاز دادن اشاره نمود. باید توجه داشت که هرگونه انبارش نامناسب که منجر به یک انحراف در کیفیت یک ماده شیمیایی شود؛ قطعاً در واکاوی کیفیت در مصرف و ایجاد برخی آثار مخرب که در جدول ۱ آورده شدند نقش خواهد داشت.

۵-۵- مصرف در پایگاه

بسته به مدل‌های خرید مواد شیمیایی که در بخش ۵-۲ آورده شدند، مهندس جانبی اقدام به صدور دستورالعمل مصرف مواد شیمیایی در واحدهای مختلف خواهد نمود. این دستورالعمل‌ها با توجه به محاسبات واکاوی شیمیایی جانبی‌های مختلف و سوابق سامانه از نظر رسوب، مصرف انرژی و خوردگی انجام خواهند شد. اگر ماده شیمیایی از نوع استوکیومتری باشد محاسبات کلاسیک موازنه شیمیایی و جرم انجام شده و اگر ماده دارای حق مالکیت دانش فنی بوده و محتویات آن بر مهندس فرایند جانبی نامعلوم باشد از دستورالعمل‌های فروشنده پیروی می‌شود.

به طور کلی واکاوی شیمیایی در پایگاه از نوع بازخوردی است. بدین معنی که ابتدا دوز مشخصی از یک ماده شیمیایی بر اساس محاسبه به سامانه تزریق می‌شود. تجلی این محاسبات در روش شارژ مواد

شیمیایی و رقیق‌سازی احتمالی آن‌ها و همچنین تنظیم نرخ تزریق در پکیج‌های تزریق می‌باشد. از زمانی که تزریق آغاز می‌شود؛ مهندس فرایند جانبی نسبت به پایش اثربخشی تزریق یک ماده شیمیایی اقدام می‌کند. این اقدام می‌تواند شامل اندازه‌گیری دبی جریان‌های فرایندی، پایش میزان خوردگی، تجزیه و تحلیل شیمیایی و میکروبی آب‌های صنعتی و آشامیدنی، محیط زیست و مصرف انرژی باشد.

سلامت پکیج‌های تزریق و تنظیم دوره‌ای آن‌ها؛ تزریق دوز مشخصی از مواد شیمیایی را در پایگاه جانبی گارانتی می‌کند. هر پکیج تزریق ماده شیمیایی باید در دوره‌های مشخص زمانی به صورت منظم کالیبره شده و مستندات آن به مهندسی فرایند جانبی ارجاع داده شوند تا دستورالعمل‌های شارژ و تزریق بر اساس شرایط جدید به روز رسانی گردند.

مستندسازی بخشی جدایی‌ناپذیر از مصرف مؤثر مواد شیمیایی در یک صنعت فرایندی است. هرگونه تغییرات احتمالی در تنظیم نرخ تزریق، سوابق شارژ و رقیق‌سازی مواد، تجزیه و تحلیل‌های انجام شده و گزارش‌های مرتبط با عملکرد مواد شیمیایی در زمینه‌های انرژی، محیط زیست و خوردگی باید به دقت ثبت و بررسی شود.

۵-۶- گزارش مصرف

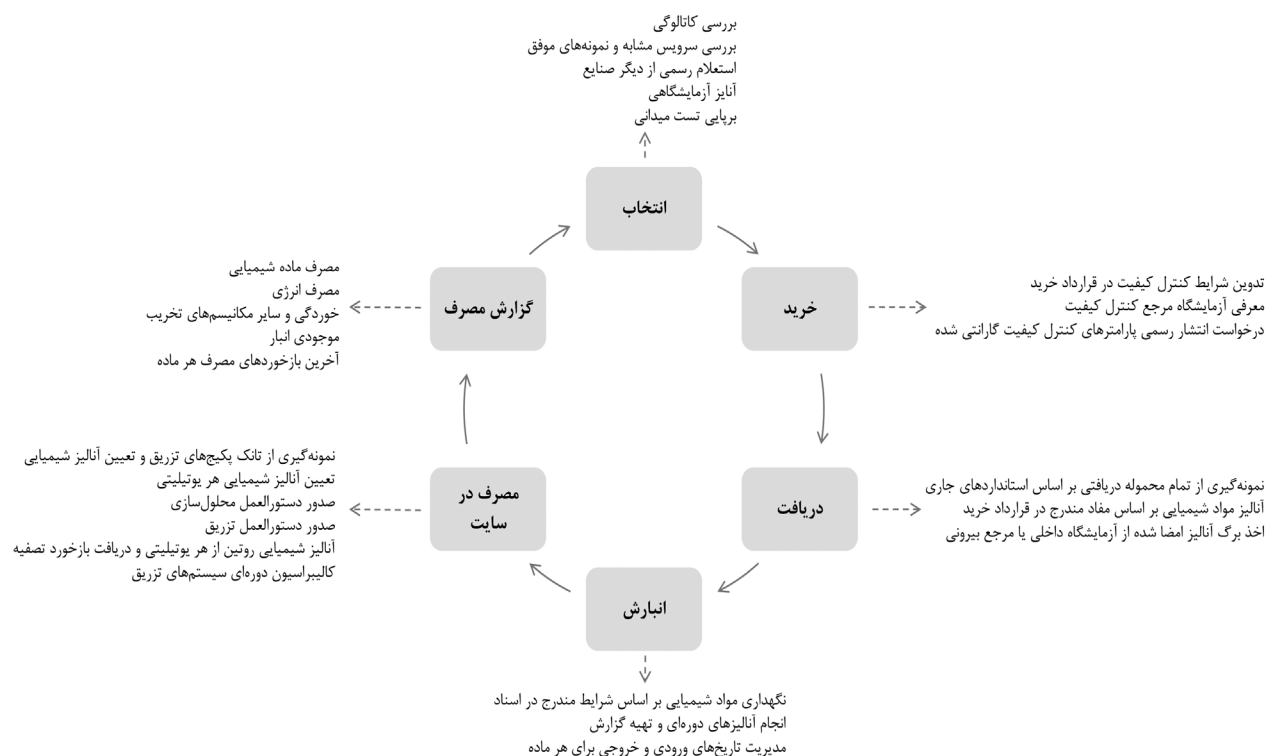
مصرف مواد شیمیایی در یک پایگاه جانبی باید با دقت قابل ملاحظه‌ای ثبت و گزارش شود. به طور کلی مدل ارائه این گزارش‌ها باید منظم بوده و بخش‌هایی مهم و همیشگی در آن وجود داشته باشند از جمله: - مصرف ماده شیمیایی در نقاط مختلف یک واحد تولید جانبی (در این مورد از ارائه مصرف کلی در نقاط مختلف باید پرهیز شده و مصارف به صورت کاملاً تفکیک شده آورده شوند).

- مصرف انرژی متأثر از مصرف ماده شیمیایی،
- خوردگی و تخریب‌های احتمالی در دوره گزارش،
- کیفیت تولید جانبی متأثر از مصرف ماده شیمیایی،
- ارائه وضعیت سلامت پکیج‌های تزریق ماده شیمیایی،
- ارائه وضعیت واکاوی شیمیایی برای یک جانبی مشخص،
- ارائه تمامی مکاتبات انجام شده با فروشنده و گروه بازرگانی،
- ارائه موجودی انبار از آن ماده شیمیایی و آخرین مدارک دریافت در انبارهای آن صنعت،
- تعیین بازخورد مصرف ماده شیمیایی و توصیه (تصمیم‌گیری) به (برای) ادامه مصرف و یا تغییر آن.

آنچه که در توصیف هر ۶ جز مدل اشتراک دارد، عبارت است از جایگاه واکاوی کیفیت در برخی از اجزای این مدل. واکاوی کیفیت در هر از این اجزا جایگاه ویژه‌ای دارد. به عنوان مثال واکاوی کیفیت در خرید عبارت است از بررسی سوابق فروشنده، گواهینامه‌های تولید و یا مستندات گمرکی ورود مواد خام یا ترکیب شده از مرزهای کشور و در نهایت مشاوره از یک آزمایشگاه مرجع تجزیه و تحلیل برای تشخیص ترکیب شیمیایی. ولی واکاوی کیفیت در بخش مصرف در پایگاه عبارت است از تجزیه و تحلیل ماده شیمیایی شارژ شده

است تمام این حواشی پیرامون اجزای اصلی مدل به عنوان واکاوی کیفیت تعبیر می‌شوند. در شکل ۳ واکاوی کیفیت در هر یک از اجزای مدل به صورت اختصاری نشان داده شده است. با توجه به اینکه بخش‌های مربوط به واکاوی کیفیت در هر مرحله دارای پراکندگی بالا و فراوانی قابل توجهی است؛ تنها بخش محوری هر یک از اجزا آورده شده است.

در تانک پکیج تزریق، تعیین دوز بر اساس استوکیومتری یا توصیه سازنده، تجزیه و تحلیل جریان جانبی تولید شده، مقایسه تجزیه و تحلیل شیمیایی با مشخصات موجود در طراحی و تصمیم‌گیری برای انتخاب دوز نهایی، صدور دستورالعمل برای تنظیمات پکیج‌های تزریق، واسنجی دوره‌ای سامانه‌های تزریق و ارائه درخواست تجزیه و تحلیل‌های روتین برای پایش کیفیت جانبی تولید شده. آنچه مسلم



شکل ۳- پارامترهای مختلف واکاوی کیفیت در هر یک از اجزای مدل

نتیجه‌گیری

مدیریت مؤثر مواد شیمیایی در پایگاه‌های تولید جانبی یک موضوع بسیار جدی است. در صورت وجود هر گونه انحراف از شرایط طراحی برای واکاوی شیمیایی این جانبی‌ها، تولید نهایی محصولات در صنایع فرایندی از هر نوعی که باشند دستخوش انحرافات ناخواسته شده و خسارات سنگینی را وارد خواهد نمود. افزون بر این در صورت واکاوی کیفیت نامناسب پیرامون فعالیت‌های مرتبط با مواد شیمیایی؛ واحدهای جانبی، شبکه توزیع آن‌ها و همچنین تجهیزات درگیر در فرایندهای تولید - اصلی ممکن است دستخوش کاهش عمر مفید شوند. انحرافات فرایندی ناشی از واکاوی شیمیایی نامناسب همیشه در کمین یک صنعت بوده و می‌تواند وقت و انرژی زیادی را از گروه‌های فنی بگیرد و سازمان آن صنعت را از رسیدن به اهداف اصلی خود باز دارد. مدل مدیریت مؤثر مواد شیمیایی اجزای اصلی کار را شناسایی نموده و برای هر یک شیوه‌نامه‌ای مدون ارائه می‌نماید. این شیوه‌نامه‌ها با توجه به شرایط هر صنعت نوشته شده و به عنوان ارکانی تأثیرگذار در فعالیت‌های تولیدی به حساب می‌آیند.

منابع

- [1] W. C., Lauer, M. G. Barsotti, D. K., Hardy, Chemical Feed Field Guide for Treatment Plant Operators, American Water Works Association, 2009, Washington.
- [2] D. J., Flynn (Editor), The Nalco Water Handbook, Third edition, McGraw-Hill Education, 2009, New York.
- [3] J. J., Dillon, P. B., Desch, T. S. Lai, D. J. Flynn (Editor), Nalco Water Guide to Boiler Failure Analysis, Second Edition, McGraw-Hill Education, 2011, New York.
- [4] A. J., Freedman, Technical Reference and Training Manual, Second Edition, Association of Water Technologies, 2009, Rockville.

خوردگی ایران

اولین هفته

1st
Iranian Corrosion Week

12-16 January 2019

۱۲۲ الی ۲۶ دی ۹۷

با محوریت بررسی مشکلات و معضلات
پدیده مخرب خوردگی و ارائه مشاوره و آموزش

مدیریت خوردگی

حفاظت کاتدی

بازرسی و پایش خوردگی

محل برگزاری:

دانشگاه شهید بهشتی

مرکز همایش‌های بین‌المللی

☎ 88 34 42 87 - 8

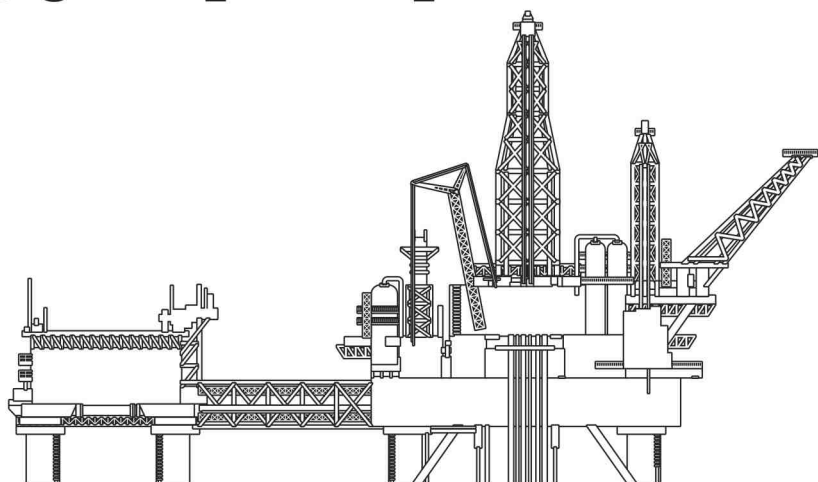
🌐 www.ica.ir

✉ Training@ica.ir

📷 [@iranian_corrosion_association](https://www.instagram.com/iranian_corrosion_association)

طبیعت و صنعت

بیش از هر زمانی اکنون نیازمند حفاظت هستند



بررسی اثر دراز مدت نفوذ یون کلراید بر دوام بتن در مناطق جنوب کشور مطالعه موردی: سواحل خلیج فارس

محمدرضا احسان دوست^{۱*}، یاسر آریانپور^۲، الهه احسان دوست^۳

^۱ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کازرون، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، کازرون، ایران

^۲ عضو هیئت علمی و معاونت دانشجویی موسسه آموزش عالی لیان بوشهر، ایران

^۳ باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: e.ehsandoost20@gmail.com

چکیده

به علت استفاده گسترده از سازه‌های بتنی در شرایط اقلیمی متفاوت، مسئله آسیب دیدگی این نوع سازه‌ها و در نتیجه تعمیرات و نگهداری آنها، یکی از موضوعات اصلی مورد بحث کارشناسان بتن را تشکیل می‌دهد. یکی از عوامل خوردگی فولاد در بتن مسلح در محیط خورنده به ویژه در سواحل خلیج فارس، یون کلرید می‌باشد. عوامل زیادی بر میزان نفوذ یون کلر در بتن تاثیر گذار می‌باشند که همه آنها را می‌توان در کیفیت بتن خلاصه نمود. از طرفی شرایط رویارویی دریا به علت دارا بودن دما و رطوبت بالا و همچنین میزان زیاد یون و املاح، محیطی خورنده برای سازه‌های بتن آرمه ایجاد می‌کند. یکی از اصلی‌ترین موادی که از آن در سازه‌های بتن آرمه ای در شرایط خورنده استفاده می‌شود پوشش سطحی است. در این پژوهش عملکرد پنج نوع عمل آوری مختلف در محیط دریایی (خلیج فارس) بررسی شد که عبارت اند از: عمل آوری ۲۷ روزه با آب، عمل آوری ۶ روزه با آب، عمل آوری ۳ روزه با آب، عمل آوری ۱ روزه با آب، عمل آوری با ماده عمل آور و بدون عمل آوری. بر اساس نتایج به دست آمده بهترین عملکرد از نظر مقاومت در برابر نفوذ یون کلرید بسته به شرایط رویارویی متفاوت است. مشاهدات نشان داد این است که عمل آوری با ماده عمل آور عملکرد مناسبی از نظر مقاومت دارا است.

کلمات کلیدی: یون کلراید، دوام بتن، مناطق جنوب، خلیج فارس

۱ - مقدمه

یکی از تهدیدهای عمده دوام بتن در سازه‌های حاشیه خلیج فارس و دریای عمان، یون کلراید است. سازوکار آسیب دیدگی چنین سازه‌هایی، بدین صورت است که یون‌های کلراید در بتن نفوذ کرده و به عمق میل‌گرد می‌رسند، و زمانی که مقدار آن به حد بحرانی رسید باعث از بین رفتن لایه محافظ میل‌گرد شده و خوردگی محلی آغاز می‌گردد [۱]. از طرفی ورود یون‌های مهاجم مانند کلراید به فرایندهای مختل انتقال رطوبت بستگی دارد یعنی انتشار، جذب آب و نفوذپذیری. به عبارت دیگر، ویژگی‌های نفوذپذیری، نماینده کلیه سازوکارهای انتقال می‌باشد [۲] و بنابراین می‌توان گفت، زمانی که نفوذپذیری بتن کاهش یابد،

دوام آن افزایش پیدا می‌کند [۳ - ۴].

منطقه‌ای که دائم در معرض چرخه‌های تر و خشک شدن هست معمولاً نسبت به منطقه ای کاملاً اشباع است، بیشترین آسیب را می‌بیند [۵]. خوردگی فولاد در بتن یکی از مسائل مهم هست که باعث کاهش دوام بتن مسلح می‌شود. که این کاهش در محیط‌های دریایی شدیدتر است [۶ و ۷]. به طور کلی، زمان شروع خوردگی آرماتور فولادی برای نشان دادن عمر یک سازه بتن مسلح در محیط دریایی است [۸]. به عقیده محققان، خوردگی فولاد در بتن ناشی از نفوذ کلرید است [۹]. قرار گرفتن در معرض چرخه‌ای از خشک شدن هوا و مرطوب آب دریا نفوذ نمک کلرید را افزایش می‌دهد [۱۰]. خوردگی فولاد زمانی رخ می‌دهد

که مقدار کلرید از مقدار pH محلول متفاوت باشد [۱۱].

کلسیم هیدروکسید در بتن با کربن دی اکسید اتمسفری در طول زمان واکنش نشان می‌دهد که منجر به کاهش از pH می‌شود [۱۳ - ۱۲]. بتن آرمه به طور همزمان با هر دو نفوذ کلرید و هوا آمیخته می‌شود که منجر به آسیب پذیر می‌شود [۱۴]. برای چند دهه گذشته، تحقیقات گسترده به مطالعه نفوذ کلرید که اغلب مطالعات بر روی فرایند انتشار کلرید در بتن انجام گرفته است [۱۵ - ۷]. مطالعات نشان داد که کاهش pH ناشی از آمیخته شدن با هوازایی است. که این مقدار کلرید باعث شروع خوردگی می‌شوند [۱۶]. بر این اساس، خوردگی میلگرد فولاد شروع می‌شود و در محتوای کلرید کمتر هنگامی که بتن با هوا ترکیب شده است اتفاق می‌افتد [۱۷]. خوردگی افزایش، pH کاهش و محتوای کلرید افزایش می‌یابد [۱۹ - ۱۸].

برخی دیگر از مطالعات نشان می‌دهد که هوا آمیخته شده سبب تسریع کننده نفوذ نمک کلرید می‌شود [۲۱ - ۲۰]. در این میان، هر دو محتوای کلرید کل و عمق نفوذ آن افزایش یافته است [۲۳ - ۲۲]. افزایش غلظت دی اکسید کربن در جو و آمیخته شدن مشکل جدی برای سازه‌های بتنی ایجاد می‌کند [۲۳]. به طور خاص، مقاومت در برابر نفوذ کلرید موضوع تحقیق است [۲۵ - ۲۴]. با توجه به اینکه بتن با مقاومت بالا مورد استفاده در ساخت و سازه‌های دریایی مانند عرشه پل‌ها و اسکله‌ها، سکوها دریایی و سازه‌های شناور، که در آن خطر بالایی از خوردگی فولاد در بتن آرمه ناشی از کلرید وجود دارد [۲۷ - ۲۶]. همانطور که مشهور است، نفوذ یون کلرید به بتن و خوردگی آرماتورهای مدفون در آن یکی از عوامل خرابی زودرس سازه‌های بتن آرمه می‌باشد که هر ساله باعث خسارات زیادی می‌شود [۲۸].

ضریب انتشار یون کلرید در بتن را می‌توان با انجام آزمایش‌هایی مانند [۲۹] ASTM C1543 و [۳۰] ASTM C1556 بدست آورد. این روش‌ها زمان بر و پرهزینه هستند و در عمل غیرکاربردی می‌باشند. در نتیجه روش‌های تسریع کننده جهت سنجش مقاومت بتن در مقابل نفوذ یون کلرید، ارائه شده است. در برخی از این روش‌ها با تسریع نفوذ یون کلرید توسط میدان الکتریکی، ضریب انتشار یون کلرید بدست می‌آید [۳۱] مانند روش (RCMT). در برخی دیگر، با استفاده از شاخص‌هایی مانند رسانایی الکتریکی، مقاومت بتن در مقابل نفوذ یون کلرید ارزیابی می‌گردد [۳۲] اما با توجه به اینکه رسانایی نمونه‌های بتنی در نتایج اکثر روش‌های تسریع یافته ارزیابی نفوذپذیری کلرایدی بتن تاثیرگذار می‌باشد، رسانایی مایع منفذی نمونه‌های بتنی نقش اساسی در نتایج این روش‌ها دارند [۳۳].

یافته‌های تحقیقات گذشته نشان دهنده این موضوع است مشکل دوام

است. شرح چند مورد از مشکلات در منطقه خلیج فارس در زیر اشاره شده است: [۳۴ - ۳۵ - ۳۶].

- ۱ - ویژگی‌های مواد تشکیل دهنده و ترکیب ویژگی‌های طراحی نسبت آب به سیمان (w/c)، درجه تراکم ...،
 - ۲ - تنوع غلظت آب دریا و تغییر در دما،
 - ۳ - غلظت بالای یونهای کلراید و سولفات در محیط خلیج فارس،
 - ۴ - تغییرات زیاد دما و رطوبت در طول شبانه روز،
 - ۵ - کیفیت پایین مصالح به همراه تکنولوژی نامناسب اجرا [۳۸ - ۳۷]
- معادله دیفرانسیل حاکم بر انتقال کلراید:

بطور کلی در ترکیب دو پدیده انتشار و همرفت، تغییر غلظت در حجم بتن می‌تواند با قانون دوم فیک به صورت رابطه ۱ بیان شود [۴۲ - ۴۱ - ۴۰ - ۳۹].

$$\text{رابطه ۱: } (J_C^{dif} + J_C^{adv}) \frac{\partial C}{\partial t} = -\nabla \cdot J_C = -\nabla \cdot$$

C : غلظت کلرید کل برحسب kg/m^3 بتن

J_C : شار کلرید برحسب $\text{kg/m}^2 \text{s}$

t : زمان برحسب ثانیه

۲ - مروری بر تحقیقات صورت گرفته

در زمینه دوام بتن در محیط‌های دریایی کارهای تحقیقاتی فراوانی انجام شده است، که به عنوان نمونه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱ - بررسی نفوذ یون کلرید در داخل بتن در محیط دریایی در شرایط جزر و مد و اتمسفری و ناحیه اسپری که در سال ۱۹۹۸ توسط محققین دانشگاه لیسبون منتشر شده است [۴۳].

- ۲ - ارزیابی دوام دراز مدت (۱۵ ساله) نمونه‌های بتنی ساخته شده با سیمان پرتلند معمولی، سرباره و خاکستر بادی در شرایط محیطی دریایی در سواحل ژاپن تحت شرایط جزر و مد که در سال ۲۰۰۰ منتشر شده است [۴۴].

- ۳ - در ایران نیز در سال ۲۰۰۵ در دانشگاه صنعتی سهند تحقیقی انجام گرفته است که در آن، دوام بتن مسلح حاوی پوزولان‌های مختلف که در معرض شرایط متفاوت محیطی شبیه‌سازی شده در آزمایشگاه: آزاد، مغروق و جزر و مد قرار داده شده بودند، در مدت ۶ ماه بررسی شده است [۴۵].

- ۴ - همچنین توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، دوام نمونه‌های بتنی ساخته شده تحت شرایط مختلف در منطقه خلیج فارس بررسی و نتایج آن در سال ۲۰۰۶ منتشر شده است. در تحقیق اخیر، نمونه‌های ساخته شده در شرایط محیطی واقعی مختلف: در ساحل، ناحیه جزر و مد دریا و کاملاً مغروق در آب دریا در سواحل بندرعباس نگهداری می‌شدند [۴۶].



شکل ۱ - نمایی از خلیج فارس

میزان جزر و مد آب در خلیج فارس در نقاط مختلف آن متفاوت است ولی بالغ بر ۱ تا ۴ متر در قسمت شمالی و ۱ تا ۲ متر در نقاط دیگر آن گزارش شده است [۵۷]. مقایسه میان غلظت نمک موجود در آب این منطقه با دیگر مناطق دنیا حاکی از اختلاف شدید آن در این منطقه با دیگر مناطق می‌باشد به طوری که غلظت میانگین نمک در این منطقه $38/9 \text{ gr/L}$ گزارش داده شده است [۵۸]. در سازه‌های واقع شده در آب و هوای گرم، دمای زیاد هوا خود به تنهایی به عنوان یک پارامتر منفی عمل کرده و موجب سرعت بخشیدن به سازوکارهای خرابی در بتن می‌شود به نحوی که مطابق روابط تئوری موجود میان دما و نرخ واکنش‌های شیمیایی، با افزایش تنها ۱۰ درجه سلسیوس دمای محیط، روند تخریب سازه‌های بتنی حدوداً ۲ برابر می‌شود [۵۹].

در مورد رطوبت هوا تغییرات بین ۴۰ تا ۹۵ درصد در طول شبانه روز گزارش داده شده است. کمترین و بیش‌ترین دمای هوا در این منطقه به ترتیب ۳ و ۵۰ درجه سلسیوس و کمترین و بیش‌ترین رطوبت هوا به ترتیب ۵ و ۹۵ درصد گزارش داده شده است. تفاوت زیاد موجود میان حداقل و حداکثر رطوبت و دمای محیط موجب می‌شود تا بتن به دلیل ایجاد تنش‌های حرارتی و مکانیکی ترک خورده و نفوذ یون‌های مهاجم به راحتی صورت پذیرد [۶۰].

۴ - سازوکار انتقال یون کلراید در شرایط جزر و مدی

در اکثر سازه‌های مورد مطالعه، اغلب سازوکار عمده ورود یون کلراید در بتن، انتشار و مکش موئینه است [۶۲ - ۶۱]. سازوکار غالب ورود در دوره‌های کوتاه رویارویی (چندساعت)، به ویژه نزدیک سطوح غیر اشباع یا اشباع جزئی، پدیده جذب سطحی است که به عنوان جذب آب توسط منافذ موئینه و انتقال بوسیله کشش موئینه در بتن تعریف می‌شود [۶۳]. در ادامه روابط حاکم بر شار انتقال رطوبت و کلراید در بتن ارائه خواهد شد.

۵ - در سال ۲۰۰۷ نتیجه یک کار تحقیقاتی در سواحل ۱۱ کشور در مقاله‌ای تحت عنوان "اثرات محیط دریا بر روی دوام بتن مسلح" منتشر شده است [۴۷].

۶ - در سال ۲۰۰۸ مقاله‌ای با عنوان "اثرات ناحیه جزر ومدی خلیج فارس بر روی دوام بتن حاوی میکروسلیس" توسط محققان دانشگاه کاونتری منتشر شده است. در مقاله اخیر، نمونه‌های بتنی در شرایط جزر و مدی شبیه‌سازی شده در آزمایشگاه و همچنین در سواحل خلیج فارس و حوضچه آب شیرین، نگهداری و آزمون‌های مقاومت فشاری و جذب آب بر روی نمونه‌ها انجام شده است [۴۸].

تحقیقات گذشته نشان می‌دهد نفوذ کلرید با جایگزینی درصدی از سیمان با میکروسلیس [۵۰ - ۴۹] و متاکائولن [۵۲ - ۵۱] و همچنین با افزایش مدت رویارویی، کاهش می‌یابد [۵۵ - ۵۴]. همچنین نفوذ کلرید با افزایش زمان رویارویی کاهش می‌یابد که این کاهش با افزایش زمان رویارویی به خاطر تأثیر اصلی پارامترهای زیر است [۵۰]. الف. واکنش محصولات آب‌دهی (هیدراتاسیون) سیمان با یونه‌ای موجود در دریا، یون‌های کلرید با تری کلسیم آلومینات واکنش می‌دهد تا منجر به تشکیل کلروآلومینات‌ها شود. یون‌های منیزیم و سولفات با اجزای سیمان واکنش می‌دهند تا بروسیت و اترینگایت را تشکیل دهند. که این واکنشها تخریل بتن را کاهش می‌دهند [۵۶]. ب. آب‌دهی سیمان که منجر می‌شود به کاهش تخریل بتن و بر اساس آن ضریب انتشار، این تأثیر مخصوص سنین اولیه بتن می‌باشد.

۳ - منطقه خلیج فارس

در مناطق ساحلی خلیج فارس آلودگی آب، خاک و اتمسفر به عناصر شیمیایی مضر برای بتن، رطوبت بالا، دما و تشعشعات خورشیدی در حدی است که به روند تخریب سازه‌ها کمک می‌کند و سرعت آسیب دیدگی را افزایش می‌دهد. مطالعات و بررسی‌های آزمایشگاهی نشان داده است که املاح موجود در آب خلیج فارس از اغلب آب‌های جهان بیشتر است. زیاد بودن مقدار کلرید در این آب باعث تخریب انواع سازه‌های ساحلی و دریایی در این منطقه شده است. مقدار کلرید موجود در علاوه بر این آب‌های زیر زمینی $3700 - 3000 \text{ PPM}$ و میزان سولفات در آن حدود $2400 - 2000 \text{ PPM}$ آب در حدود در این منطقه شدیداً به یون‌های کلرید و سولفات آلوده می‌باشند دمای هوای منطقه خلیج فارس به علت نزدیکی به خط استوا، در گرم‌ترین ماه‌های سال حداکثر بین ۳۷ تا ۴۱ درجه سلسیوس متغیر می‌باشد. البته دمای سطح بتن زیر نور مستقیم خورشید به ۷۰ تا ۷۵ درجه سلسیوس می‌رسد. رطوبت نسبی هوا نیز بین ۴۸ تا ۸۱٪ تغییر می‌کند، (شکل ۱).

۵ - شار انتقال رطوبت

بیشتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

$$D_w = D_w^d e^{-\beta w} \quad \text{رابطه ۲}$$

$$D_w = D_w^s \left[\alpha + \frac{1-\alpha}{1 + \left(\frac{1-w}{1-w_{cr}} \right)^N} \right] \quad \text{رابطه ۳}$$

D_w^d : ضریب انتقال رطوبت خشک در حالت تر شدگی.

D_w^s : ضریب انتقال رطوبت اشباع در حالت خشک شدگی.

β : ضریب حساسیت که شدت کاهش D_w را باتوجه به افزایش w نشان می‌دهد.

۷ - مشکل عمده سازه های بتنی در منطقه خلیج فارس

خلیج فارس با داشتن شرایط آب و هوایی حاد و موقعیت جغرافیایی استثنایی، هم برای بتن سخت شده و هم برای بتنی که تازه ریخته می‌شود، منطقه‌ای مهاجم و خطرناک است. امروزه به لطف پیشرفت علم و اهمیت بحث دوام و کارایی سازه‌های ساحلی، بسیاری از عوامل موثر بر دوام بتن شناسایی شده و به طور مستمر مورد آزمایش قرار می‌گیرند. استفاده از پوزولان‌ها از جمله دوده سیلیس به عنوان افزودنی به دلایل مختلفی در دهه‌های اخیر توانسته است نظر مهندسان را به خود جلب کند تا حدی که بتن ساخته شده با دوده سیلیس چنان چه به خوبی نگه داری و عمل‌آوری شود موجب افزایش مقاومت الکتریکی بتن خواهد شد [۸۴ و ۸۵]. آیین‌نامه‌های مختلف از جمله [۸۶] CIRIA-1984 در انگلستان، [۸۷] BHRC در ایران، [۸۸] ARAMCO-1984 در عربستان سعودی برای ساخت یک بتن پایا در شرایط محیطی مهاجم مهندسين را ملزم به رعایت یک سری محدودیت‌ها می‌کنند به نحوی که رعایت این محدودیت‌ها در نهایت منجر به کاهش نفوذ و انتشار یون کلرید در بتن می‌شود، (جدول ۱).

جذب سطحی (مویبگی) در نتیجه انتقال مویبینه در منافذ بتن ناشی از کنش سطحی بین آب و ساختار متخلخل بتن می‌باشید، [۶۴ - ۶۵]. آب ابتدا روی سطح منافذ مویبینه جذب می‌شود و سپس زمانیکه رطوبت نسبی افزایش می‌یابد، آب تقطیر شده و منافذ را پر می‌کند و شروع به حرکت از منافذ کوچکتر به منافذ بزرگتر می‌نماید [۶۶]. بنابراین چون بخشی از رطوبت به صورت بخار آب و بخشی به صورت آب مایع در بتن جابجا می‌شوند، لازم است تصمیم گرفته شود که انتقال رطوبت بر اساس رطوبت نسبی (h) و یا درجه اشباع آب در منافذ (w) مدل گردد. مدل‌های متعددی تاکنون برای پیش بینی توزیع رطوبت در بتن ارائه شده‌اند [۶۷ و ۶۸]، اما به دلیل اینکه یون‌های مهاجم در بتن به همراه فاز مایع (آب) جابجا می‌شوند، توصیه شده است که در مدل‌سازی انتقال یون‌ها در بتن در اثر پدیده همرفت رطوبتی، توزیع رطوبت با استفاده از آب منفذی بررسی شود [۶۹ و ۷۰]. בזانت [۷۱ و ۷۲] مدلی را بر اساس انتشار رطوبت نسبی منافذ برای تخمین پروفیل رطوبت نسبی در بتن ارائه کرد که جمع شدگی بتن بر اساس آن اندازه‌گیری می‌شد.

۶ - ضریب انتقال رطوبت

یکی از مسائل مهم در مدل‌سازی توزیع رطوبت در بتن، ضریب انتقال رطوبت (D_w) است که آنهم به چند فاکتور مهم مانند دما، رطوبت نسبی موجود در منافذ، نسبت آب به سیمان، نوع سیمان و مواد پوزولانی، سن بتن، دوره عمل‌آوری مرطوب، شرایط رویارویی و مدت رویارویی بستگی دارد [۷۳ و ۷۴]. در هر صورت، با توجه به ماهیت جذب رطوبت در منافذ بتن و افت آن در طول زمان، D_w مقادیر متفاوتی خواهد داشت. در سال‌های گذشته، برخی روابط تجربی برای تخمین تغییرات D_w نسبت به مقدار w در حالت تر شدن [۷۵ - ۷۶] و در حالت خشک شدن [۷۸ - ۸۳]، پیشنهاد شده است که در بین آنها، رابطه ۲ و رابطه ۳ به ترتیب برای حالت ترشدن و حالت خشک‌شدن،

جدول ۱ - مشخصات بتن با دوام در منطقه خلیج فارس

آیین نامه	مواد پوزولانی			نسبت آب به سیمان (W/C)	کم‌ترین ضخامت پوشش بتن روی آرماتور	مواد سیمانی کل (Kg/m ³)
	Silica fume (Cement %)	Fly ash (Cement %)	GGBS (Cement %)			
BHRC	۶ - ۸	۲۰ - ۵۰	-	< ۰/۴	۵۵ - ۹۰	< ۴۲۵
CIRIA	۵ - ۱۰	۲۵ - ۳۰	۵۰ - ۶۰	< ۰/۴۵	۷۵ - ۱۰۰	-
ARAMCO	۷ - ۸	-	-	< ۰/۴	۷۵	۳۶۰ - ۴۰۰

بتن در زمان مشخص توسط قانون دوم انتشار پذیر فیک بیان می‌شود. رابطه‌های ۴ و ۵.

$$D_c \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = \frac{\partial C}{\partial t} \quad \text{رابطه ۴}$$

$$C(x,t) = C_0 \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_c t}} \right) \right] \quad \text{رابطه ۵}$$

که در آن x فاصله از سطح بتن بر حسب متر، t مدت زمان رویارویی بر حسب ثانیه، D_c ضریب انتشار پذیری بتن بر حسب مترمربع بر ثانیه، C_0 میران درصد وزنی یون کلر در سطح بتن و $C(x, t)$ میزان درصد وزنی یون کلر در عمق x نسبت به سطح و در زمان t است.

۸-۲- نتایج پروفیل نفوذ یون کلر

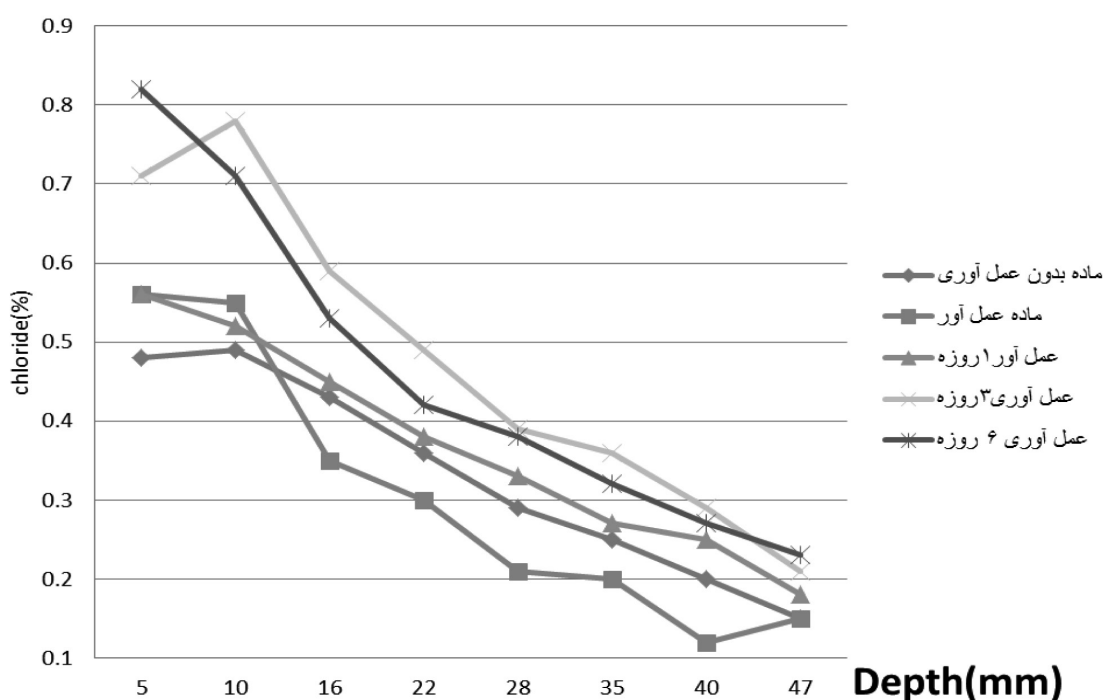
یکی از پدیده‌های جالب مشاهده شده در نتایج بلند مدت این است که هر چه زمان عمل‌آوری بیشتر شده میزان نفوذ کلر در بتن نیز بیشتر می‌شود که این امر به وضوح در نمودار شکل ۲ نمایان است. عمل‌آوری تأثیر به سزایی در آهنگ نفوذ یون کلر در سنین اولیه قرار گیری در محیط دارد. از دلایل نفوذ بیشتر کلرید در بتن در هنگام بیشتر شدن زمان عمل‌آوری می‌توان به این موضوع اشاره کرد که در نمونه‌های با عمل‌آوری طولانی مدت تر با آب، رطوبت نسبی بتن در لایه‌های درونی‌تر از سطح نمونه بیشتر می‌شود که از آنجایی که یون کلرید توسط این رطوبت حفره‌ای به داخل بتن نفوذ می‌کند، این پدیده باعث بیشتر شدن نفوذ یون کلر در نمونه می‌شود. نتایج به دست آمده در این پروژه مطابق مشاهدات Oh

۸- برنامه آزمایشگاهی

۸-۱- مواد و روش‌های آزمون‌های

در این تحقیق ۵ حالت عمل‌آوری (شامل بدون عمل‌آوری، عمل‌آوری در آب به مدت ۱، ۳ و ۶ روز و همچنین عمل‌آوری با ماده عمل‌آور) در نظر گرفته شده که تأثیر آن بر روی دو نوع بتن ساده و آمیخته با دوده سیلیس بررسی شده است. آزمون‌های منشوری در ابعاد $15 \times 15 \times 60$ به عنوان آزمون‌های اصلی برای قرارگیری در محیط خلیج فارس انتخاب شد. طرح اختلاط بتن براساس دستیابی به کارایی یکنواخت با اسلامپ ۵ تا ۸ سانتی‌متر برای تمامی حالات انجام شد. مقدار عیار مواد سیمانی با توجه به تجربیات مشابه در دیگر پروژه‌های تحقیقاتی که به منظور دستیابی به مقدار بهینه مواد سیمانی انجام گرفته بود و همچنین برای مقایسه نتایج با طرح‌های دیگر پژوهشی به میزان ثابت kg/m^3 ۴۰۰ در نظر گرفته شد. برای طرح اختلاط ابتدا شن و ماسه با حداکثر اندازه دانه ۱۲ mm دانه‌بندی شد. مدول نرمی ریزدانه در حدود ۴/۳ بود ولی به دلیل استفاده از ۲۱۱ACI [۸۹] در طراحی و همچنین وجود حدود ۳۷٪ ریزدانه در مصالح درشت دانه، دانه‌بندی اصلاح گردید تا به حد مورد قبول در استاندارد برسد به این ترتیب که ریزدانه را الک کرده و به دو قسمت زیر الک ۱ mm و روی الک تقسیم گردید. سپس ریزدانه مصرفی را به نسبت ۵ به ۱ از مصالح زیر الک ۱ mm و روی آن تهیه گردید تا مدول نرمی به ۳/۲ برسد. دانه‌بندی طرح‌ها ملزومات ASTM C33 را برآورده می‌کند [۹۰].

پس از آماده‌سازی آزمون‌های منشوری که در آزمایشگاه ساخته شده بودند به محل منتقل شدند. میزان نفوذ یون کلر بر حسب عمق از سطح



شکل ۲- نمودار مقایسه مقدار پروفیل یون کلر در شرایط مستغرق برای نمونه‌های ۳ ساله فاقد میکروسلیس با عمل‌آوری مختلف

۸-۳- نتایج مقدار کلر سطحی

در بررسی مقدار کلر سطحی، بهترین و بدترین عملکرد به ترتیب به کمترین و بیشترین مقدار کلر سطحی نسبت داده شده است. مطابق جدول ۳ در ناحیه اتمسفر از نظر میزان کلر سطحی، عمل آوری ۳ روزه دارای بهترین عملکرد و نمونه‌های بدون عمل آوری دارای ضعیف‌ترین رفتار بودند.

مطابق شکل ۳ و جدول ۴، در ناحیه جزر و مد، برای طرح اختلاط حاوی میکروسیلیس بهترین عملکرد از نظر میزان کلر سطحی برای نمونه‌های بدون عمل آوری و با ماده عمل است و ضعیف‌ترین عملکرد را برای نمونه‌های با عمل آوری میان ۳ روزه و ۶ روزه می‌باشد.

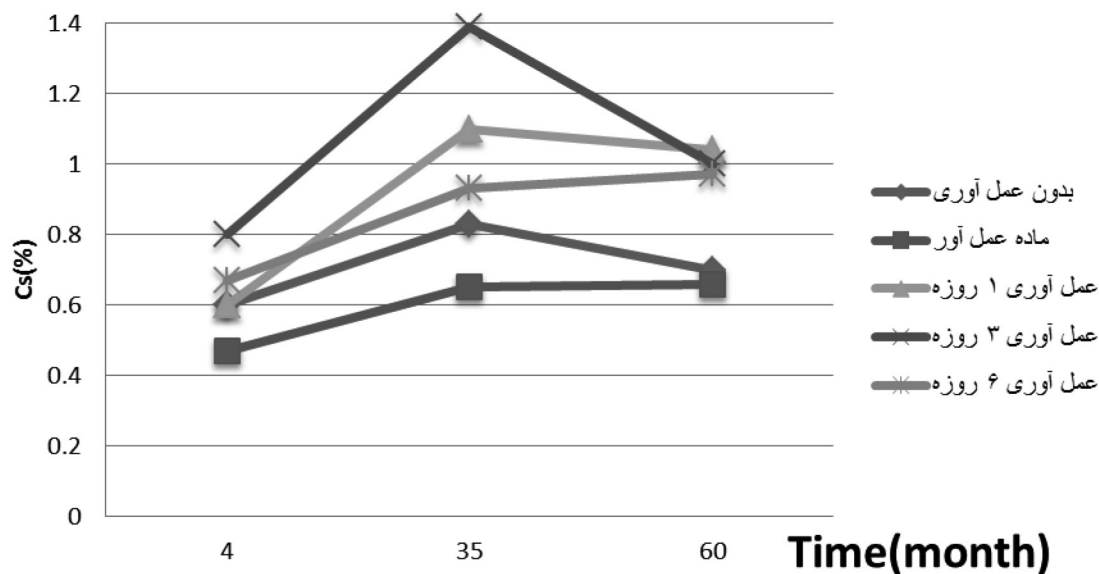
و jang (۲۰۰۷) می‌باشد [۹۲]. همچنین نتایج به دست آمده نشان دهنده کاهش ضریب انتشارپذیری با کاهش مدت زمان عمل آوری است که دلیل این موضوع را نیز می‌توان علت ذکر شده دانست. از طرف دیگر طبق مشاهدات Khatib و Mangat (۲۰۰۲) عمل آوری در در دمای زیاد باعث ایجاد منافذ حفره ای بیشتر و در نتیجه نفوذ کلر بیشتر می‌شود [۹۲]. پس در نتیجه با توجه به شرایط دمایی و رطوبت خلیج فارس می‌توان اینطور برداشت کرد که در مجموع در این ناحیه عمل آوری بلند مدت تاثیر مثبتی ندارد و همچنین استفاده از ماده عمل آوری مناسب باشد. در ناحیه مستغرق بهترین عملکرد از لحاظ کاهش نفوذ یون کلر را نمونه حاوی ماده عمل آور و پس از آن نمونه بدون عمل آوری دارند و عمل آوری با آب، نفوذ یون کلر را بیشتر نموده است.

جدول ۲ - عملکرد از نظر مقدار کلر سطحی در ناحیه اتمسفر

عملکرد از نظر مقدار کلر سطحی در ناحیه جزر و مد در آزمون‌های حاوی میکروسیلیس		عملکرد از نظر مقدار کلر سطحی در ناحیه جزر و مد در آزمون‌های بدون میکروسیلیس		
۲۷ روزه با آب	۳ روزه با آب	۱ روزه با آب	۳ روزه با آب	بهترین عملکرد
بدون مل آور	۱ روز با آب	بدون مل آور	ماده مل آور	بدترین عملکرد

جدول ۳ - عملکرد از نظر مقدار کلر سطحی در ناحیه جزر و مد

عملکرد از نظر مقدار کلر سطحی در ناحیه جزر و مد در آزمون‌های حاوی میکروسیلیس		عملکرد از نظر مقدار کلر سطحی در ناحیه جزر و مد در آزمون‌های بدون میکروسیلیس		
۲۷ روزه با آب	۳ روزه با آب	۱ روزه با آب	۳ روزه با آب	بهترین عملکرد
بدون مل آور	۱ روز با آب	بدون مل آور	ماده مل آور	بدترین عملکرد



شکل ۳ - نمودار مقدار کلر سطحی در زمان‌های متفاوت برای بتن فاقد میکروسیلیس و دارای نسبت آب به سیمان ۰/۵ در محیط جزر و مد

نتیجه گیری

در این مقاله خلاصه نتایج بدست آمده به شرح زیر می باشد:

- ۱ - وجود یون سولفات در محیط خورنده مورد آزمایش باعث کاهش مقاومت فشاری کلیه نمونه های بتن عمل آوری شده در این محیط نسبت به محیط شاهد شده است. همچنین مقاومت الکتریکی این نمونه ها نسبت به نمونه های محیط شاهد کاهش چشمگیری داشته است.
- ۲ - نمونه های بتن دارای میکروسیلیس و نسبت آب به مواد سیمانی پایین در کلیه ناحیه ها کمترین ضریب افت مقاومت فشاری را نسبت به بتن های معمولی دارند.
- ۳ - افزودن میکروسیلیس باعث افزایش میزان کلر سطحی می شود. این پدیده در همه نمونه ها به چشم می خورد که علت این امر را می توان در این است که با افزودن میکروسیلیس، ریز ساختار بتن بهبود یافته و یون کلر به سختی می تواند در بتن نفوذ کند و این امر باعث انباشت این یون در پوسته بتن می شود.
- ۴ - در ناحیه جزر و مد برای هر دو طرح اختلاط حاوی میکروسیلیس بهترین عملکرد از نظر میزان کلر سطحی برای نمونه های بدون عمل آوری و با ماده عمل است.
- ۵ - با توجه به کوتاه مدت بودن زمان انجام آزمایش ها، به منظور دستیابی به اطلاعات دقیق تر نیاز به مدت زمان بیشتری است.

تشکر و قدردانی

از اساتید محترم رشته مهندسی عمران دانشگاه خلیج فارس که امکانات لازم در انجام این تحقیق فراهم نمودند، تقدیر و سپاسگزاری می شود.

منابع

- [1] Meijers S.J., Bijen J.M., De Borst R. & Fraaij A.L.A. (2001). Computational modelling of chloride ion transport in reinforced concrete. HERON, 46 (3), ISSN 0046-7316.
- [2] Basheer P.A.M., Chidiact S.E. & Long A.E. (1996). Predictive models for deterioration of concrete structures. Construction and Building Materials, 10(1), 27-37.
- [3] Malhotra V.M. & Mehta P.K. (1996). Pozzolanic and cementitious materials. Advances in concrete technology, 1, Taylor and Francis, London
- [4] Mehta P.K. (1998). Role of pozzolanic and cementitious material in sustainable development of the concrete industry. In: Proceedings of 6th International Conference on the Use of Fly Ash, Silica Fume Slag, and Natural Pozzolans in Concrete, ACI SP-178, American Concrete Institute (ACI), Farmington-Hills, MI, 1-20.,
- [5] Yuan Q., Shi C., Schutter G.D., Deng D. & He F. (2011). Numerical Model for Chloride Penetration into Saturated Concrete. Journal of Materials in Civil Engineering (ASCE), 305.
- [6] Cusson D, Hoogeven T. An experimental approach for the analysis of early-age behavior of high-performance concrete structures under restrained shrinkage. Cem Concr Res 2007;37(2):200-9.
- [7] Khatri RP, Sirivivatnanon V. Characteristic service life for concrete exposed to marine environments. Cem Concr Res 2003;34:745-52.
- [8] H.F. Taylor, Cement Chemistry, Thomas Telford, 1997.
- [9] Kovler K, Jensen O.M. editors. Internal curing of concrete, State-of-the-Art report of RILEM Technical Committee 196-ICC, Report 41, 2007.
- [10] K. Hong, R. Hooton, Effects of cyclic chloride exposure on penetration of concrete cover, Cem. Concr. Res. 29 (9) (1999) 1379-1386.
- [11] K.Y. Ann, H.-W. Song, Chloride threshold level for corrosion of steel in concrete, Corros. Sci. 49 (11) (2007) 4113-4133.
- [12] M.G. Richardson, Carbonation of Reinforced Concrete: Its Causes and Management, Citis, 1988
- [13] S. Ahmad, Reinforcement corrosion in concrete structures, its monitoring and service life prediction-a review, Cement Concr. Compos. 25 (4) (2003) 459-471.
- [14] A. Neville, Chloride attack of reinforced concrete: an overview, Mater. Struct 28 (2) (1995) 63-70.
- [15] Tsukahara E, Uomota T. Corrosion rate of reinforcing steel bars in cracked concrete. Trans Jpn Concr Inst 2000;22:155-66..
- [16] G. Glass, N. Buenfeld, The presentation of the chloride threshold level for corrosion of steel in concrete, Corros. Sci. 39 (5) (1997) 1001-1013.
- [17] S. Hussain, A. Al-Musallam, A. Al-Gahtani, Factors affecting threshold chloride for reinforcement

- corrosion in concrete, *Cem. Concr. Res.* 25 (7) (1995) 1543–1555.
- [18] C. Alonso, C. Andrade, J. Gonzalez, Relation between resistivity and corrosion rate of reinforcements in carbonated mortar made with several cement types, *Cem. Concr. Res.* 18 (5) (1988) 687–698.
- [19] G. Glass, C. Page, N. Short, Factors affecting the corrosion rate of steel in carbonated mortars, *Corros. Sci.* 32 (12) (1991) 1283–1294.
- [20] M.K. Lee, S.H. Jung, B.H. Oh, Effects of carbonation on chloride penetration in concrete, *ACI Mater. J.* 110 (5) (2013).
- [21] H. Hilsdorf, J. Kropp, *Performance Criteria for Concrete Durability*, CRC Press 2004.
- [22] I.-S. Yoon, O. Çopuroğlu, K.-B. Park, Effect of global climatic change on carbonation progress of concrete, *Atmos. Environ.* 41 (34) (2007) 7274–7285.
- [23] M.G. Stewart, X. Wang, M.N. Nguyen, Climate change impact and risks of concrete infrastructure deterioration, *Eng. Struct.* 33 (4) (2011) 1326–1337.
- [24] E. Bastidas-Arteaga, A. Chateauneuf, M. Sánchez-Silva, P. Bressolette, F. Schoefs, Influence of weather and global warming in chloride ingress into concrete: a stochastic approach, *Struct. Saf.* 32 (4) (2010) 238–249.
- [25] Zhutovsky S, Kovler K. Effect of internal curing on durability-related properties of high performance concrete. *Cem Concr Res* 2012;42(1):20–6.
- [26] Bentz DP. Influence of internal curing using lightweight aggregates on interfacial transition zone percolation and chloride ingress in mortars. *Cement Concr Compos* 2009;31(5):285–9.
- [27] Haug AK, Fjeld S. A floating concrete platform hull made of lightweight aggregate concrete. *Eng Struct* 1996;18(11):831–6.
- [28] Ingebrigtsen T. Stolma Bridge, Norway. *Struct Eng Int* 1999;9(2). 100–102(3).
- [29] A.R. Bagheri, H. Zanganeh, H. Samadzad, and A. L. A. H. Kiani, “Assessing The Durability Of Binary And Ternary Concretes Using Rapid Chloride Resistance Test And The Accelerated Rebar Corrosion Test,” presented at the International Congress On Durability Of Concrete, 2012.
- [30] ASTM, “C 1543: Standard Test Method for Determining the Penetration of Chloride Ion into Concrete by Ponding,” ed, 2010.
- [31] ASTM, “C 1556: Standard Test Method for Determining the Apparent Chloride Diffusion Coefficient of Cementitious Mixtures by Bulk Diffusion,” ed, 2011.
- [32] A. R. Bagheri and H. Zanganeh, “Comparison of Rapid Tests for Evaluation of Chloride Resistance of Concretes with Supplementary Cementitious Materials,” *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 2, 4pp. 1175–1182, 2012.
- [33] A. A. Ramezani-pour, A. Pilvar, M. Mahdikhani, and F. Moodi, “Practical evaluation of relationship between concrete resistivity, water penetration, rapid chloride penetration and compressive strength,” *Construction and Building Materials*, vol. 25, pp. 2472–2479, 2011.
- [34] P. E. Streicher and M. G. Alexander, “A chloride conduction test for concrete,” *Cement and Concrete Research*, vol. 25, pp. 1284–1294, // 1995.
- [35] Al-Amoudi OSB. Durability of plain and blended cements in marine environments. *Adv Cem Res* 2002;14(3):89–100.
- [36] Al-Ghamdi HA. Effect of curing and mix design on durability of Portland cement and Portland cement – silica fume cement mortars in a hot-marine environment. PhD thesis, Department of Chemistry, University of Aberdeen, UK; 1999.
- [37] Ghoddousi P, Ganjian E, Parhizkar T, Ramezani-pour A. Concrete technology in the environmental conditions of the Persian Gulf. Building and housing research centre publication no. B 283, Tehran, Iran; 1998.
- [38] ولیپور، مهدی، “بررسی انتشار یون کلر بر خوردگی بتن مسلح در شرایط اقلیمی جزیره قشم با در نظر گرفتن شرایط قرارگیری و کاربرد مواد پوزولانی. مختلف”، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۱۳۸۸.
- [39] Ashrafi, H.R. and Ramezani-pour, A.A., “Service Life Prediction of Silica Fume Concretes”, *International Journal of Civil Engineering*. Vol. 5, No. 3., p. 182–197, 2007.
- [40] Martin-Perez B., Pantazopoulou S.J. & Thomas M.D.A. (2001). Numerical solution of mass transport equations in concrete structures. *Computer and structures*, 79, 1251–1264.
- [41] Ishida T., Iqbal P.O. & Anh H.T.L. (2009). Modeling of chloride diffusivity coupled with non-linear binding capacity in sound and cracked concrete. *Cement and Concrete Research*, 39, 913–923.
- [42] Martín-Pérez B., Zibara H., Hooton R.D., Thomas M.D.A. (2000). A study of the effect of chloride binding on service life predictions. *Cement and Concrete Research*, 30, 1215–1223.
- [43] Isgor O.B. A Durability Model for Chloride and Carbonation Induced Steel Corrosion in Reinforced Concrete Members. PhD Thesis in Carlton University, Canada, 2001.

- [44] A. Coasta, J. Appleton, "Chloride penetration into concrete in marine environment", *Materials and Structures Journal*, Vol. 32, May 1999, PP 252-259.
- [45] Tarek Uddin Mohammed, Toru Yamaji, Toshiyuki Aoyama, and Hidenori Hamada, "Marine Durability of 15- Year old concrete Specimens Made with Ordinary Portland, Slag and Fly Ash Cements, ACI SP 199-30-2000, PP.451-560.
- [46] H. Karbalayi Faraji, H. Afshin, "Durability of Reinforcement Concrete Containing Pozzolans In Oroom-iyeh Lake Environment", M.Sc. Thesis Sahand University of Technology, 2005. (In Persian)
- [47] Ramazanianpour, A.A., Parhizkar, T., Pourkhorshidi, R., Raisghasemi, M., "Assessing Concrete Durability with Different Cements and Pozzolans in Persian Gulf Environment", *Concrete journal*, Research Report, BHRC Publication No. R-434, 2006. (In Persian)
- [48] Troconis de Rincon, M. Sanchez, V. Millano, R. Fernandez, "... Effect of the marine environment on reinforced concrete durability in Iberoamerican countries", *Corrosion Science Journal*, PP. 2832-2843, 16 March 2007.
- [49] E. Ganjian, H. Sadaghi Pouya, "The effect of Persian Gulf tidal zone exposure on durability of mixes containing silica fume and blast furnace slag", *ELSEVIER, Construction and Building Materials*, Available online, 2008.
- [50] Ashrafi, H.R. and Ramezaniapour, A.A., "Service Life Prediction of Silica Fume Concretes", *International Journal of Civil Engineering*. Vol. 5, No. 3., p. 182-197, 2007.
- [51] Costa, A., Appleton, J., "Chloride penetration into concrete in marine environment - Part I Main parameters affecting chloride penetration", *Materials and Structures/Materiaux et Constructions* 32, p. 252-259, May 1999.
- [52] Valipour, M., Pargar, F., Shekarchi, M., Khani, S., Moradian, M., "In situ study of chloride ingress in concretes containing natural zeolite, metakaolin and silica fume exposed to various exposure condition-sin a harsh marine environment" *Construction and Building Materials* 46, p. 63-70, 2013.
- [53] Guneyisi, E., Mermerdas, K., "Comparative study on strength, sorptivity, and chloride ingress characteristics of air-cured and water-cured concretes modified with metakaolin" *Materials and Structures* 40, pp. 1161-1171, 2007.
- [54] Shekarchi, M., Rafiee, A., Layssi, H., "Long-term chloride diffusion in silica fume concrete in harsh marine climates", *Cement & Concrete Composites* 31, pp. 769-775, 2009.

[۵۵] رفیعی، علیرضا، "بررسی اثر زمان بر آهنگ نفوذ یون کلر در بتن در محیط خلیج فارس با رویکرد احتمال اندیشانه"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۱۳۸۶

- [56] Comit  Euro-International Du Beton (CEB), "Durable Concrete Structure (Design Guide)", 1992.
- [57] Igarashi, SI., Watanabe, A., Kawamura, M., "Evaluation of capillary pore size characteristics in high-strength concrete at early ages", *Cement and Concrete Research*.
- [58] Zwarts, L., Wadden en wadvogels in de Golf, Waddenbulletin 1991-2, pp. 65-68
- [59] Chini, M., Study on the Effect of Silica Fume and Water to Binder ratio on the Diffusion of Chloride Ion in Persian Gulf Region (In Persian), M. s. Thesis, University of Tehran, Iran, June 2004, 127 page s.
- [60] Mehta, P.K., *Concrete in Marine Environment*, Taylor & Francis Books, 2003, 206 pages.
- [61] Neville, A., *Good Reinforced Concrete in the Arabian Gulf*, *Materials and Structures*, Vol. 33, December 2000, pp. 655-664.
- [62] Hall C. (1989). Water sorptivity of mortars and concretes: a review. *Magazine of Concrete Research*, 41(147), 51-61.
- [63] Nielsen E.P. & Geiker M.R. (2003). Chloride diffusion in partially saturated cementitious material. *Cement and Concrete Research*, 33, 133-138.
- [64] Malhotra V.M. & Mehta P.K. (1996). Pozzolan and cementitious materials. *Advances in concrete technology*, 1, Taylor and Francis, London.
- [65] Conciatori D., Laferri re F. & Brühwiler E. (2010). Comprehensive modeling of chloride ion and water ingress into concrete considering thermal and carbonation state for real climate. *Cement and Concrete Research*, 40, 109-118
- [66] Hanzic L., Kosec L. & Anzel I. (2010). Capillary absorption in concrete and the Lucas-Washburn equation. *Cement and Concrete Composite*, 32, 84-91.
- [67] Bazant Z.P. & Najjar L.J. (1971). Drying of concrete as a nonlinear diffusion problem. *Cement and Concrete Research*, 1(5), 461-73.
- [68] Wanga L. & Ueda T. (2011). Mesoscale modeling of water penetration into concrete by capillary absorption. *Ocean Engineering*, 38, 519-528.

- [69] Carpenter T.A., Davies E.S., Hall C., Hall L.D., Hoff W.D. & Wilson M.A. (1993). Capillary water migration in rock: process and material properties examined by NMR imaging. *Materials and Structures*, 26, 286-292.
- [70] Lockington D., Parlange J. & Dux P. (1999). Sorptivity and the estimation of water penetration into unsaturated concrete. *Materials and Structures*, 32, 342-347.
- [71] Ayano T. & Wittmann F.H. (2002). Drying, moisture distribution, and shrinkage of cement based materials. *Materials and Structures*, 35, 134-140.
- [72] Bazant Z.P. & Najjar L.J. (1972). Nonlinear water diffusion in nonsaturated concrete. *Materials and Structures*, 5(25), 3-20.
- [73] Bertolini L., Elsener B., Pedferri P. & Polder R. (2004). *Corrosion of steel in concrete*. WILEY-VCH Verlag.
- [74] Isgor O.B. A Durability Model for Chloride and Carbonation Induced Steel Corrosion in Reinforced Concrete Members. PhD Thesis in Carlton University, Canada, 2001.
- [75] Dhir R.K., Hewlett P.C. & Chan Y.N. (1986). Near-surface characteristics and durability of concrete: Assessment and development of in situ test methods. *Magazine of Concrete Research*, 39, 183-194.
- [76] Conciatori D., Laferrière F. & Brühwiler E. (2010). Comprehensive modeling of chloride ion and water ingress into concrete considering thermal and carbonation state for real climate. *Cement and Concrete Research*, 40, 109-118.
- [77] Navarri P. & Andrieu J. (1993). High-intensity infrared drying study: part II. Case of thin coated films. *Chemical Engineering Process*, 32(5), 319-325.
- [78] Buchwald A. Determination of the ion diffusion coefficient in moisture and salt loaded masonry materials by impedance spectroscopy. In: *Third international symposium*, Vienna; 2000. p. 475-482.
- [79] Martys N. & Ferraris C.F. (1997). Capillary transport in mortar and concrete. *Cement and Concrete Research*, 27(5), 747-60.
- [80] Janz M. (1997). Methods of measuring the moisture diffusivity at high moisture levels. University of Lund, Lund Institute of technology, Division of Building Materials; Report TVBM-3076.
- [81] Janz M. (2002). Moisture diffusivities evaluated at high moisture levels from a series of water absorption tests. *Materials and Structures*, 35, 141-148.
- [82] Conciatori D., Brühwiler E. & Gysler R. (2011). Brine Absorption in Concrete at Low Temperature: Experimental Investigation and Modeling. *Journal of Material in Civil Engineering*, 23, 846-851.
- [83] Xi Y.P., Bazant Z.P., Molina L. & Jennings HM. (1994b). Moisture diffusion in cementitious materials-Moisture capacity and diffusion. *Advanced Cement Based Materials*, 1, 258-266.
- [84] Idiart A.E., Lopez C.M. & Carol I. (2011). Modeling of drying shrinkage of concrete specimens at the meso-level. *Materials and Structures*, 44, 415-435.
- [85] Ghalibafian M., Shekarchi M., Zare, A., & Tadayon M., Chloride Penetration Testing of Silica Fume Concretes under Persian Gulf Conditions, The 6th CANMET/ACI International Conference on Durability of Concrete, Thessaloniki, Greece, 2003, pp. 737-753.
- [86] Shekarch, M., Tadayon, M., Hoseini, M., Chini, M., Montazer, SH., Alizadeh, R. & Ghods, P. Application of the Water Absorption as a Criterion for the Durability of Concrete Structures in Marine Environments, 4th international Conference on Concrete under Severe Conditions, CONSEC'04, Seoul, Korea, 2004, pp. 369-376.
- [87] CIRIA, The CIRIA Guide for Concrete Construction in the Gulf Region, Spec. Pub.31, Construction Industry Research and Information Association, Ministry of Housing and Construction, Department of the Environment, London, 1984.
- [88] BHRC-PN S 428, Code of Practice for Concrete Durability in the Persian Gulf and Oman Sea (In Persian), Building and Housing Research Center, Ministry of Housing and Urban Development, Tehran, Iran, 2006, 87 pages.
- [89] ARAMCO, The Saudi Arabian Oil Company concrete specification 09 SAMSS-097, Clause 5.1, Saudi Aramco, Dhahran, Saudi Arabia, 1994.
- [90] Ghalibafian M., Ghods P., Alizadeh R., Chini M., Hoseini M., Montazer Sh., Effect of Curing Conditions on the Diffusion of Chloride Ion into Concrete in Persian Gulf Region and Implications on Service Life Prediction, CONSEC'04, Korea, 2004.
- [91] Taheri-Motlagh A., Durability of Reinforced Concrete Structures in Aggressive Marine Environment, PhD thesis, IHE Delft, 1998.
- [92] Oh H.B., Jang, Y.S., Effects of material and environmental parameters on chloride penetration profiles in concrete structures, *Cement and Concrete Research* 37, 2007, pp. 47-53.
- [93] Khatib J.M., Mangat P.S., Influence of High Temperature and Low-Humidity Curing on Chloride Penetration in Blended Cement Concrete, *Cement and Concrete Research* 32, 2002, pp. 1743-1753.

حفاظت کاتدی پالسی

فرزاد بنی اسد آزاد^۱، فرید میرزایی^۲، مهدی شهبازیان^۳

^۱ کارشناسی ارشد مهندسی ایمنی و بازرسی فنی، دانشگاه صنعت نفت، آبادان

^۲ کارشناسی ارشد مهندسی ابزار دقیق و اتوماسیون، دانشگاه صنعت نفت، اهواز

^۳ استادیار گروه مهندسی ابزار دقیق و اتوماسیون، دانشگاه صنعت نفت، اهواز

* E-mail: F.Baniasad@ait.put.ac.ir

چکیده

حفاظت کاتدی پالسی به عنوان روشی برای حفاظت از سازه‌های در معرض خوردگی در اوایل دهه ۶۰ میلادی مورد توجه قرار گرفت. در این نوع سامانه حفاظتی بر خلاف حفاظت کاتدی جریان اعمالی ولتاژ حفاظتی به صورت پالس‌هایی با فرکانس معین و مدت زمان قطع و وصل مشخص به سازه تحت حفاظت اعمال می‌شود. سامانه‌های حفاظت کاتدی پالسی نسبت به سامانه‌های حفاظت کاتدی مرسوم مزایایی دارد و می‌تواند به عنوان جانشین مناسبی برای حفاظت از سازه‌های در معرض خوردگی استفاده شود. از جمله مزایای این سامانه می‌توان به افزایش محدوده تحت حفاظت، جلوگیری از نفوذ هیدروژن، عدم وقوع پدیده Cathodic disbonding، کاهش مصرف انرژی و هزینه‌ها اشاره کرد. از این سامانه حفاظت کاتدی به طور صنعتی به منظور حفاظت از دیواره‌ی چاه‌های نفت و گاز، خطوط لوله مدفون و بتون مسلح استفاده شده است؛ که با توجه به نتایج گزارشات، این سامانه نتایج مطلوبی داشته است. اما با این همه برای بررسی امکان‌سنجی اقتصادی و پیاده سازی این روش در کشور و با توجه به منابع محدود در این زمینه بهتر است آزمایش و تحقیقات عملی بیشتری صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: حفاظت کاتدی پالسی، حفاظت کاتدی جریان اعمالی، خوردگی، چاه‌های نفت و گاز، جدایش کاتدی

۱ - مقدمه

مبانی کاری حفاظت کاتدی پالسی مشابه حفاظت کاتدی جریان اعمالی معمولی است، به این معنی که با اعمال ولتاژی مناسب به سازه تحت خوردگی و تامین جریان حفاظتی برای سازه می‌توان از رخ دادن فرآیند خوردگی و خسارات مستقیم و غیرمستقیم آن جلوگیری کرد. در حفاظت کاتدی جریان اعمالی ماهیت ولتاژ و جریان ثابت بود و از یک شکل موج ثابت پیروی می‌کرد اما در نوع پالسی ولتاژ و جریان شکل موجی غیر ثابت و پالسی دارد.

دستگاه‌های حفاظت کاتدی در واقع منبع تغذیه‌ای هستند که در خروجی خود ولتاژ را به صورت پالس‌هایی با فرکانس مشخص و دوره کاری معین تولید می‌کنند. برای تولید خروجی خود هم مانند سایر منابع تغذیه از یک یکسوکننده ولتاژ و مدار و سازوکاری برای تولید پالس‌های ولتاژ مطابق با مشخصات تعیین شده، بهره می‌گیرند. این دستگاه‌ها باید توانایی تولید

ولتاژهای بالا و همچنین تامین جریان‌های بالای لحظه‌ای را دارا باشند.

۲ - تاریخچه

در ابتدای دهه ۶۰ میلادی در طرحی پیشنهادی توسط آقای بابرین برای اولین بار از سامانه پالسی برای حفاظت کاتدی استفاده شد [۱]. ساز و کار این سامانه در طرح پیشنهادی بدین صورت بود که به کمک اندازه‌گیری مداوم پتانسیل بین سازه و الکترولیت و مقایسه آن با یک مقدار مرجع، سامانه تصمیم می‌گیرد که آیا نیاز به اعمال ولتاژ حفاظتی به سازه هست یا خیر. در صورتی که پتانسیل اندازه‌گیری شده از مقدار مرجع کمتر باشد ولتاژ حفاظتی همچنان اعمال می‌شود و در صورتی که اختلاف این پتانسیل بیشتر از مقدار مرجع باشد، ولتاژ حفاظتی قطع می‌شود. ادامه این فرآیند باعث تولید پالس‌های ولتاژ در خروجی سامانه می‌شوند. استفاده از این سامانه حفاظت کاتدی پالسی برای مواردی که شرایط سازه و

محیط پیرامون آن باعث تغییراتی در جریان حفاظتی متفاوت می‌شد، مناسب بود.

در اوایل دهه ۷۰ میلادی آقایان کیس و دانیگان طرحی برای دستگاههای حفاظت کاتدی ارائه کردند. این طرح به عنوان روشی نوین در حفاظت کاتدی سازه‌های تحت خوردگی به کمک روش پالسی عنوان شد. در سالهای ۱۹۷۱ و ۱۹۷۲ این افراد در پتنت‌هایی روش‌هایی برای بهینه‌سازی عملکرد سامانه‌های حفاظت کاتدی پالسی ارائه کردند. این بهینه‌سازی‌ها شامل روش‌هایی برای ساخت مداراتی برای تولید ولتاژهای بالاتر و ساخت مداراتی برای واکاوی این مازول‌های تولید پالس بود [۲ و ۳]. در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۰۱ این افراد طرح‌های دیگری را به منظور بهینه‌سازی طرح اولیه و روش‌های پیشین ارائه کردند. این بهینه‌سازی‌ها شامل روش‌هایی برای هماهنگ سازی و استفاده از چند مازول پالسی در کنار هم برای سازه‌های مختلف و کاهش اثر تداخل در این روش‌ها بود [۴ و ۵].

از حفاظت کاتدی پالسی در دو دهه اخیر طبق گزارشات در خطوط انتقال [۶] و حفاظت دیواره جداری چاه‌های نفت و گاز استفاده شده است [۸ - ۶]. استفاده از حفاظت کاتدی پالسی در خطوط انتقال آب در اوایل دهه ۷۰ میلادی انجام شده و در دهه‌های بعدی موارد مصرف آن افزایش یافت [۶]. در گزارشی استفاده از سامانه حفاظت کاتدی پالسی در حفاظت از خطوط انتقال سوخت برای یک پایگاه هوایی تایید شده است [۷]. در سال‌های اخیر از حفاظت کاتدی پالسی علاوه بر مصارف گذشته در خطوط لوله مدفون و حفاظت بتن مسلح نیز استفاده شده است.

۳- مزایای حفاظت کاتدی پالسی

در سامانه‌های حفاظت کاتدی پالسی سطح ولتاژ بالاتر از مقدار آن در سامانه حفاظت کاتدی جریان اعمالی می‌باشد. به علت بالا بودن سطح ولتاژ در این سامانه‌ها میزان جریان حفاظتی بیشتر بوده و در نتیجه محدوده ی تحت پوشش افزایش می‌یابد. از طرفی به علت ماهیت پالسی و قطع و وصل شدن مدام ولتاژ اعمالی و کم بودن مدت زمان اعمال ولتاژ از پدیده Cathodic Disbonding و خسارات ناشی از ایجاد هیدرواکسید کربن جلوگیری به عمل می‌آید. در سامانه‌های حفاظت کاتدی پالسی، جریان حفاظتی به صورت یکنواخت تری در سطح سازه تحت پوشش پخش می‌شود و از ایجاد نقاط Underprotection و Overprotection جلوگیری می‌شود.

همچنین از رخ دادن واکنش‌های ناخواسته جلوگیری به عمل می‌آید. این واکنش‌های نامطلوب سبب ایجاد هیدروژن می‌شود و افزایش غلظت یون هیدروژن سبب اثرات مخربی بر روی پوشش و سازه خواهد شد. این تجمع یون‌ها بر روی سطح باعث می‌شود جریان حفاظتی کمتری به سازه تحت حفاظت برسد، که در سامانه حفاظت پالسی تا حد زیادی با این مشکل مقابله شده است.

در سامانه حفاظت کاتدی جریان اعمالی زمان قطبش به نسبت بالا

می‌باشد. در واقع زمان قطبش مدت زمانی است که طول می‌کشد تا کل سامانه تحت پوشش حفاظت کاتدی قرار گیرد و پتانسیل الکتروشیمیایی آن به حد مطلوبی برسد. این مدت زمان در سامانه حفاظت پالسی با افزایش سطح ولتاژ اعمالی بسیار کاهش پیدا کرده است.

به علت ماهیت پالسی، پالس‌ها در زمان محدودی به سامانه اعمال می‌شوند و باقی زمان جریان به علت ماهیت ذخیره انرژی خود سازه و محیط در مدار جاری شده که باعث کاهش مصرف جریان می‌شود. پس در صورت تنظیم پارامترها به میزان درست مصرف توان کاهش می‌یابد و برای حفاظت از سطح یکسان در این روش توان و جریان کمتری نیاز است.

سامانه حفاظت کاتدی به علت ماهیت پالسی خود می‌تواند اثر تداخلی جریان‌های سرگردان را کاهش دهد. در توضیح این پدیده دو نظریه مطرح شده است. اول اینکه به دلیل ماهیت پالسی و دوره کوتاه پالس زمان لازم برای واکنش‌های اکسایش به سازه‌های مجاور داده نمی‌شود. در نظریه دوم با توجه به ماهیت فرکانسی و اثر فلزات این پدیده توجیه می‌شود. در فلزات در صورت اعمال ولتاژ به شکل پالسی، جریان در سطح فلز حرکت کرده و در نتیجه اثری بر روی سایر فلزات موجود در الکترولیت نمی‌گذارد. برای رفع اثر تداخلی متقابل، می‌توان با هماهنگ کردن زمان بالا آمدن^۱ پالس‌ها تا حد زیادی از اثرات مخرب این پدیده جلوگیری کرد و سامانه‌های مختلف حفاظت کاتدی را متناسب با سازه در کنار یکدیگر استفاده کرد. مزایای این سامانه حافظتی بدین صورت مطرح می‌شود:

- ۱ - افزایش محدوده تحت حفاظت
- ۲ - جلوگیری از واکنش‌های ناخواسته
- ۳ - جلوگیری از نفوذ هیدروژن
- ۴ - کاهش زمان قطبش سازه
- ۵ - کاهش مصرف انرژی
- ۶ - پخش یکنواخت تر جریان حفاظتی
- ۷ - جلوگیری از اثرات تداخل
- ۸ - عدم وقوع پدیده جدایش کاتدی

۴- عوامل موثر در عملکرد حفاظت کاتدی پالسی

از پارامترهای بسیار مهم در حفاظت کاتدی پالسی شکل موج ولتاژ است. این شکل موج به طور مستقیم بر رفتار سامانه حفاظت کاتدی پالسی اثر می‌گذارد. این که موج به چه شکل افزایش پیدا کند و به چه شکل به مقدار کمینه خود برسد بر رفتار سامانه حفاظت کاتدی به طور مستقیم اثر می‌گذارد. در تحقیقات انجام شده سه شکل موج مربعی، دندان اره‌ای و تخلیه خازنی استفاده شده‌است. در بیشتر این مقالات شکل موج خازنی برتری‌هایی را نسبت به سایر شکل موجها از خود نشان داده و این موج به علت شباهت بیشتر به حالات رفتاری ولتاژ در محیط کاری، عملکرد

و با عمق نفوذ مناسب بر روی سازه ایجاد شده و همچنین به میزان ۶۰ درصد از هدر رفت جریان اعمالی جلوگیری به عمل آمده است. در گزارشی دیگر توسط دن کیوان^۱ در سال ۱۹۹۸ استفاده از حفاظت کاتدی پالسی در خطوط لوله آب تایید شده است [۶]. البته استفاده از حفاظت کاتدی پالسی در خطوط لوله آب از دهه هفتاد میلادی آغاز شده بود. در گزارشی دیگر توسط همین محقق در سال ۱۹۹۹ شرح پروژه پیاده سازی سامانه حفاظت کاتدی پالسی در کنار سامانه حفاظتی معمول بر روی خطوط انتقال سوخت به یک پایگاه هوایی در کالیفرنیا آمریکا آورده شد [۷]. این خط لوله در سال ۱۹۹۱ پیاده سازی شده بود اما سامانه حفاظتی کاتدی آن به خوبی عمل نمی کرد و مناطقی با پوشش ناکافی وجود داشت که برای رفع این مورد از سامانه های حفاظت کاتدی پالسی استفاده شد. نتایج استفاده همزمان از این دو سامانه در کنار هم رضایت بخش بودند.

در گزارشی توسط بامن^۲ در سال ۲۰۰۴، نتایج استفاده از حفاظت کاتدی پالسی در دهه ۹۰ میلادی بر روی چاه های نفت تکمیل شده در دهه ۸۰ میلادی تشریح شد. نتایج نشان می دادند با استفاده از روش پالسی مقدار جریان لازم برای حفاظت کامل دیواره جداری به مراتب کمتر از جریان مورد نیاز در روش های سنتی بوده است. در تحقیقات مشخص شد بعد از نصب و راه اندازی سامانه حفاظت کاتدی پالسی تعداد خرابی ها به شدت کاهش یافته است [۸].

نتایج حاصل از تحقیقات متوالی^۳ و همکارانش بر روی جداری چاه های نفت و گاز در عمان نشان می دهد که شکل موج ولتاژ حفاظت کاتدی پالسی در اعماق بسیار شبیه حالت معمولی بوده و شکل موجی ثابت با موجی (ریپل) سوار بر آن است. البته در این گزارش مشخص نشده که سامانه حفاظت کاتدی به چه صورت پیاده شده و شرایط کاری آن معلوم نیست. همچنین نتایج پیاده سازی این سامانه در رفع خوردگی کاتدی به طور کامل مشخص نشده است [۹].

مطالعات صورت گرفته توسط دانیگان و رابینسون از شرکت Farwest Corosion بر روی خط لوله انتقال سوخت جت در کالیفرنیا نشان می دهد که با توجه به شدت و تنوع محیط خورنده و فاصله ایستگاه های حفاظت کاتدی، سامانه پالسی در مقایسه با سامانه جریان اعمالی

بهتری را در حفاظت از خود نشان داده است.

فرکانس موج از دیگر پارامترهای حفاظت کاتدی پالسی است. فرکانس به طور مستقیم بر میزان مصرف توان، مدت زمان اعمال ولتاژ حفاظتی و در نتیجه بر عملکرد حفاظت کاتدی پالسی اثر می گذارد. با توجه به آزمون های و تحقیقات صورت گرفته مقدار فرکانس را با توجه به صورت مسئله در حدود چند کیلو هرتز و معمولاً بین ۱ تا ۵ کیلو هرتز تعیین کرده اند.

مدت زمان قطع و وصل موج اعمال شده بر رفتار سامانه حفاظت کاتدی اثرگذار است. این زمان قطع و وصل باعث می شود با وجود اعمال ولتاژ بالا واکنش های نامطلوب رخ ندهد و در عوض آن واکنش های حفاظتی در طول بیشتری رخ داده و سریعتر به حفاظت کامل برسد. در بیشتر مقالات انجام شده مدت زمان وصل درصد محدودی از زمان کل اعمال ولتاژ بوده است. مدت زمان از حدود چند میکرو ثانیه تا چند ۱۰ میکرو ثانیه متغیر بوده و معمولاً بین ۱۰ تا ۳۰ درصد کل زمان پالس را به خود اختصاص می دهد.

از جمله پارامترهای موثر دیگر بر روی سامانه حفاظت کاتدی پالسی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- شکل موج جریان
- ۲- دامنه ولتاژ و جریان
- ۳- هندسه سامانه حفاظت کاتدی
- ۴- سازه های رسانای مجاور
- ۵- مقاومت خاک
- ۶- پوشش فیزیکی سازه
- ۷- محیط اطراف سازه

پروژه های صنعتی انجام شده

به گزارش دن کیوان^۲ در سال های ۱۹۷۱ و ۱۹۸۲ اولین استفاده از این سامانه حفاظت کاتدی برای حفاظت از دیواره جداری چاه ها به کار رفته است. در تحقیق بر روی جداری چاه ها در کانادا در دهه ۹۰ میلادی توسط آقای بومن بیان می شود که با اعمال سامانه حفاظت کاتدی پالسی تعداد گزارش های خرابی دیواره کاهش و پوشش حفاظتی مناسب، یکنواخت

۵- بحث و نتیجه گیری

سامانه حفاظت کاتدی پالسی به عنوان جایگزین مناسبی برای سامانه های حفاظت کاتدی جریان اعمالی عملکرد بهتری از خود نشان داده و معایب آنها را دارا نمی باشند. این سامانه حفاظتی در واقع به عنوان منابع تغذیه ای عمل می کند که ولتاژی با شکل موج پالسی در خروجی خود می دهد. از طرفی فرکانس و دوره کاری این موج و دامنه آن متناسب با شرایط سازه و محیط پیرامون آن قابل تنظیم است. در حل بهتر مسائل حفاظت کاتدی با توجه به پتانسیل حفاظت کاتدی پالسی، تحقیقات بیشتری انجام شده و پتنت هایی برای این سامانه ها ثبت شد. مزایای ادعا شده برای حفاظت کاتدی پالسی که آن را جانشین مناسبی برای روش های پیشین حفاظت کاتدی معرفی می کند شامل مصرف جریان کمتر، قطبش سریعتر، افزایش محدوده پوششی، جریان حفاظتی یکنواخت تر، جلوگیری از رخ دادن واکنش های نامطلوب معمول در روش های پیشین، کاهش اثرات تداخلی و کاهش جریان مصرفی برای این روش ادعا شده است.

در تحقیقات صورت گرفته مزایای استفاده از سامانه حفاظت کاتدی پالسی اعتبارسنجی شده و مواردی مانند مصرف جریان کمتر، سطح پوشش حفاظتی بیشتر و زمان قطبش کمتر در بیشتر تحقیقات مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به متفاوت بودن نحوه انجام آزمایش‌ها و تفاوت در مسائل مورد بررسی نمی‌توان به صورت مشخص به شکل کمی در مورد موارد ادعایی بحث کرد اما می‌توان گفت که بیشتر تحقیقات انجام شده تأکید کرده‌اند که سامانه حفاظت کاتدی پالسی حداقل به خوبی سامانه حفاظت کاتدی مرسوم عمل کرده است.

در تحقیقات انجام شده تقریباً تمامی تحقیقات میزان مصرف جریان مورد نیاز برای پوشش مناسب حفاظتی را بررسی کرده‌اند. در مقایسه‌های انجام شده، میزان مصرف جریان سامانه حفاظت کاتدی پالسی کمتر از سامانه‌های حفاظت کاتدی روش مرسوم است. البته این میزان کاهش مصرف جریان وابسته به مسئله و شرایط کاری مختلف است و یک عدد مشابه و یکسان برای تمامی مسائل نیست. در بررسی‌های انجام شده سطح پوشش داده شده در حالت حفاظت کاتدی پالسی افزایش داشته است، البته به دلیل تفاوت شرایط کاری مسائل مختلف نمی‌توان به صورت مشخص در مورد میزان افزایش عمق و طول پوششی صحبت کرد. اما در مورد افزایش سطح پوشش تقریباً تمامی مقالات اتفاق نظر دارند. هرچند در مواردی این میزان افزایش ناچیز بوده است. همچنین در تحقیقات انجام شده مشخص شده است که در حفاظت کاتدی پالسی میزان خوردگی ناشی از اثرگذاری متقابل کاهش داشته است. در تعدادی از تحقیقات انجام شده بر پخش یکنواخت‌تر جریان حفاظتی در حالت روش پالسی تأکید شده است. همچنین در تعدادی از تحقیقات، خواص شیمیایی و فیزیکی محیط اطراف سازه بررسی شده بود و مشخص شد که سامانه حفاظت کاتدی پالسی تغییرات مناسبی در محیط اطراف سازه در جهت کاهش خوردگی و حفاظت بهتر ایجاد می‌کند.

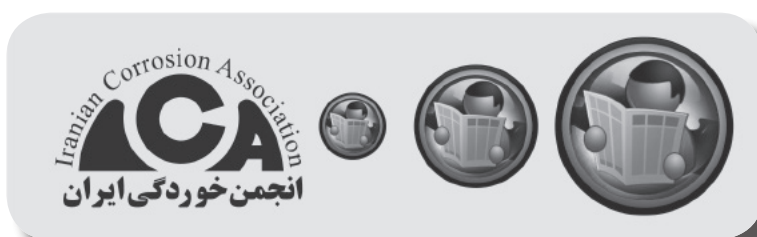
در یکی از گزارشات ارائه شده توسط دن کیوان در مورد استفاده همزمان سامانه‌های حفاظت کاتدی پالسی و معمولی بحث شده است. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده همزمان از این دو سامانه حفاظتی خللی در عملکرد حفاظت کاتدی ایجاد نکرده و از طرفی مزایای حفاظت کاتدی پالسی همچنان حفظ شده است. از این نتایج می‌توان در مواردی که بر روی یک بستر بیش از یک سامانه حفاظتی وجود دارد، استفاده کرد. به این صورت که دیگر نیاز به جایگزینی کامل سامانه حفاظتی معمول با سامانه حفاظتی پالسی نیست و این دو سامانه به خوبی در کنار یکدیگر کار می‌کنند، بدون آن که در کار یکدیگر خللی ایجاد کنند [۷].

با بررسی‌های انجام شده اطلاعات زیادی در مورد شرکتهای فروشنده و تولیدکننده سامانه‌های حفاظت کاتدی پالسی بدست نیامد. تنها شرکت Farwest Corrosion در این زمینه تولیداتی داشت که تلاش‌های لازم برای بدست آوردن اطلاعات از این شرکت به جایی نرسید. در نهایت با بررسی‌های انجام شده به نظر می‌رسد که سامانه‌های حفاظت کاتدی پالسی نسبت به سامانه‌های حفاظت کاتدی مرسوم مزایایی دارند و میتوانند به عنوان جانشینی مناسب برای حفاظت از سازه‌های تحت خوردگی استفاده شوند، در حالی که معایب روش‌های قبلی را رفع کرده‌اند. اما با در نظر گرفتن تعداد محدود منابع تحقیقاتی در این زمینه و استقبال کم محققین به این نوع از حفاظت کاتدی باید بسیار محتاطانه عمل کرد و شاید بهتر باشد برای اطمینان از عملکرد بهتر این سامانه‌ها آزمایش‌هایی انجام داد. این آزمایش‌ها می‌توانند به صورت شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای یا به صورت عملی و برای یک خط لوله محدود باشند. برای بررسی امکان‌سنجی اقتصادی و پیاده‌سازی این روش در کشور با توجه به منابع محدود در این زمینه بهتر است آزمایش‌ها و تحقیقات عملی بیشتری انجام شود.

منابع

- [1] Byrne, Paul B. "Cathodic protection system." U.S. Patent No. 3,242,064. 22 Mar. 1966.
- [2] Doniguian, Thaddeus M., and Harry J. Kipps. "Pulsed cathodic protection apparatus and method." U.S. Patent No. 3,612,898. 12 Oct. 1971.
- [3] Kipps, Harry J., and Thaddeus M. Doniguian. "Cathodic protection system." U.S. Patent No. 3,692,650. 19 Sep. 1972.
- [4] Doniguian, Thaddeus M. "Pulse cathodic protection system." U.S. Patent No. 5,324,405. 28 Jun. 1994.
- [5] Doniguian, Thaddeus M. "Pulsed cathodic protection system and method." U.S. Patent No. 6,224,742. 1 May 2001.
- [6] Romer, Andrew E., et al. External corrosion and corrosion control of buried water mains. American Water Works Association, 2005.
- [7] Doniguian, Ted M., and Ronald Robinson. "Corrosion Measuring Techniques Confirm Effectiveness of Pulse Cathodic Protection for Buried Steel Pipeline." CORROSION 99. NACE International, 1999.
- [8] Bauman, Jerry. "Well casing cathodic protection utilizing pulse current technology." CORROSION 2004 (2004).
- [9] Kajiyama, Fumio. "Strategy for eliminating risks of corrosion and overprotection for buried modern pipelines." International gas union research conference. 2011.

اخبار انجمن



- آموزش
- اخبار انجمن
- فهرست کتاب‌های موجود در انجمن خوردگی ایران
- اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران

آموزش

تقویم آموزشی نیمسال دوم ۱۳۹۷ مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران

ردیف	عنوان دوره	تاریخ برگزاری	مدت دوره (ساعت)	شهریه (ریال)	پیشنیازها
۱	اصول مهندسی خوردگی	۲۷ مهر - ۳۰ آبان - ۱ آذر - ۲۵ - ۲۴ آذر - ۱۳ دی - ۲۸ بهمن	۱۶	۴/۴۰۰/۰۰۰	پیشنیاز اکثر دوره‌ها
۲	بازرسی بر مبنای ریسک	۳۰ آبان - ۲ آذر	۲۴	۶/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۳	بازدارنده‌های خوردگی	۱۶ - ۱۴ آذر	۲۴	۶/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۴	کنترل خوردگی و رسوب در دیگ‌های بخار	۷ - ۵ دی	۲۴	۶/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۵	مدیریت خوردگی	۱۴ - ۱۲ دی	۲۴	۶/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۶	اسیدشونی و شستشویی شیمیایی	۴ - ۳ بهمن	۱۶	۶/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۷	پایش خوردگی	۱۲ - ۱۱ بهمن	۱۶	۴/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۸	خوردگی خطوط لوله	۲۱ - ۱۹ آبان	۲۴	۸/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۹	خوردگی تجهیزات نیروگاهی	۹ - ۷ آذر	۲۴	۸/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۰	خوردگی در صنایع آهن و فولاد	۶ - ۴ دی	۲۴	۸/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۱	خوردگی در پالایشگاه‌ها	۲۸ - ۲۶ دی	۲۴	۸/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۲	خوردگی در صنایع نفت و گاز	۱۸ - ۱۶ بهمن	۲۴	۸/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۳	خوردگی در صنایع دریایی	۹ - ۷ اسفند	۲۴	۸/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۴	بررسی علت تخریب (Failure Analysis) در محیط‌های خورنده	۲۰ - ۱۹ مهر	۱۶	۴/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۵	انتخاب مواد در صنایع نفت و گاز	۹ - ۸ آذر	۱۶	۴/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۶	دوره ویژه حفاظت کاتدی سطح ۱ و ۲	۳۰ مهر - ۴ آبان - ۱۲ - ۱۶ آذر - ۲۸ - ۲۴ دی - ۲۹ بهمن - ۳ اسفند	۴۰	۱۱/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۷	ارزیابی سامانه‌های حفاظت کاتدی	۲۵ - ۲۳ آبان	۲۴	۶/۶۰۰/۰۰۰	حفاظت کاتدی سطح ۱
۱۸	دوره ویژه حفاظت کاتدی طراحی سیستم‌های حفاظت کاتدی در پالایشگاه‌ها	۳۰ - ۲۸ آذر	۲۴	۶/۶۰۰/۰۰۰	حفاظت کاتدی سطح ۱
۱۹	حفاظت کاتدی سطح ۳ (طراحی حفاظت کاتدی خطوط لوله زیر زمینی)	۱۷ - ۱۴ اسفند	۳۲	۸/۸۰۰/۰۰۰	حفاظت کاتدی سطح ۱
۲۰	دوره ویژه بازرسی رنگ و پوشش سطح ۱ و ۲	۲۵ - ۲۴ آبان - ۲۳ - ۱۹ آذر - ۵ - ۱ بهمن - ۱۰ - ۶ اسفند	۴۰	۱۱/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۲۱	ارزیابی و کنترل کیفیت پوشش خطوط لوله	۳۰ - ۲۹ آذر	۱۶	۴/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۲۲	بازرسی پوشش‌های حفاظتی	۱۲ - ۱۰ بهمن	۲۴	۶/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۲۳	بازرسی رنگ سطح ۳ (اصول انتخاب سیستم‌های رنگ)	۲۶ - ۲۴ بهمن	۲۴	۶/۶۰۰/۰۰۰	بازرسی رنگ سطح ۱ و ۲
۲۴	انتخاب، اجراء و بازرسی سیستم‌های پوششی جهت سطوح داخلی تجهیزات	۲۶ - ۲۵ بهمن	۱۶	۴/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۲۵	بازرسی به روش مایعات نافذ (PT) و مواد مغناطیسی (MT)	۲۸ آبان - ۲ آذر	۳۰	۸/۰۰۰/۰۰۰	ساعت برگزاری پس از وقت اداری
۲۶	پرتونگاری و تفسیر رادیو گرافی (RT & RTI)	۲۱ - ۱۷ دی	۳۰	۸/۰۰۰/۰۰۰	ساعت برگزاری پس از وقت اداری

■ شهریه دوره به حساب بانک اقتصاد نوین، شعبه سپهدار، کدشعبه ۱۷۸ به نام انجمن خوردگی ایران به صورت‌های زیر قابل پرداخت است:

کارت: ۶۲۷۴۱۲۱۹۴۰۰۳۵۲۹۸ شبا: IR۰۵۰۵۵۰۰۱۷۸۸۵۰۰۵۴۶۷۹۶۹۰۰۲

■ برای شرکت‌کنندگان در هر دوره گواهی‌نامه معتبر دوزبانه (فارسی و انگلیسی) مورد تایید انجمن خوردگی ایران صادر می‌شود.

■ اعضاء حقیقی و حقوقی از ۱۰٪ تخفیف برخوردار خواهند بود.

■ پذیرایی‌های میان وعده به همراه ناهار و پکیج (جزوه و کیف) برای هر یک از شرکت‌کنندگان در نظر گرفته شده است.

■ جهت نام‌نویسی در هریک از دوره‌ها و همچنین درخواست برگزاری در محل شرکت (تمامی شهرهای کشور) فرم موجود در قسمت تماس با ما را در تارنمای انجمن تکمیل و رزرو نموده تا در اولین فرصت با شما تماس حاصل گردد.

■ جهت اطلاعات بیشتر با شماره تلفن‌های ۸ - ۸۷ ۳۴ ۳۴ ۸۸ (داخلی ۳ و ۶) تماس گرفته و یا با نامبر ۸۸۳۴۷۷۴۹ و پست الکترونیکی Training@ICA.IR مکاتبه نمایید.

■ در کانال رسمی تلگرام انجمن خوردگی ایران @ica1372 با ما همراه باشید.

WWW.ICA.IR

اشتیاق‌تان برای یادگیری را توسعه دهید، تا هرگز در راه رشد و تعالی متوقف نشوید

تبلیغات در

پایگاه اینترنتی

انجمن خوردگی ایران



انجمن خوردگی ایران بعنوان مرجع رسمی مهندسی و

دانش خوردگی در کشور، با هدف ایجاد ارتباط هدفمند و پیوسته میان سازمان‌ها و شرکت‌های دولتی، خصوصی، دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و تحقیقاتی با اشخاص حقیقی فعال در حوزه خوردگی، اقدام به تقویت بخش تبلیغات در پایگاه اینترنتی انجمن نموده است. برای اطلاع از نحوه درخواست درج، مشخصات و هزینه آگهی با انجمن خوردگی ایران تماس حاصل نمایید.

دریافت

نظرات، ایده‌ها، پیشنهادات

و انتقادات

**نظرات،
ایده‌ها،
پیشنهادهای و
انتقادات**

قطعا بخش بزرگی از پیشرفت و موفقیت انجمن خوردگی ایران مدیون اعضای حقیقی، حقوقی و سایر مخاطبان خود این انجمن است که با حمایت‌ها و ارائه نظرات و پیشنهادات خود انجمن را در انجام رسالت علمی، آموزشی و پژوهشی یاری

می نمایند. از شما بزرگواران و عضو خانواده بزرگ انجمن خوردگی ایران تقاضا داریم که هرگونه ایده، پیشنهاد و یا انتقاد خود را در مورد فعالیت و خدمات انجمن را مطرح نموده تا در تصمیم‌گیری‌های خرد و کلان انجمن مورد توجه قرار گیرد. شما می‌توانید به‌طور مستقیم پیشنهادات، انتقادات و شکایات خود را جهت بررسی به بازرس انجمن خوردگی ایران ارسال نمایید. برای این‌منظور لطفا به بخش تماس با ما در تارنمای اینترنتی انجمن به نشانی www.ica.ir مراجعه نمائید.

جدیدترین کتاب‌های

انتشارات

انجمن خوردگی ایران



انتشارات انجمن خوردگی ایران تاکنون حدود ۸۰ عنوان کتاب

چاپ کرده است، ۱۰ عنوان نیز در دست اقدام می باشند. هر کدام از این کتاب‌ها توسط حداقل ۲ نفر از لحاظ ادبی، علمی و فرهنگستانی داوری و با دقت ویراستاری می شوند. جدول زیر عناوین جدیدترین کتاب‌های در دست چاپ و نشر انجمن خوردگی ایران را نشان می‌دهد.

- ۱ - معرفی کتاب راهنمای عملی روش‌های پیشرفته تصفیه آب‌های شهری و صنعتی
- ۲ - راهنمای عملی روش‌های پیشرفته تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی
- ۳ - مبانی خوردگی الکتروشیمیایی
- ۴ - پالایش نفت و شیمی
- ۵ - تصفیه آب تولید شده در صنایع نفت و گاز
- ۶ - راهنمای نالکو برای: تجزیه و تحلیل از کار افتادن دیگ‌های بخار
- ۷ - شیمی خوردگی
- ۸ - خوردگی برای همه
- ۹ - حفاظت کاتدی از دیدگاه مورگان
- ۱۰ - نگرشی بر صنعت پتروشیمی
- ۱۱ - خوردگی و حفاظت کاتدی شناورها با آندهای فداشونده
- ۱۲ - نگارش گزارش فنی

فهرست کتاب‌های موجود در انجمن خوردگی ایران

ردیف	موضوع	عنوان کتاب	پدیدآورندگان	قیمت (تومان)
۱	خوردگی	اصول خوردگی، سازوکارها، علل و روش‌های پیشگیرانه	مهندس محمدرضا نفری	۲۵۰۰۰
۲		خوردگی، راه‌های عملی پیشگیری و حفاظت (مجموعه دو جلدی)	مهندس محمدرضا نفری	۴۵۰۰۰
۳		خوردگی و کنترل خوردگی - مقدمه‌ای بر علم و مهندسی خوردگی	دکتر محمدعلی گل‌لزار، مهندس حمیدرضا ریاضی و مهندس داود قربانی	۳۵۰۰۰
۴		مهندسی خوردگی و حفاظت از فلزات	دکتر منصور فرزام	۲۱۰۰۰
۵		روش‌های بازرسی و نظارت بر خوردگی	دکتر محمد علی گل‌لزار	۱۵۰۰۰
۶		خوردگی میکروبی	دکتر محمد علی گل‌لزار	۱۳۵۰۰
۷		کنترل خوردگی در صنایع (۱۳۹۴)	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۴۲۰۰۰
۸		کنترل خوردگی در صنایع (۱۳۷۴)	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۱۰۰۰۰
۹		کنترل خوردگی خط لوله - پی بادی (ویرایش دوم)	دکتر تقی شهرابی فراهانی، مهندس اشکان دانش مسلک و دکتر محمود علی‌اف	۳۷۰۰۰
۱۰		بازرسی، کنترل و مدیریت خوردگی در پالایشگاه‌ها	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی، مهندس رسول سپهرزاد و مهندس مصطفی هدایتی مرزبالی	۲۵۰۰۰
۱۱		خوردگی در پالایشگاه	مهندس حسین مسگری	۹۵۰۰
۱۲		خوردگی قطعات جوشکاری شده	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی، مهندس رسول سپهرزاد و محمدابراهیم باجقلی	۲۵۰۰۰
۱۳		پوشش‌های مقاوم به خوردگی جوی در مهندسی سطح	دکتر کریم زنگنه مدار	۲۷۰۰۰
۱۴		آزمون‌های آزمایشگاهی خوردگی و حفاظت - همراه با سوال و تمرین	دکتر محمدعلی گل‌لزار	۸۰۰۰
۱۵		انتخاب مواد برای حداقل کردن خوردگی در صنایع شیمیایی	دکتر احمدساعتچی، مهندس فاطمه اصغرزاده جاوید و مهندس محسن صمدی خوشخو	۵۰۰۰
۱۶		نفت، گاز و پتروشیمی	مهندس منوچهر مداحی	۱۴۰۰۰
۱۷		اصول و مبانی مهندسی خوردگی	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۴۰۰۰۰
۱۸		واژه‌های خوردگی	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۵۰۰۰۰
۱۹		فرهنگ واژه‌های مهندسی خوردگی	فرهنگستان زبان و ادب فارسی - گروه واژه‌گزینی	۱۳۰۰۰
۲۰		اصول و مبانی پایش خوردگی در صنعت	مهندس محمد حسن رستگار زارع	۶۹۰۰۰
۲۱		خوردگی پوشش‌های پلیمری	محمدحسین مرادی - محمود علی اف خضرای	۴۰۰۰۰
۲۲		نقش آب و کنترل خوردگی در صنایع	مهندس سیداحمد پیشنمازی	۵۵۰۰
۲۳		خوردگی فولاد در بتن	مهندس محمدرضا احمدی بشکانی، مهندس صادق دهقان	۲۵۰۰۰
۲۴		مبانی اکسیداسیون و خوردگی فلزات در دماهای بالا	دکتر احمد ساعتچی	۸۰۰۰
۲۵		اصول و کاربرد بازدارنده‌های خوردگی (مجموعه سه جلدی)	مهندس محمدرضا نفری	۲۰۰۰۰
۲۶		مدیریت خوردگی در صنعت نفت و گاز	مهندس محمد حسن زاده و دکتر عماد رعایایی	۸۰۰۰
۲۷		فولادهای زنگ‌زن خوردگی یکنواخت و خوردگی در دماهای بالا	دکتر آرش فتاح‌الحسینی، دکتر احمد ساعتچی و مهندس پرویز محمدیان صمیم	۷۰۰۰
۲۸		خوردگی فولادهای زنگ‌زن	دکتر آرش فتاح‌الحسینی	۷۰۰۰
۲۹		عملیات حرارتی و مهندسی سطح	دکتر محمدعلی گل‌لزار	۳۸۰۰۰
۳۰	حفاظت کاتدی	جلوگیری از خوردگی فلزات توسط حفاظت کاتدی به روش آند فداشونده	دکتر احمد ساعتچی	۵۰۰۰
۳۱		اصول طراحی حفاظت کاتدی	دکتر محمود علی اف خضرای و مسعود روشنی	۳۵۰۰۰
۳۲		حفاظت کاتدی و دستورالعمل‌های بازرسی آن	دکتر محمود علی اف خضرای و مهندس علی حیدری قبادی	۴۰۰۰۰
۳۳		حفاظت کاتدی کاربردی خطوط لوله و مخازن	دکتر شهرابی فراهانی، دکتر علی اف خضرای و مهندس طاهر شهرابی فراهانی	۱۰۰۰۰
۳۴	آب و فاضلاب	راهنمای عملی واپایش شیمیایی برج های خنک‌کن	مهندس محمدرضا نفری	۴۰۰۰۰
۳۵		راهنمای عملی واپایش شیمیایی دیگ‌های بخار	مهندس محمدرضا نفری	۴۰۰۰۰
۳۶		راهنمای تجزیه و تحلیل از کارافتادگی سیستم آب برج‌های خنک‌کننده	مهندس محمدرضا نفری	۶۰۰۰
۳۷		راهنمای تجزیه و تحلیل از کارافتادگی دیگ های بخار	مهندس محمدرضا نفری	۴۰۰۰
۳۸		اصول و کار پمپ و فرآیند	مهندس محمدرضا نفری	۹۵۰۰
۳۹		بررسی روش‌های ضدعفونی آبهای آشامیدنی بهداشتی و صنعتی	مهندس محمدرضا نفری	۳۹۰۰
۴۰		راهنمای کار دستگاههای فرایندی (مجموعه دو جلدی)	مهندس محمدرضا نفری	۱۰۰۰۰
۴۱		راهنمای کاربرد آب در صنعت (دوجلدی)	مهندس محمدرضا نفری	۸۰۰۰۰
۴۲		مهندسی فاضلاب پنج جلدی	مهندس محمدرضا نفری	۶۱۰۰۰
۴۳		کاربرد سامانه‌های غشایی در صنعت آب	مهندس محمدرضا نفری	۱۶۰۰۰
۴۴		تصفیه آب‌های صنعتی به ویژه در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی	مهندس محمدرضا نفری	۱۸۰۰۰
۴۵		اسمز معکوس (مجموعه دو جلدی)	مهندس محمدرضا نفری	۱۸۵۰۰
۴۶		راهنمای عملی شستشوی شیمیایی و رسوب زدایی سامانه‌های صنعتی	مهندس محمدرضا نفری	۴۰۰۰۰
۴۷		تکنولوژی و علم بسیار (مجموعه دو جلدی)	مهندس محمدرضا نفری	۱۳۵۰۰
۴۸		بهسازی آب در صنعت	هادی چهره‌عالم	۴۰۰۰۰
۴۹		آزمایش‌های آب	دکتر پیکری/ مهندس کرباسیان	۹۰۰۰
۵۰		مبانی تصفیه آب	دکتر محمود پیکری	۱۱۵۰۰

ردیف	موضوع	عنوان کتاب	پدیدآورندگان	قیمت (تومان)
۵۱	آب و فاضلاب	راهنمای عملی ضد عفونی لوله‌ها و مخازن ذخیره آب	(اداره آب و فاضلاب) آسپه سادات ملاباشی	۶۰۰۰
۵۲		راهکارهای عیب‌زدائی در راکتورهای ناپیوسته متوالی	مهندسان مهدی سیفالهی، سمانه رحمانی و اکرم کاوه	۱۴۰۰۰
۵۳		آب‌بندهای مکانیکی	مهندس مرتضی اقبالیان، مهندس علی آقااکبری	۳۵۰۰
۵۴	شیمی	طیف سنجی امپدانس الکتروشیمیایی (EIS) - مبانی و کاربردها (چاپ دوم)	دکتر میرقاسم حسینی، دکتر ایرج احدزاده	۲۲۰۰۰
۵۵		طیف‌نگاری امپدانس الکتروشیمیایی (EIS)	دکتر محمود علی اف خضرائی	۸۰۰۰
۵۶		شیمی آلی	مهندس رضا کیارسی، مهندس محمد ولاشجری و مهندس فرزاد کارگر	۱۴۵۰۰
۵۷		آشنایی با مهندسی شیمی	دکتر مساج/ دکتر ادیب- نژاد	۹۸۰۰
۵۸		استانداردها، راهنمای آماده سازی سطوح و اعمال پوشش های حفاظتی	محمد نصیری/ نادر مختاریان	۷۰۰۰
۵۹	رنگ و پوشش	هوازدگی رنگ‌ها و پوشش‌ها	مهندس سید محمود کثیریها، دکتر فرشته رضایی	۱۰۰۰۰
۶۰		مدیریت بازاریابی صنعتی	مهندس محمود کثیریها	۵۰۰۰
۶۱		مواد افزودنی رنگ	مهندس سیدمحمود کثیریها، مهندس طاهره سماعی یکتا	۲۲۰۰
۶۲		پیگمنت‌ها	مهندس شمس الدین استوار	۸۰۰۰
۶۳		رزین‌های پلی یورتان	مهندس سید محمود کثیریها، مهندس روح ا... رضا سلطانی و مهندس یاسر پناهی	۱۱۰۰۰
۶۴		رزین‌ها - شیمی، ساختارها، مکانیزم‌های ساخت، ویژگی‌ها، کاربردها	مهندس حمید رقعی	۹۰۰۰۰
۶۵		اصول رنگ‌آمیزی صنعتی	دکتر نرگس اسماعیلی	۸۰۰۰
۶۶		آماده‌سازی سطح برای رنگ‌آمیزی صنعتی - با ابزارهای دستی، ابزارهای قدرتی، سانتریفیوژ، پاشش سایند و ...	مهندس حسن گلمکانی	۱۰۰۰۰
۶۷	انتخاب مواد و آلیاژ	کلید فولاد (ویرایش بیست و دوم)	دکتر ساعتچی/ دکتر ادریس	۷۵۰۰۰
۶۸		گزینش مواد در صنعت به ویژه در صنایع نفت و تأسیسات وابسته	مهندس محمدرضا نفری	۳۰۰۰۰
۶۹		خواص و کاربرد پزشکی بیومواد فلزی	دکتر فتحی/ دکتر مرتضوی	۳۲۰۰
۷۰		کتاب درس ترمودینامیک مواد و متالورژی	دکتر ساعتچی / مهندس نجاریان	۵۲۰۰
۷۱		آلیاژهای سبک (آلومینیوم، منیزیم، تیتانیوم)	دکتر محمودی/ دکتر طهماسبی	۱۲۵۰۰
۷۲		کتاب مواد خواص مکانیکی مواد (تست کارشناسی ارشد)	مهندس مستاجران، مصاحبی	۴۵۰۰
۷۳		انتخاب مواد برای کاربرد در دماهای بالا	مهندس آرام اسعدی	۱۵۰۰
۷۴		کتاب مواد خواص فیزیکی مواد (تست کارشناسی ارشد)	بهره- برپور/ مصاحبی / مستاجران	۱۵۰۰
۷۵		شناسایی سریع و غیرتخریبی فلزات	اعترازی/ باطنی / خائفی	۱۴۰۰
۷۶	بازرسی، جوش	روش‌های نوین و دستورالعمل‌های بازرسی فنی در پالایشگاه‌های نفت و گاز	دکتر سعیدرضا اله کرم، مهندس احسان هدایت‌نیا و مهندس مسعود سعادت طلب	۲۸۰۰۰
۷۷		ساخت و بازرسی فنی مخازن ذخیره	مهندس سیدمحمد قریشی	۳۲۰۰
۷۸		روش‌های پیشرفته جوشکاری	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی، مهندس رسول سپهرزاد و سید محسن محمدی	۲۵۰۰۰
۷۹		پرتو نگاری صنعتی (فنون تصویرسازی) (چاپ سوم)	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی	۱۸۰۰۰
۸۰		آزمون‌های غیرمخرب (روش فراصوتی)	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی	۱۵۰۰۰
۸۱		اصول آزمون ذرات مغناطیسی	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی	۱۵۵۰۰
۸۲		مقدمه‌ای بر آزمون فراصوتی آرایه فازی	مهندس مصطفی مردانی خراط	۱۴۰۰۰
۸۳		تکنیک جوشکاری	مهندس نصیری نیا، مهندس حاتمیان و مهندس حاج باقری	۷۰۰۰
۸۴		پرتونگاری و تفسیر فیلم	سید بابک قریشی	۶۸۰۰
۸۵	سازه	سازه‌های ضد اسید	مهندس پوریا آذریخت	۱۸۰۰۰
۸۶		قطعات ریختگی آلیاژهای آلومینیم (خواص، فرایندها و کاربردها)	دکتر آرش فتح‌الحسینی	۱۷۰۰۰
۸۷		کاربرد پایش وضعیت در نگهداری و تعمیرات پمپ‌ها	مهندس امیر میزایی	۴۸۰۰
۸۸		اصول و مبانی ارتعاشات در نگهداری، تعمیرات و عیب‌یابی ماشین‌های دوار	دکتر بهزاد، مهندس سپانلو، مهندس مسعود آسیایش، مهندس عباس روحانی بسطامی	۴۵۰۰
۸۹		فرآیند تبدیل گاز به مایع و سنتز فیشر	مهندس بینا مهری	۳۵۰۰
۹۰		تولید اتیلن از تبدیل مستقیم گاز طبیعی	مهدتاب غریبی، مریم تختروانچی	۵۵۰۰
۹۱		فرایندها و واکنش‌های شیمیایی در صنعت پتروشیمی ایران	شرکت ملی صنایع پتروشیمی	۹۰۰۰
۹۲	تکنرها و سنسورهای آموزشی	اصول طراحی و انتخاب و نصب شیرهای ایمنی فشار	کاظم طباطبائی	۱۳۰۰۰
۹۳		مجموعه مقالات هجدهمین کنگره ملی خوردگی (کتاب و CD)	انجمن خوردگی ایران	۱۵۰۰۰
۹۴		مجموعه مقالات هفدهمین کنگره ملی خوردگی (کتاب و CD)	انجمن خوردگی ایران	۱۴۰۰۰
۹۵		مجموعه مقالات شانزدهمین کنگره ملی خوردگی (کتاب و CD)	انجمن خوردگی ایران	۱۲۰۰۰
۹۶		مجموعه مقالات پانزدهمین کنگره ملی خوردگی (کتاب و CD)	انجمن خوردگی ایران	۱۰۰۰۰
۹۷		مجموعه مقالات کنگره‌های پیشین کنگره ملی خوردگی (کتاب و CD)	انجمن خوردگی ایران (هر کدام جداگانه)	۱۰۰۰۰

• شماره حساب ۷۰۰۸۱۴۴۹۷۵۹۳، بانک شهر، شعبه میدان فردوسی، کد ۳۲۹ به نام انجمن خوردگی ایران (بعد از واریز تصویر فیش به انجمن ارسال شود)

جهت دریافت و یا ارسال کتب فوق با دفتر انجمن با شماره تلفن ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸ داخلی ۲ و یا شماره نمابر ۸۸۳۴۷۷۴۹ تماس حاصل نمایید.

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۱۰۱	مدیریت تولید برق گیلان	تولید نیروی برق (سیکل ترکیبی)	گیلان - رشت - شهر صنعتی - نیروگاه سیکل ترکیبی	۱۳۱۳۳۸۲۶۰۴
۵۱۰۲	شرکت ملی گاز منطقه یک گاز رسانی و فروش	گازرسانی و فروش طراحی و مهندسی - خطوط لوله و انتقال گاز	اهواز - جاده اهواز سرپندر - شرکت ملی گاز	۰۶۱۳۴۴۴۰۰۷۱
۵۱۰۳	شرکت تولید مواد اولیه والیاف مصنوعی	تولید کننده دی متیل ترفتالات به عنوان ماده اولیه پلی استر	اصفهان - ۴۵ کیلومتری اصفهان جاده مبارک - ص پ: ۸۱۶۵۵-۱۵۶۹	۳۱۳۳۳۵۲۴۱
۵۱۰۴	شرکت رنگسازی بازاک	رنگ سازی	تهران - خ ولی عصر - پایین تر از توانیر - جنب فروشگاه بلوچ - پلاک ۲۴۷۰	۸۸۷۷۰۵۰۵
۵۱۰۵	مهندسی و تجهیزات صنعت آب و برق ایران	بازرسی کلیه تجهیزات سدها و آب رسانی، لوله و خدمات برق	تهران - خیابان میرزای شیرازی - بین مطهری و بهشتی - نبش کوچه مقدم - پلاک ۲۴۲ - طبقه سوم ص پ: ۱۴۱۵۵۵-۴۴۱۴	۸۸۷۰۲۸۱۸
۵۱۰۶	آب و فاضلاب تهران	تصفیه و توزیع آب و جمع آوری آبهای سطحی و فاضلاب	تهران - بلوار کشاورز - خ حجاب - ص پ: ۱۴۱۵۵-۱۵۹۵	۸۸۹۶۶۰۷۰
۵۱۰۷	سرمایه گذاری صنایع شیمیایی	تولید مواد پتروشیمی - مواد اولیه ساخت شوینده ها - تولید اکیل بنزن خطی (LAB)	اصفهان - کیلومتر ۱۵ جاده اصفهان به تهران - غرب نیروگاه شهید منتظری - کدپستی: ۸۳۳۵۱۴۴۱۱۴	۰۲۱-۳۲۰۵۹۸۶۸
۵۲۴۲	سرمایه گذاری صنایع شیمیایی	تولید مواد پتروشیمی - مواد اولیه ساخت شوینده ها - تولید اکیل بنزن خطی (LAB)	تهران - خ آفریقا - کوچه شهید سعیدی - شماره ۹۱	۲۲۰۵۹۸۶۷
۵۱۰۸	صنایع پلاستیک خوزستان	تولید ساخت فیلم ورق پلاستیک و ظروف یکبار مصرف	تهران - خ سپهبد قری - خ موسی کلانتری - ساختمان ۲۰ - پلاک ۷۶ - طبقه ۴ - واحد ۲۲	۸۸۸۰۶۱۶۱
۵۱۰۹	پتروشیمی خراسان	پتروشیمی	بجنورد - کیلومتر ۱۷ جاده بجنورد شبروان - صندوق پستی ۱۴۱۳ - شرکت پتروشیمی خراسان	۰۵۸۳۳۳۳۴۵۶۰
۵۱۱۰	پتروشیمی آبادان	پتروشیمی	آبادان - کوی مطهری - ص پ: ۱۳۸	۰۶۱۵۳۳۶۰۰۲۱
۵۱۱۱	توانیر	تولید و انتقال نیروی برق ایران	تهران - میدان ونک - خ توانیر - ساختمان مرکزی توانیر	۲۷۹۳۴۰۰۹
۵۱۱۲	پتروشیمی تبریز	پتروشیمی	تبریز - کیلومتر ۷ جاده آذرشهر - مجتمع پتروشیمی تبریز دفتر مدیرعامل	۰۴۱۳۴۲۸۰۰۰۰
۵۱۱۳	لوله سازی اهواز	تولید لوله های نفت گاز، شیمیایی، طراحی و مهندسی	تهران - خ بهشتی - ابتدای احمد قنبر - کوچه دوم - پلاک ۱۹	۸۸۷۳۳۴۹۶
۵۱۱۴	ایریتک	تولید برق - تجهیزات پزشکی - صنعتی - استخراج از معادن - طراحی و مهندسی	انتهای خ گاندی شمالی - پ ۷، ص پ: ۱۹۳۹۵-۳۳۴۴	۸۸۷۸۱۱۱۶
۵۱۱۵	آب و برق خوزستان	نیروگاه های تولید برق	اهواز - جاده گلستان - ساختمان ۵ طبقه - سازمان آب و برق خوزستان - ص پ: ۱۳۷-۶۱۳۳۵	۰۶۱۳۳۳۶۰۱۳۶
۵۱۱۶	صنایع فولاد (سایا)	ریخته گری قطعات سنگین و فوق سنگین	اصفهان - میدان آزادی - خ هزار جریب - خ آزادی - ساختمان ۱۳۲	۰۳۱۳۶۶۸۷۱۱۲۱
۵۱۱۷	شرکت اکپام	---	تهران - سه راه زندان - خ شیخ صفی - شماره ۱/۳۰۲ کد پ: ۱۶۱۳۶	۰۲۱۸۸۷۰۷۸۹۰
۵۱۱۸	مهندسین مشاور دز آب	خطوط لوله و انتقال	اهواز - کوی گلستان ص پ: ۶۱۴ - کد پستی: ۶۱۳۳۵	۰۲۱۳۳۳۷۳۶۰۴
۵۱۱۹	تاید واتر	صنایع دریایی	میدان ولی عصر - خ فتحی شقاقی - شماره ۱۵ کد پستی: ۱۴۳۳۶	۰۲۱۸۸۸۵۵۳۳۲۱
۵۱۲۰	صنایع مهمانسازی پارچین	ذوب فلزات آلیاژی کارخانجات شیمیایی	تهران - کیلومتر ۳۰ جاده خاوران - صنایع مهمانسازی	۰۲۹۲۳۰۲۲۵۷
۵۱۲۱	کارخانجات پروفیل ساوه	تولید کننده لوله و پروفیل صنعتی و ساختمانی	تهران - بلوار کشاورز - ساختمان صفا - شماره ۱۵۸ - کد پ: ۱۳۱۶۶	۸۸۹۷۹۰۱۵
۵۱۲۲	دانشکده علوم و فنون نیروی دریایی سپاه	صنایع دریایی و آموزشی	چالوس - کدپستی: ۴۶۶۱۹-۳۷۳۵۷ - دانشکده علوم و فنون نیروی دریایی سپاه	۰۱۹۱۲۲۶۸۴۳
۵۱۲۳	شرکت رنگان فر	شیمیایی و رنگ	تهران - منطقه ۶ - ولی عصر - نرسیده به توانیر - ک. شروان - پ. ۱۵ - ط. سوم - زنگ دوم - صندوق پستی: ۵۱۴-۱۴۳۳۵	۰۲۱۸۸۶۱۳۷۷۶
۵۱۲۴	شرکت عمران کیش	شرکت طراحی و مهندسی		
۵۱۲۵	شرکت کشت و صنعت شمال	کارخانجات صنایع غذایی	بزرگراه مدرس - خ وحید دستگردی پایین تر از بیمارستان علی اصغر - پلاک ۳/۲۱۰	۱۵۱۲۳۳۲۹۸۱
۵۱۲۶	شرکت پتونیا	نیروگاه تولید برق و فلزات و آلیاژی سازی	تهران - خیابان وزراء - خیابان ۲۱ - پلاک ۹ - طبقه سوم	۲۱۸۸۷۵۳۸۹۸

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۱۲۷	شرکت تهران فایبر	نیروگاه تولید برق و فلزات و الیازسازی	تهران - خیابان فاطمی - مقابل خیابان حجاب شماره ۲۴۱ - طبقه اول واحد ۲ - کدپستی: ۱۴۱۴۶۵۷۹۴۴	۰۲۱۸۸۹۷۲۸۸۴
۵۱۲۹	شرکت نیروکلر	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ ولی عصر - نبش استاد مطهری - کوچه افتخار - پ ۳۸ - ط ۲ - شماره ۲	۰۲۱۸۸۸۰۲۹۴۱
۵۱۳۰	شرکت نفت پارس	کارخانجات شیمیایی و پالایش	کیلومتر ۲۲ جاده مخصوص کرج - پالایشگاه نفت پارس - کتابخانه - برسد بدست سرکار خانم سیده ترک زاده	۰۲۱۲۲۲۲۹۵۰۰
۵۱۳۱	شرکت نفت فلات قاره	اکتشافات، تولید و بهره برداری	تهران خیابان ولیعصر - قبل از پارک ویکوچه تورجبرج خاکزاد - پلاک ۱۲	۲۱۲۳۶۶۴۴۶۹
۵۱۳۲	شرکت استیلارما	اکتشافات، تولید و بهره برداری	جاده قدیم کرج - خ خلیج - کوچه شهید خسرو تقوی پلاک ۹۰	۲۱۸۸۶۱۰۵۶۲
۵۱۳۳	شرکت چسب سازی و رنگ سازی صانع یکتا	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ جمهوری - چهارراه فلسطین - بازار کاخ - ط ۱ - پ ۲۱	۰۲۱۶۶۴۱۰۱۷۹
۵۱۳۴	شرکت گاز آذربایجان شرقی	خطوط لوله و مراکز تحقیقاتی	تبریز - خ ولی عصر - فلکه دانشگاه - خ تخت طاوس شرقی - جنب اداره استاندارد و پخش هجرت - مرکز آموزش	۴۱۳۴۴۲۱۸۱۱
۵۱۳۵	شرکت توسعه پوشش صنعت نوین	خطوط لوله و طراحی و مهندسی صنایع و ساخت تجهیزات	تهران - خ ولی عصر - نبش زرتشت شرقی - کوچه سروش - شماره عواحد ۱۵	۲۱۸۸۸۰۳۳۷۱
۵۱۳۶	شرکت رز پلیمر	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ سهروردی شمالی - هویزه غربی - پ ۹۲	۲۱۸۸۷۵۹۹۳۴
۵۱۳۷	شرکت صبا نیرو نگار	طراحی و نصب تاسیسات حفاظت کاتدی	تهران - انتهای بلوار فرحزاد - خ طاهر خانی - میلاد دوم غربی - پ ۲۲ ط ۴	۲۱۲۲۰۸۹۳۰۸
۵۱۳۸	شرکت کارسازان تفتان	خطوط انتقال نیروگاه های تولید برق و فلزات الیازسازی	تهران - خیابان سهروردی شمالی - خیابان خرمشهر - خیابان نوبخت - برج نوبخت طبقه ۱۱ واحد ۲۱	۰۲۱۸۸۵۱۰۲۷۹
۵۱۳۹	شرکت پایش صنعت نوین	طراحی و مهندسی خوردگی و حفاظت کاتدیک	تهران خ خالداسلامبولی (وزرا) خ ۱۴ - پ ۳ ط ۴ - کدپستی: ۱۵۱۱۷۶۸۱۱۵	۲۱۸۸۷۰۵۵۵۶
۵۱۴۰	موسسه تحقیقاتی امیرکبیر	مراکز تحقیقاتی آموزشی	خیابان ولیعصر - روبروی خ مطهری - خ فتحی شقایق نبش خ جهان مهر - پلاک ۱۰۰ طبقه چهارم	۲۱۸۸۹۵۲۳۳۹
۵۱۴۱	شرکت رنگ الوان	تولید رنگ و رزین	تهران - میدان ۷ تیر - خ لطفی - پ ۱۵ - طبقه ۳	۰۲۱۸۸۱۴۷۴۴۴
۵۱۴۲	شرکت پارسی فام	تولید کننده رنگ های صنعتی حفاظتی	تهران - خیابان ملاصدرا - خیابان شیراز جنوبی - خیابان سامان - مجتمع پاسارگاد - طبقه اول ۳	۸۸۲۱۱۸۴۹
۵۱۴۳	مرکز تحقیقات مس سرچشمه	استخراج، اکتشاف، مراکز تحقیقاتی	رفسنجان مجتمع مس سرچشمه - امور تحقیقات و مطالعات - تهران - خ ولیعصر - پایین تر از پارک ساعی شماره ۱۰۹۱	۳۴۴۳۰۵۷۳۱
۵۱۴۴	شرکت گاز مازندران	خطوط و انتقال گاز	ساری - بلوار طالقانی - ص پ: ۸۹۱	۰۱۵۱۳۲۰۴۰۸۰
۵۱۴۵	پتروشیمی بندر امام (بیسپاران)	پتروشیمی	ماهشهر - بندر امام خمینی پتروشیمی بیسپاران	۶۵۲۳۵۵۲۳۲۰
۵۱۴۸	طوبی تاک	طراحی و مهندسی - مرکز تحقیقاتی آموزشی	تهران - کارگر شمالی - روبروی پارک لاله - کوچه ارج - پلاک ۸	۲۱۸۸۸۱۱۹۳۴
۵۱۴۹	برنا الکترونیک	تولید تجهیزات، طراحی و اجرای سیستم های حفاظت کاتدیک	تهران - خ ش رجایی - نرسیده به بیمارستان ۷ تیر - جنب زمین فوتبال / تهران - شهرک سئول - کوچه ۸ شرقی - پلاک ۷ - طبقه اول	۰۲۱۵۵۵۴۴۰۰۰
۵۱۵۳	پتروشیمی امیرکبیر	پتروشیمی	بندرامام - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی - سایت ۴ - پتروشیمی امیرکبیر - اداره تحقیق و توسعه	۲۱۸۴۲۴۷۰۰۰
۵۱۵۶	شرکت پتروشیمی اراک	پتروشیمی، کارخانجات شیمیایی	تهران - خ ولی عصر - خیابان تابان غربی - پلاک ۶۸	۰۸۶ ۳۲۳۰
۵۱۵۸	پتروشیمی اصفهان	پتروشیمی - کارخانجات شیمیایی	اصفهان - کیلومتر ۵ جاده اصفهان - تهران - بلوار اختصاصی پتروشیمی	۳۱۳۳۹۲۲۷۰۱
۵۱۶۰	خدمات نفت و گاز آمن پارس	توزیع کننده انحصاری رنگ های صنعتی و دریایی آمرون - اجرای آمادگی سطح رنگ آمیزی صنایع سنگین پتروشیمی نفت و سیستم دریایی - روش اعمال خدمات مشاوره در زمینه خوردگی	تهران - خ اسدآبادی - شماره ۴۵۱ - کدپستی: ۱۴۳۴۷	۲۱۸۸۰۶۶۴۹۸

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۱۶۱	رسوبگیری	مواد شیمیایی تصفیه و شرایط سازی آب	تهران - خیابان میرزای شیرازی شمالی - بالاتر از مطهری - کوچه عرفان- پلاک ۲۸- کدپستی: ۱۵۸۶۷۱۳۷۱۳	۰۲۱۸۸۱۰۶۱۱۰
۵۱۶۳	مهندسین مشاور ناموران	مشاوره مهندسی برق	تهران قیطریه شمالی - خ ش خراسانی - پلاک ۷-	۲۱۲۲۳۱۶۲۰
۵۱۶۴	تراویس ایران	تولید مواد شیمیایی ویژه صنایع (بخش نفت، گاز، پتروشیمی)	تهران - خ ولی عصر - روبروی درب اصلی پارک ساعی - جنب بانک ملت - طبقه دوم - پلاک ۲۲۸۲	۲۱۸۱۷۳۳۰۲۰
۵۱۶۵	فولاد خوزستان	تولید انواع شمش های بیل، بلوم و اسلب، تغذیه و تبدیل به ورق و فولاد ساختمانی	اهواز - کیلومتر ۱۰ بندرامام	۶۱۳۲۹۰۸۰۰۰
۵۱۶۸	سیماب رزین	تولید رزین اکریلیک	تهران - خیابان ملاصدرا- خ شیراز جنوبی - کوچه فلاخی - پ ۲۶- واحد ۶ ص پ: ۱۴۱۵۵-۱۵۸	۲۱۸۸۲۱۱۲۱۶
۵۱۷۰	انرژی سمنان	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ آفریقا- کوچه گلفام- شماره ۶۰ واحد ۳۹	۲۱۲۲۰۴۸۶۶۰
۵۱۷۳	نارگان	طراحی مهندسی در زمینه نفت گاز و پتروشیمی و سایر صنایع	تهران - خ طالقانی - روبروی هلال احمر- جنب بانک پاسارگاد - شماره ۱۱ ساختمان مرکزی شرکت نارگان	۰۲۱۸۸۹۱۴۹۲۶
۵۱۷۴	شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی ایران	پالایش و پخش	تهران - خیابان طالقانی - روبروی بنیاد شهید - نبش کوچه کاشفی - ساختمان مرکزی دوم - طبقه اول- اداره بازرسی فنی و نظارت/ تهران - خ طالقانی - خ ورشو- جنب پارک ورشو - ساختمان غدیر- پلاک ۴ - طبقه ۴	۲۱۶۱۶۳۹۳۳۱
۵۱۷۶	شرکت فولاد خراسان	تولید انواع شمش های بیل، بلوم و اسلب، تغذیه و تبدیل به ورق و فولاد ساختمانی	تهران - میدان ولیعصر- روبروی سینما استقلال - شرکت ملی فولاد- طبقه ۴- برج شمالی - اتاق ۴۱۰	۵۵۱۰۲۴۵۳۲۱۰
۵۱۷۹	شرکت پالایش نفت لاوان	پالایش	شیراز - ص پ: ۷۱۳۶۵۵۶۸۰	۷۱۳۲۲۴۹۹۲۶
۵۱۸۰	شرکت ابداع گران پدیده	پالایش - پتروشیمی - خطوط لوله و انتقال - طراحی و مهندسی	تهران - پاسداران - میدان هروی - خیابان شهید موسوی - خیابان ضابطی - نبش خیابان غیائی - پلاک ۴۰ - طبقه دوم - کدپستی: ۱۶۶۷۸۴۶۱۱۱	۰۲۱۲۲۹۷۳۸۹۰
۵۱۸۵	شرکت ملی و مهندسی ساختمان نفت ایران	خطوط انتقال لوله - شرکت های طراحی و مهندسی	تهران - خیابان سپهبدقربی - روبروی داده پردازی ایران - شرکت ملی و مهندسی ساختمان نفت ایران -	۲۱۸۸۱۷۸۸۴۴۰
۵۱۸۶	شرکت پدید آب سپاهان	خطوط لوله و انتقال	اصفهان - خیابان اردیبهشت شمالی - نرسیده به مخابرات - کدپستی: ۸۱۳۵۸۵۳۱۶۴	۰۳۱۳۳۵۲۴۶۷
۵۱۸۸	شرکت مهندسی خوردگی کیا	پوشش های محافظتی ضد خوردگی	تهران - سعادت آباد - بلوار دریا - خیابان موج - کوچه عسکری - پلاک ۳۳	۰۲۱۲۲۵۳۰۵۵
۵۱۸۹	شرکت تکین کو	نفت، گاز و پتروشیمی - بازرسی فنی و کنترل خوردگی تست های غیر مخرب	تهران - ص پ: ۱۵۷۴۵۸۷۶+ تهران - خ مطهری - خ کوهنور نبش کوچه پنجم - پ ۱۸- واحد ۱۱	۰۲۱۸۸۷۴۱۰۲۷
۵۱۹۰	شرکت مدیریت تولید نیروگاه های گازی جنوب غرب آبادان	نیروگاه های گازی	آبادان - ۹ کیلومتری جاده ماهشهر- ص پ: ۶۷۳	۶۳۱۴۴۳۴۵۲۲
۵۱۹۶	خطوط لوله و مخابرات نفت ایران	صنایع نفت	تهران - خ سپهبد قربی - بالاتر از تقاطع خ اراک شرکت خطوط لوله و مخابرات - مرکزی دوم - ط ۷- پ ۱۸۸	۲۱۸۸۸۰۱۸۰۷
۵۱۹۷	پژوهشگاه صنعت نفت	صنایع نفت	تهران - ضلع غربی استادیوم آزادی	۲۱۴۸۲۵۹
۵۱۹۸	شرکت کوشا بسپار جنوب	طراحی و مهندسی	اهواز - ۲۴ متری - فلکه شهدا- خ شهید عابدی - جنب سینما شاهد - مجتمع ساحل - ط ۴ واحد ۷	۶۱۳۲۹۲۲۶۱۰
۵۱۹۹	شرکت شاردین آفرین	پتروشیمی	تهران - پایین تر از همت - خیابان توانیر - شماره ۱۷- طبقه چهارم - واحد ۱۵	۸۸۷۸۷۳۱
۵۲۰۴	نیروگاه سازند اراک	مدیریت تولید نیرو	کیلومتر ۲۵ جاده اراک سازند - مقابل پالایشگاه - نیروگاه حرارتی سازند صندوق پستی: ۳۸۶۱۵-۱۶۵	۸۶۳۸۲۶۲۰۰۰
۵۲۰۷	شرکت مدیریت تولید برق کرمان	نیروگاه های تولید برق فلزات و آلیاژ سازی، اکتشافات، تولید و بهره برداری	کرمان - کیلومتر ۳ جاده باغی، رفسنجان	۰۳۴۳۲۵۲۱۲۲۱

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۲۰۸	شرکت مدیریت تولید برق یزد	نیروگاه‌های تولید برق فلزات و آلیاژی	یزد - جاده اختصاصی فولاد آلیاژی - نیروگاه سیکل ترکیبی / صندوق پستی: ۳۶۵۸۹۱۷۵	۰۳۵۳۷۲۵۲۰۸۳
۵۲۱۱	شرکت مدیریت تولید برق طوس	مدیریت تولید نیرو	مشهد - کیلومتر ۱۵ جاده قوچان	۰۵۱۳۵۴۲۱۸۰۵
۵۲۱۲	شرکت پلی اکریل ایران	تولید الیاف مصنوعی	اصفهان - ۴۵ کیلومتری جاده اصفهان مبارکه - کدپستی: ۸۱۴۶۵ صندوق پستی: ۱۶۶۸ و ۴۴۱۵	۳۱۳۳۳۲۵۴۰۰
۵۲۲۱	شرکت گاز استان اردبیل	گازرسانی	اردبیل - میدان بسیج - شرکت گاز استان اردبیل	۴۵۳۳۷۴۳۸۸۰
۵۲۲۴	شرکت پتروشیمی برزویه	پتروشیمی	بوشهر - منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس - صندوق پستی: ۷۵۳۹۱-۱۱۵	۰۷۷۲۷۳۲۳۲۵۰
۵۲۲۵	شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران	خدمات فنی و مهندسی و مشاوره آموزشی	تهران - خیابان کارگر شمالی - روبروی دانشکده اقتصاد - پلاک ۱۸۴۷	۲۱۸۸۰۲۰۳۴۳
۵۲۲۶	شرکت پتروشیمی تندگویان	پتروشیمی	ماهشهر - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی سایت ۴	۰۲۱۸۸۸۸۹۵۱۱
۵۲۲۷	شرکت پالایش نفت شیراز	پالایش	شیراز - ۲۲ کیلومتری جاده شیراز اصفهان - شرکت پالایش نفت شیراز	۰۷۱۳۸۱۷۱۰۰۰
۵۲۲۸	شرکت پالایش نفت تبریز	پالایش	تبریز - جاده سردرود - شرکت پالایش نفت تبریز	۴۱۳۴۲۰۵۵۷۰
۵۲۳۱	شرکت پالایش نفت تهران	پالایش	تهران - جاده قدیم قم - کدپستی: ۱۸۷۹۹۱۳۱۱۱ - صندوق پستی: ۱۸۷۳۵۴۱۷۳	۲۱۶۱۶۲۳۳۱۰
۵۲۳۲	شرکت پالایش نفت اصفهان	پالایش	اصفهان - کیلومتر ۵ جاده اصفهان به تهران - شرکت پالایش نفت اصفهان صندوق پستی: ۸۱۴۶۵-۴۱۵	۳۱۳۳۸۰۲۷۲۷
۵۲۳۳	شرکت پالایش نفت آبادان	پالایش	آبادان - شرکت پالایش نفت آبادان	۶۱۵۳۳۰۲۳۴۸
۵۲۳۴	شرکت پالایش نفت کرمانشاه	پالایش	کرمانشاه - بلوار شهید بهشتی - روبروی پارک شاهد - شرکت پالایش نفت کرمانشاه	۸۳۳۱۳۷۲۰۰۰
۵۲۳۵	شرکت کند و کاو انرژی پارس	مراکز آموزشی - شرکت‌های طراحی مهندسی - خطوط لوله و انتقال - پتروشیمی - پالایش - اکتشافات، تولید و بهره‌برداری - نیروگاه‌های تولید برق فلزات و آلیاژی	تهران - خیابان شیخ بهایی جنوبی - بلوار آزادگان - خیابان ۲۱ شرقی - اول خیابان دبستان - پلاک ۳۴ - طبقه اول	۰۲۱۸۸۳۸۳۹۵
۵۲۳۷	شرکت مدیریت تولید برق جنوب فارس	-	شیراز - خیابان مشیرنو - سه راه برق صندوق پستی: ۷۱۸۵۵۵۱۸	۷۱۳۳۳۰۹۹۲۰
۵۲۳۸	شرکت پالایش نفت بندرعباس	پالایش	بندرعباس - شرکت پالایش نفت بندرعباس - صندوق پستی: ۷۹۱۴۵۳۱۸۴	۰۷۶۳۳۵۶۴۱۸۰
۵۲۴۰	شرکت پتروشیمی بوعلی	پتروشیمی	بندرامام خمینی - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی - سایت ۴ - صندوق پستی: ۱۱۱	۲۱۸۸۱۲۰۰۲۲
۵۲۴۲	شرکت تولیدی و شیمیایی رنگ روناس	تولید کننده رنگ و رزین	تهران - خیابان قائم مقام ساختمان ۱۱۳ - پلاک ۹۵ طبقه اول - شرکت تولیدی و شیمیایی روناس	۰۲۱۸۸۳۰۷۳۴۹
۵۲۴۴	شرکت شیمیایی رنگ سمن	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ - مطهری - مقابل خیابان سنایی - شماره ۲۶۷	۲۱۸۸۷۲۷۰۷۰
۵۲۴۵	شرکت پارس آب تدبیر	نظارت و اجرا در زمینه آب و فاضلاب	تهران - خیابان کارگر شمالی - خیابان نصرت - بین خیابان کارگر و جمالزاده - پلاک ۳۶	۰۲۱۶۶۹۳۳۳۹۹
۵۲۴۶	شرکت گاز استان اصفهان	خطوط لوله و انتقال، شرکت‌های طراحی و مهندسی	اصفهان - چهارباغ بالا، روبروی مجتمع تجاری پارک - ساختمان سوم گاز - طبقه سوم - خدمات مهندسی - مهندسی حفاظت کاتدی - جناب آقای مهندس سلیمانی صندوق پستی: ۶۶۴-۸۱۶۵۵	۰۳۱۳۶۲۷۱۰۳۱
۵۲۴۷	شرکت ماشین‌سازی اصفهان	نیروگاه - پتروشیمی آلیاژی و مخازن - فولاد و سیمان	تهران - میدان آرژانتین - خیابان الوند - کوچه سی و یکم - پلاک ۴۸	۰۲۱۸۸۷۸۹۱۲
۵۲۴۸	شرکت بهریزان	صنایع ساختمانی	تهران - میدان حسن‌آباد - خیابان امام خمینی - نرسیده به خیابان استخر - پلاک ۲۳۴ طبقه دو	۲۱۶۶۷۱۹۳۳۰
۵۲۴۹	شرکت پالایش نفت اراک	پالایش نفت	اراک - کیلومتر ۲۰ جاده اراک بروجرد	۲۱۶۱۶۲۷۷۲
۵۲۵۱	شرکت مهندسان مشاوره سازه	نفت، گاز و پتروشیمی	تهران - خیابان بهشتی - خیابان سرافراز - شماره ۳۱ کد پستی: ۱۵۸۷۶۸۳۱۳۳ - خانم زاهدپور	۲۱۸۸۷۳۹۹۳۴
۵۲۵۴	شرکت سوت ماشین	خطوط لوله و انتقال استیل صنایع غذایی، طراحی و مهندسی، صنایع ساخت تجهیزات صنعتی و کشاورزی، کارخانجات صنایع غذایی	تهران - بلوار میرداماد - بعد از پل مدرس - شهید ۱۷۴ - برج آرین - طبقه ۸ شرقی - واحد ۳۱	۰۲۱۲۲۲۵۶۲۵۷

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۲۵۵	شرکت صنایع رنگ بوژان رزین	تولید کننده رنگ و رزین	تهران - خیابان فاطمی - پلاک ۲۰۱ - طبقه ۳ - واحد ۸	۲۱۸۸۹۶۳۵۸۸
۵۲۶۰	شرکت تولید و رنگ سازی اورانوس	تولید کننده رنگ و رزین	تهران - خیابان ولیعصر - خیابان زرتشت غربی - روبروی بیمارستان مهر - پلاک ۹۷ - طبقه سوم	۲۱۸۸۹۶۰۲۶۴
۵۲۶۱	شرکت راستا پوشش	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه های تولید برق	تهران - خیابان شریعتی - خواجه نصیرطوس - نبش - خیابان مقدم - پلاک ۲۹۴ - واحد ۴	۲۱۷۷۵۲۵۵۶۷
۵۲۶۲	نفت و گاز پارس		تهران - خیابان فاطمی - نبش پروین اعتصامی - شرکت نفت و گاز پارس - پلاک ۱۳۳	۰۲۱۸۸۹۶۶۰۳۱
۵۲۶۵	شرکت پالایش گاز فجر جم	پالایش نفت و گاز	بوشهر - جم - شرکت پالایش گاز فجر جم - کدپستی: ۷۵۵۶۱۵۶۸۶۴	۰۲۱۸۸۹۶۶۰۳۱
۵۲۶۶	شرکت پتروشیمی کرمانشاه	پتروشیمی	کرمانشاه - کیلومتر ۴ جاده هرسین - پل چهر - کیلومتر ۴ جاده کمربندی شهید شفیعی - شرکت ملی صنایع پتروشیمی کرمانشاه دفتر تهران - ونک خیابان ملاصدرا - خ شیخ بهایی شمالی - کوچه سلمان - پ ۱۴	۰۲۱۸۸۲۱۱۲۲۱
۵۲۶۹	شرکت دریا پالا انرژی	پالایش نفت و گاز، پتروشیمی، شرکتهای طراحی و مهندسی، مهندسی مشاور، نظارت و اجرا، تصفیه آب و غیره	تهران - خیابان میرداماد - خیابان شمس تبریزی جنوبی - کوی مریم - پلاک ۱۷	۲۱۲۲۹۱۱۲۹۰
۵۲۷۰	شرکت رنگ فیروزه شیراز	تولید کننده رنگ و رزین	شیراز - شهرک صنعتی بزرگ فاز دوم - خیابان ۴۱۳ - کدپستی: ۷۱۵۸۱-۸۵۴۸۸	۷۱۳۷۷۴۷۰۰
۵۲۷۵	شرکت پرشین فام صنعت	تولید کننده رنگ و رزین - نمایندگی شرکتهای خارجی	تهران - خیابان خرمشهر - خیابان عربعلی - کوچه ۱۶ - پلاک ۱۸ - واحد یک و دو	۸۸۷۶۴۴۶۶
۵۲۷۷	شرکت سبلان هیدرو شیمی	تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - نمایندگی شرکتهای خارجی	تهران - اتوبان همت خیابان شیراز جنوبی - خیابان یاس - پلاک ۷ - واحد ۷	۰۲۱۸۸۶۱۴۷۹۸
۵۲۸۹	شرکت گاز استان آذربایجان شرقی	خطوط لوله و انتقال	تبریز - خیابان آزادی - حد فاصل چهارراه لاله و خیابان رسالت - کد پستی: ۵۱۷۳۸۶۵۹۵۹	۰۴۱۳۴۴۴۸۰۸۱
۵۲۹۱	منطقه ۹ عملیات انتقال گاز	شرکت گاز	ساری - بلوار امیرمازندرانی - روبروی بیمارستان امام خمینی	۱۱۳۳۳۵۷۱۸۷
۵۲۹۳	رادین گستر سینا	ارایه دستگاه رسوبزدایی الکترونیکی - طراحی و مهندسی - نمایندگی شرکتهای خارجی	تهران خیابان سهروردی شمالی - نبش کوچه باسقی - پلاک ۳۶۸ - درب جنوبی - واحد یک	۲۱۸۸۵۲۷۷۷۹
۵۲۹۷	شرکت معدنی صنعتی گل گهر	-	سیرجان - کیلومتر ۶۰ جاده شیراز - شرکت سنگ آهن گل گهر	۳۴۵۴۲۲۹۰۰۱
۵۳۰۰	شرکت آذرانرژی تبریز	شرکتهای طراحی و مهندسی، اکتشافات، تولید و بهره برداری، پالایش نفت و گاز، کارخانجات شیمیایی	تبریز - میدان جهاد - روبروی مخابرات - کوی تبریزنو - بن بست مقدم - پلاک ۳	۴۱۳۴۴۱۴۵۳۳
۵۳۰۴	شرکت پتروشیمی زاگرس	پتروشیمی	بوشهر - منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس - عسلویه - شرکت پتروشیمی زاگرس صندوق پستی: ۳۶۴/۷۵۳۹۱	۰۷۷۲۷۳۲۳۳۰ داخلی ۱۰۰۱
۵۳۰۶	شرکت پتروشیمی مارون	پتروشیمی	تهران - شهرک غرب میدان صنعت - خیابان سیف - کوچه هفدهم - پلاک ۲ - کدپستی: ۱۴۶۶۸۸۳۸۵۵	۰۲۱۸۸۶۷۵۹۸۱
۵۳۰۷	مرکز علوم و تکنولوژی هایتک	علمی آموزشی	کرمان - انتهای اتوبان هفت باغ - مرکز علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی - پژوهشکده مواد	-
۵۳۰۹	شرکت آریا اس جی اس	پالایش و پخش و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - صنایع دریایی - کارخانه های شیمیایی - استخراج نفت و گاز - تولید فولاد - کارخانه صنایع چوب و کاغذ - صنایع خودروسازی - خطوط لوله و انتقال - حمل و نقل ریلی - صنایع ساختمانی شامل فلزی و بتونی - صنایع و تجهیزات پزشکی - تولید کنندگان رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - نمایندگی های شرکت های خارجی - و مهندسی مشاور و نظارت اجرا	تهران - میدان توحید - خیابان نصرت غربی - پلاک ۱۹	۲۱۶۶۴۳۴۶۴۷

اعضای حقوقی انجمن خوردرگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۳۱۴	دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول	علمی آموزشی	دزفول - کوی آزادگان - بلوار دانشگاه - ص پ: ۳۱۳	۰۶۴۱۶۲۶۰۶۰۱
۵۳۱۶	شرکت پتروشیمی پارس	پتروشیمی	بوشهر- منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارسکدپستی: ۷۵۳۹۱۴۶۴۸۴	۷۷۲۷۲۶۳۸۸۰
۵۳۱۷	شرکت پتروشیمی خوزستان	پتروشیمی	بندرامام خمینی - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی - پتروشیمی خوزستان	۰۶۱۵۲۱۷۰۰
۵۳۲۰	شرکت آزمونه فولاد	ارایه خدمات مهندسی مشاور نظارت و اجرا- آزمایشگاه خوردرگی متالورژی، بازرسی فنی- آزمایشهای غیرمخرب متداول و پیشرفته فلزی، جوش- آموزش	اصفهان - خیابان محتشم کاشانی - پلاک ۱۱۰- ساختمان آزمونه فولاد -	۳۱۳۶۲۵۹۳۹۴
۵۳۲۱	شرکت پتروشیمی جم	پتروشیمی	بوشهر- شهرستان کنگان - منطقه ویژه اقتصادی پارس جنوبی (عسلویه) سایت پتروشیمی - صندوق پستی: ۷۵۴۹۱-۴۱۵ - مدیریت آموزش	۷۷۲۷۲۳۳۴۶
۵۳۲۲	شرکت دریا رنگ اصفهان	صنایع رنگ و رزین	اصفهان - خیابان گلخانه - میدان گلها- کوچه بهاران شرقی - پلاک ۴	۳۱۳۴۴۲۴۶۸۰
۵۳۲۳	شرکت خبرگان بین المللی تهران (تایکو)	صنایع ساختمانی شامل فلزی و بتونی - صنایع دریایی شامل سکو کشتی - کارخانه شیمیایی - پتروشیمی	تهران - میدان توحید - خیابان نیایش شرقی - پلاک ۱۰- طبقه سوم - واحد ۱۱	۲۱۶۶۱۲۲۵۳۳
۵۳۲۴	شرکت صنعتی مارون پوشش ایرانیان	صنایع رنگ و رزین	تهران - ستارخان - بین خیابان اسدی و خسرو- پاساژ مروارید - طبقه سوم - واحد ۳۳	۲۱۴۴۲۵۰۳۶۶
۵۳۲۵	شرکت بازرسی فنی ایرانیان	پالایش نفت و گاز- پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - کارخانه شیمیایی - خطوط لوله و انتقال - صنایع ساختمانی - صنایع رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردرگی	تهران - میدان فاطمی - خیابان جویبار- پلاک ۲۵	۰۲۱۸۸۸۹۴۵۱۶
۵۳۲۷	شرکت نیک محضر اسپادانا	تولیدکننده و مجری پوشش های ضدخوردرگی سطوح خارجی و داخلی لوله های فولادی خطوط انتقال نفت، گاز، پتروشیمی و آب	اصفهان - کیلومتر ۳۵ جاده اصفهان، ۱ بین - شهرک صنعتی سکزی فاز دوم- خیابان هفتم- آخرین کارخانه - سمت چپ - شرکت نیک محضر اسپادانا	۳۱۴۶۴۱۲۷۲۲
۵۳۲۸	دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت	مراکز آموزشی - مراکز تحقیقات	فارس مرودشت - کیومتر ۳ جاده تخت جمشید - دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت	۷۲۸۳۳۱۱۷۵۰
۵۳۳۱	شرکت زاگرس تطبیق کالا	پالایش و پخش و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - صنایع دریایی - کارخانه های شیمیایی - تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - کارخانه صنایع چوب و کاغذ - صنایع خودرو سازی - صنایع دفاعی - صنایع ساختمانی شامل فلزی و بتونی - صنایع و تجهیزات کشاورزی - تجهیزات پایش و کنترل خوردرگی - بازرسی فنی و بازرسی کالا	تهران - صادقیه - خیابان آیه الله کاشانی - روبروی بانک دی و سرمایه - پلاک ۲۶۶-	۲۱۴۴۰۹۹۶۹۱
۵۳۳۲	شرکت خود رنگ	کارخانجات شیمیایی	اصفهان بوستان سعدی - ساختمان خودرنگ طبقه ۲ - تهران بالاتر از میدان ولی عصر - روبروی استاد مطهری - خ فتحی شقایق - ساختمان شماره ۱۲- طبقه چهارم	۰۳۱۳۶۲۵۱۵۱۱
۵۳۳۳	شرکت ایمن پرتو	پالایش نفت و گاز- پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - کارخانه شیمیایی - صنایع دریایی - استخراج نفت و گاز- تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - تولید فولاد - کارخانه صنایع چوب و کاغذ - خطوط لوله و انتقال - صنایع و تجهیزات پزشکی - مراکز آموزشی	اصفهان - خیابان شمس آبادی - چهارراه قصر- ساختمان شمس - واحد ۱۰۸	۳۱۳۲۲۰۷۹۲۳
۵۳۳۴	شرکت طراحی و مهندسی صنایع انرژی	پالایش نفت و گاز- شرکت طراحی و مهندسی	تهران - پاسداران - نرسیده به میدان نوبنیاد - کوهستان دوم - پلاک ۳	۲۱۲۲۵۸۲۵۶۹

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۳۳۷	صبا شیمی آریا	صنایع رنگ و رزین	تهران - خیابان شریعتی - خیابان ظفر - خیابان مهر - خیابان مطهری شمالی - خیابان خورشید - بن بست سعید - پلاک ۱	۲۱۲۶۴۰۰۵۴۶
۵۳۳۸	شرکت رنگ جوتن	صنایع رنگ و رزین	تهران - پارک وی - خیابان فرشته - کوچه هستی - پلاک ۱۸ - طبقه دوم - واحد ۱۲	۲۱۲۶۲۰۷۲۹۹
۵۳۳۹	شرکت شیمی آذرجام	طراحی و ساخت تجهیزات مقاوم به خوردگی گلاس لایند و فلوروپلیمر لایند PTFE, PFA, FEP, ECTFE که شامل انواع راکتور - مخازن - مبدل های حرارتی - برج های شیمیایی - لوله و اتصالات	تهران - میدان توحید ابتدای ستارخان - بن بست لادن - پلاک ۳ - واحد دو	۰۲۱۶۶۹۱۲۴۳۵
۵۳۴۰	شرکت تولید بازرگانی نیاشیمی	پالایش نفت و گاز - استخراج نفت و گاز - پتروشیمی - خطوط لوله و انتقال - صنایع رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - شرکت طراحی و مهندسی	تهران - سهروردی شمالی - بالاتر از آبادانا - خیابان توپچی - پلاک ۱۶	۲۱۸۸۷۳۷۲۲۸
۵۳۴۱	شرکت ایپک	پتروشیمی - خطوط لوله و انتقال - صنایع رنگ و رزین	تهران - ملاصدرا - برج ونوس - طبقه ۸ - واحد ۱۵	۲۱۸۸۶۱۳۷۳۲
۵۳۴۲	شرکت رنگ مکث	پالایش نفت و گاز - استخراج نفت و گاز - پتروشیمی - خطوط لوله و انتقال - صنایع رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - شرکت طراحی و مهندسی - همه موارد	تهران - خیابان آزادی - غرب دانشگاه صنعتی شریف - کوی صادقی - پلاک ۲۶ - واحد ۱۵	۲۱۶۶۰۶۴۸۶۸
۵۳۴۳	شرکت فرانگر زرفام	پالایش نفت و گاز - تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - صنایع خوردساز - خطوط لوله و انتقال - شرکت طراحی و مهندسی	جاده کهنز - بعد از سه راهی اسدآباد - کوی کشاورزان - پلاک ۱۳	۲۱۶۵۶۸۳۸۵۸
۵۳۴۴	شرکت مهندسی و بازرسی فنی مخازن الیازدار	پتروشیمی - مراکز آموزشی - بازرسی فنی انواع مخازن تحت فشار - آزمایشگاه ذیصلاح آزمون انواع تیرآلات فولاد کلاس دو و تست دوره ای انواع کپسول های فشار بالا	تهران - خیابان سهروردی شمالی - خیابان هویزه غربی - پلاک ۱۱۸	۸۸۷۶۱۶۹۶
۵۳۴۵	شرکت کراپ ایران	کارخانه شیمیایی - تولید روانسازهای خودرویی (شیمیایی و روغنی) - خطوط لوله و انتقال - شرکت طراحی و مهندسی	تهران - سهروردی شمالی - خیابان توپچی - پلاک ۲۲	۲۱۸۸۵۰۰۷۲۰
۵۳۴۶	شرکت مهندسین مشاور انرژی گستر	کارخانه شیمیایی - تولید و فروش مواد شیمیایی - بازارنده خوردگی و رسوب جهت صنایع مختلف	تهران - خیابان نجات الهی - کوچه خسرو - پلاک ۵۶	۲۱۸۸۹۲۷۲۴۴
۵۳۴۷	شرکت مهندسی فن آوری شیمی جهانی	کارخانه شیمیایی - تولید و فروش مواد شیمیایی - بازارنده خوردگی و رسوب جهت صنایع مختلف	تهران - خیابان آفریقا - بالاتر از جهان کودک شماره ۷۲ (برج امیر پرویز) طبقه ۹	۰۲۱۲۲۸۴۱۹۰۲
۵۳۴۸	شرکت ساختمانی راه سازی مکران	راه سازی و عمران	زاهدان - خیابان امام خمینی غربی امام خمینی ۶۲ - پلاک ۶۰ - شرکت ساختمانی راه سازی مکران	۵۴۳۳۵۱۷۹۷۶
۵۳۴۹	شرکت قطعه پوشش کار		تهران - شهران - کوهسار - مجتمع مسکونی صنعت نفت OPG - فراز ۸ - بلوک ۷ - واحد پنجم شرقی	۹۱۲۳۵۰۴۰۶۴
۵۳۵۰	پنام گویان امرتات (پی جی پارس)	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق کارخانه شیمیایی - صنایع دریایی - استخراج نفت خطوط لوله و انتقال - صنایع دفاعی - صنایع رنگ - تجهیزات پایش - مراکز آموزشی و تحقیقاتی - طراحی و مهندسی - اجرا و طراحی سیستم حفاظت کاتدی و مانیتورینگ و تولید ترانس کتری فایر	تهران - ستارخان - برق آلسوم - بنش جهانی نسب - پلاک ۱ - واحد ۴۱	۲۱۴۴۲۸۱۳۹۸
۵۳۵۲	کارخانه گالوانیزه گرم ارک نوین	گالوانیزه گرم - انواع تجهیزات و سازه های فولادی و چدنی - صنایع نفت، گاز، پتروشیمی - برق و تاسیسات	استان تهران - شهرک صنعتی شمس آباد - بلوار نگارستان - خیابان آبان - کوچه آبان ۳ - قطعه ۱۷۹	۰۲۱۵۶۲۳۱۸۴۷

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۳۵۳	شرکت پتروآریوبان لیو	تجهیزات پایش و کنترل خوردگی، شرکت طراحی و مهندسی، سایر فعالیتها	جاده مخصوص کرج - بلوار شیشه مینا - شهرک فرهنگیان - بلوک ۸۸ - واحد ۴	۰۲۱۴۴۵۴۱۴۹۷
۵۳۵۴	شرکت صنایع بهداشتی ساین	کارخانه شیمیایی	بزرگراه فتح - کیلومتر ۸ - شرکت پاکسان شرکت صنایع بهداشتی ساین	۲۴۳۵۲۶۲۵۰۰
۵۳۵۵	شرکت تولید لوله و پوشش سلفجگان	خطوط لوله و انتقال - اجرای پوشش خطوط لوله و انتقال	تهران - خیابان آفریقا - بعد از پل میرداماد-کوچه عمدی - پلاک ۴	۲۱۸۱۷۳۱۳۴
۵۳۵۶	شرکت جهان عایق پارس	تولید کننده انواع عایق	اصفهان نجف آباد - شهرک صنعتی منتظریه - خیابان ۱۰۱ - پلاک ۱۲	۳۱۴۲۲۹۰۶۷۷
۵۳۵۷	شرکت پوشش لوله کیوان جاوید	خطوط لوله و انتقال - اجرای پوشش خطوط لوله و انتقال	اصفهان - کیلومتر ۲۵ جاده ناین - روبروی کارخانه لوله سازی اسپرال - شرکت پوشش لوله کیوان جاوید	۰۳۱۲۷۸۶۴۱۲
۵۳۵۸	شرکت پاک گستر پرند	نماینده شرکت های خارجی	تهران - کوی نصر - خ کارگری (۳۹) - پلاک ۶۱ - طبقه همکف	۸۸۲۴۷۷۵۳
۵۳۵۹	شرکت سرمدلب	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - کارخانه شیمیایی - نیروگاه تولید برق - صنایع دریایی - استخراج نفت و گاز - تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - خطوط لوله و انتقال - اکتشافات، تولید و بهره برداری - صنایع رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - مراکز آموزشی - مراکز تحقیقاتی - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - شمال به جنوب بزرگراه کردستان - خیابان بیستم (ابطحی) نیش بلوار آزادگان - پلاک ۱۱ - ۱۴۳۷۶۴۵۶۸۱د	۲۱۸۸۸۰۱۱۰۲
۵۳۶۰	مجموعه آزمایشگاه، کنترل خوردگی و شرکت بازرسی سیناژامی بندر	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - تولید فولاد - خطوط لوله و انتقال - صنایع ساختمانی شامل فلزی و بتونی - مراکز آموزشی - مراکز تحقیقات - شرکت طراحی و مهندسی	بندرعباس - شهرک صنعتی شماره یک - انتهای خیابان اصلی - واحد ۱۱۸	۰۷۶۳۳۵۶۲۰۴۸
۵۳۶۱	شرکت رایان پتروآزمون	ارایه خدمات بازرسی	تهران - میدان فاطمی - خ جویبار - پلاک ۲۵ - طبقه دوم	۲۱۸۸۸۹۵۱۰۳
۵۳۶۲	شرکت تولیدی صنعتی گیتی آسا	صنایع رنگ و رزین	اصفهان - کیلومتر ۵ بزرگراه آزادگان - مقابل پالایشگاه - خ ۲۳ / تهران - میدان جمهوری - خیابان نواب - برج گردون شرقی - قسمت شمالی - ط نهم - شماره ۹۰۲	۰۳۱-۰۲۱۶۶۳۸۳۰۶۱ ۳۳۸۰۲۱۹۷
۵۳۶۳	شرکت رنگسازی بینالود	صنایع رنگ و رزین	تهران - بلوار آفریقا - خ دیدار شمالی - پ ۵ - واحد ۱۳	۰۲۱۸۸۷۸۶۱۸۴
۵۳۶۴	شرکت غرب پیشرفت	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - صنایع دریایی - خطوط لوله و انتقال - صنایع دفاعی - صنایع رنگ و رزین - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - خیابان گاندی جنوبی - خیابان ۱۷ - پلاک ۱۶ - واحد ۲۰	۸۸۸۸۲۴۱۸
۵۳۶۵	شرکت فن آوران اطلس انرژی	تجهیزات و پایش خوردگی - مراکز آموزشی - مراکز تحقیقات - نمایندگی شرکت های خارجی - شرکت طراحی و مهندسی	تهران - خیابان ولیعصر - خیابان فتحی شقایق - نرسیده به میدان سلماس پلاک ۱۱۳ - طبقه سوم - واحد ۶	۰۲۱۸۸۶۳۷۴۰۰
۵۳۶۶	شرکت بازرسی مهندسی و صنعتی ایران	بازرسی شخص ثالث	تهران - خیابان ولیعصر - بالاتر از تقاطع میرداماد - بلوار اسفندیار - پلاک ۵۴	۰۲۱۸۸۷۷۸۸۹۲
۵۳۶۷	شرکت گاز سرخون و قشم	پالایش نفت و گاز	بندرعباس - رو به روی پلیس راه میناب - بندرعباس - فرعی سمت راست - شرکت پالایش گاز سرخون و قشم - کدپستی: ۷۹۱۵۹۹۶۴۸۹	۰۷۶۳۲۱۹۲۵۶۰
۵۳۶۸	شرکت دلتا صنعت شریف	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - کارخانه شیمیایی - صنایع دریایی شامل سکوه کشتی و... - استخراج نفت و گاز - کارخانه صنایع چوب و کاغذ - تولید فولاد - تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - صنایع خودروسازی - حمل و نقل دریایی - خطوط لوله و انتقال - صنایع دفاعی - اکتشافات تولید و بهره برداری - صنایع رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - مراکز آموزشی - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - خیابان مطهری - حدفاصل سهروردی و شریعتی - پلاک ۵۲ - واحد ۹	۸۶۰۲۰۵۱-۴
۵۳۶۹	شرکت پارس صنعت کیمند	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - صنایع دریایی شامل سکوه کشتی و... - استخراج نفت و گاز - صنایع خودروسازی - حمل و نقل ریلی - خطوط لوله و انتقال - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - خیابان ولیعصر - نرسیده به میدان فاطمی - ساختمان ۲۱ - طبقه سوم	۸۸۹۶۱۴۱۴
۵۳۷۰	شرکت پوشش صنعت الوان	نیروگاه تولید برق - کارخانه شیمیایی - استخراج نفت و گاز - تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - کارخانه صنایع چوب کاغذ - صنایع و تجهیزات پزشکی - صنایع ساختمانی شامل فلزی و بتونی - صنایع دفاعی - خطوط لوله و انتقال - حمل و نقل ریلی - صنایع خودروسازی - صنایع رنگ و رزین - مراکز آموزشی - مراکز تحقیقات	تهران - فلکه دوم صادقیه - بلوار اشرفی اصفهانی - نیش کوچه وحدتی - پلاک ۴۷ - طبقه اول - واحد ۳ کدپستی: ۱۴۶۱۷۳۳۶۹۳	۰۲۱۴۴۲۷۳۶۱۸

علوم و مهندسی خوردگی

نشریه علمی - پژوهشی

(فصلنامه)

Corrosion Sciences and Engineering

در تمام زمینه های خوردگی به زبان فارسی مقاله علمی - پژوهشی می پذیرد.

پایگاه اینترنتی: corrosionengineering.ica.ir

صاحب امتیاز: انجمن خوردگی ایران

- سر دبیر:** دکتر محمدعلی گلزار، استاد دانشکده مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی اصفهان
- مدیرمسئول:** دکتر هادی عادل خانی، دانشیار پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای
- عضو هیئت تحریریه:** دکتر سعیدرضا اله کرم، استاد دانشکده مهندسی متالورژی و مواد دانشگاه تهران
- عضو هیئت تحریریه:** دکتر کوروش جعفرزاده، دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر
- عضو هیئت تحریریه:** دکتر میرقاسم حسینی، استاد دانشکده شیمی دانشگاه تبریز
- عضو هیئت تحریریه:** دکتر ابراهیم حشمت دهکردی، دانشیار پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای ایران
- عضو هیئت تحریریه:** دکتر تقی شهرابی فراهانی، استاد دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس تهران
- عضو هیئت تحریریه:** دکتر منصور فرزام، دانشیار دانشگاه صنعت نفت
- عضو هیئت تحریریه:** دکتر روحا کسرای کرمانشاهی، استاد دانشکده میکروبیولوژی دانشگاه الزهرا (س)
- عضو هیئت تحریریه:** دکتر جابر نشاطی، دانشیار پژوهشگاه صنعت نفت

نشانی: تهران، میدان فردوسی، خیابان انقلاب، خیابان شهید عباس موسوی (فرصت)، کوچه بهبهان، پلاک ۱۱، واحد ۳

کدپستی: ۱۵۸۱۹۷۶۴۱۵، صندوق پستی: ۳۴۱۱-۱۵۸۱۵

تلفن: ۸-۸۸۳۴۴۲۸۷ و ۸۸۸۲۷۳۳۴، (داخلی ۲) نمابر: ۸۸۳۴۷۷۴۹

Iranian Corrosion Association at a Glance

History: Founded in 1993, Iranian Corrosion Association (ICA) aimed at the propagation of metals corrosion and protection significance and has gathered corrosion scientists and engineers. It holds technical congresses, delivers one-day technical seminars and presents specific courses to improve public knowledge about this natural phenomenon. Today, the number of ICA's individual members reaches 3500 and that of corporate members exceeds 100. All researchers, students, professionals, workmen, technicians and everyone who deals with or is interested in the field of corrosion are welcomed to join this scientific community.

Goals: ICA on its way to acquire the bright depicted panorama tries to:

- * establish a reciprocal correlation with the Ministry of Science, Researches, and Technology as well as universities and industries
- * make an educational connection between the variety of industries coping with corrosion problems
- * set educational meetings, technical workshops, and scientific seminars
- * publish magazine, books, and proceedings
- * hold annual national corrosion congresses and accommodating international corrosion congresses.

Publications: Zang magazine (magazine of rust), first published in summer 2000, is the scientific, promotive and educational corrosion magazine published by ICA and has been going on quarterly since then. It prepares an opportune medium for researchers, artisans and university professors to contact each other and share the results of their experiences. From the beginning of 2012, ICA was also granted the permission to publish the sole corrosion-related scientific-research journal in the country. ICA publication has also published More Than 55 books in the field of corrosion and several congress proceedings during its short life span.

Educational Activities: As the education is a vital prerequisite to any other activity, ICA has planned to enhance the general and professional knowledge of corrosion among industries through organization of educational courses including: fundamentals of corrosion, mechanical aspects of corrosion, corrosion in cooling towers, microbiologically-induced corrosion, corrosion in weldments, failure analysis, technical inspection and corrosion control, corrosion inhibitors, cathodic and anodic protection, corrosion standards, internal and external corrosion of pipelines, paints and corrosion in oil & gas industries, material selection, Coating & etc.

National Corrosion Congress: National Corrosion Congresses have been held every other year ever since 1988 and are planned to be held annually since last year. ICA has honorably managed to deliver specific seminars and exhibit technical fairs besides such congresses and has made a discussion bed for university professors and experts. The 15th national corrosion congress was held on October, 2014 in Tehran.

The 16th National Corrosion Congress was held along with the 3rd Oil Industry Corrosion Congress on 24th and 25th of November, 2015.

The 17th National Corrosion Congress was held on December, 2016 in Bandar Abbass.

The 18th National Corrosion Congress was held on January, 2018 in Tehran.

19th National Corrosion Congress will be held on January 21st, 2019.

Committees: ICA has recently organized two specific committees, one engaging in the field of suggestion and approval of suitable Persian words for corrosion-related terms, and the other cooperating with governmental parties to produce or translate corrosion-related standards.

In The Name of god

ZANG

License Holder: Iranian Corrosion Association (ICA)

Managing Director: E. Heshmat Dehkordi (Ph.D)

Editor-in-Chief: A. R. Bahrani (M.Sc)

Editorial Bord (In Persial phabetical order):

H. Adelkhani (Ph.D)

E. Akbarinezhad (Ph.D)

A. Hatami Monfared (M.Sc)

M. Jameei (M.Sc)

S. M. Kasiriha (M.Sc)

K. Kouzeh Kannani (M.Sc)

D. Masouri (M.Sc)

M. Najmi (M.Sc)

F. Rezaei (Ph.D)

Graphics & Design: Hojjat Abbassian

Executive colleagues: Najmeh Azimzadeh (M.Sc),

Majid Shahmirzalou, Najmeh Sokhanvar

Publisher:

Iranian Corrosion Association, ICA

ZANG is a Persian word having different meaning, the first of which is an equivalent for "Rust", while others are equivalents for "Bell" and "to ring a bell, to warn". The word Zang seems to best clarify the objectives of the journal, which is mainly warning about the consequences of corrosion and rusting.

ZANG, the scientific, educational, promotive journal of Iranian corrosion Association (ICA) is quarterly published with the aim of the enhancement of the corrosion knowledge of those engaged in metal corrosion and protection, creating a dependable information database regarding internal & external corrosion event, provoking the corrosion students to set to research work as well as acting as a connection bridge between ICA & its members. Quotation and application of ZANG written material elsewhere is allowable only while expressing the reference.

The result of papers and analyses are not necessarily consistent with ZANG managers' viewpoints.

ZANG is free to edit & correct the received written material and will not return them. ZANG also highly welcomes and appreciates the readers' progressive opinions.

Iranian Corrosion Association

Unit 3, No.11, Behbahan Alley.,

Forsat St., Ferdowsi Sq., Tehran, Iran

Tel: +982188827334, 88344287-8

Fax: +982188347749, 88827334

P.O.BOX: 15815-3411

Website: www.ica.ir

Email: zangjournal@ica.ir

Price: 150.000 RLS

ZANG

The Scientific, Educational, Promotive Quarterly

Journal of Iranian Corrosion Association (ICA)

18th Year, Issue 73

Nov 2018



Content

Editorial	2
Article:	
Investigation the Corrosion Rate of X52 Steel in Three-Phase vessel and Slug catcher waters for TCF unit of Tangebijar region with polarization test	4
The Word of Corrosion:	
Corrosion Words	10
Corrosion Books Presentation	11
Corrosion Internet Sites	12
List of MP's articles	14
Tutorial:	
Special Case	16
Corrosion of steel in concrete	25
cathodic protection	35
Association News:	
Training	40
News ICA	41
Book List	42
New Membership ICA	44

ZANG



19 th Year, Issue 74, November 2018

Iranian Corrosion Association

ایران خوردگی هفته

1st
Iranian Corrosion Week

12-16 January 2019

اولین ۲۲ الی ۲۶ دی ۹۷

با محوریت بررسی مشکلات و معضلات
پدیده مخرب خوردگی و ارائه مشاوره و آموزش

محل برگزاری:

دانشگاه شهید بهشتی

مرکز همایش‌های بین‌المللی

مدیریت خوردگی

حفاظت کاتدی

بازرسی و پایش خوردگی

☎ 88 34 42 87 - 8

● www.ica.ir

● Training@ica.ir

📍 @iranian_corrosion_association

طبیعت و صنعت

بیش از هر زمانی اکنون نیازمند حفاظت هستند

