

بررسی اثرات مخرب خوردگی در مخازن و خطوط انتقال نفت و گاز

امیر صمیمی

عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر

Email: amirsamimi1161@gmail.com

چکیده

خوردگی در صنعت نفت از دیرباز موجبات تخریب وسایل و تجهیزات مورد استفاده نتیجه صرف هزینه‌های هنگفت در خصوص تعمیر و تعویض آنها رافراهم آورده است. سالانه ۵ درصد تولید ناخالص ملی بر اثر خوردگی هدر می‌رود از این ۵ درصد نیز حدود ۲۰ درصد خوردگی‌ها در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی رخ می‌دهد. به عنوان مثال، مسأله خوردگی در کشور کانادا در فاصله زمانی ۱۹۷۷ تا ۱۹۹۶، ۱۰ بار باعث نشتی خطوط لوله و ۱۲ بار باعث انفجار گردیده که از جهاتی اهمیت این موضوع را تا حدی آشکار می‌سازد. خطوط لوله و مخازن مواد شیمیایی که در بسیاری از موارد در آن‌ها مواد آلاینده محیط زیست، مواد آتش‌زا و حتی مواد سمی وجود دارد از اهمیت به‌سزایی در صنعت برخوردارند. به خصوص خطوط لوله که امروز سراسر کره زمین را فراگرفته‌اند. بدیهی است که وجود نشتی از این خطوط، به ویژه در مناطقی که از لحاظ زیست محیطی دارای حساسیت هستند می‌تواند خطرات زیادی برای موجوداتی که روی زمین زندگی می‌کنند فراهم آورد. از طرفی هدر رفتن بخشی از مواد ارزشمند که جزء محصولات و یا مواد اولیه‌ی ما هستند، از لحاظ اقتصادی نیز ناخوشایند است. به‌طور کلی نتایج وجود نشتی عبارتند از: آلودگی محیط زیست، ایجاد مسمومیت در انسان و دیگر موجودات زنده، انفجار، هدر رفتن مواد ارزشمند، هزینه‌های تمیز کردن محیط زیست، هزینه‌های تعمیر و تعویض خط لوله، اتلاف وقت و جرایم احتمالی قانونی. بنابراین دو عامل اقتصاد و محیط زیست انگیزه کافی برای رفع چنین مشکلی در ما ایجاد می‌کنند. این مقاله به بررسی اثرات مخرب خوردگی در مخازن و لوله‌های خطوط انتقال نفت و گاز می‌پردازد.

کلمات کلیدی: خوردگی - تولید ناخالص ملی - آلودگی محیط زیست - خط لوله

۱- مقدمه

۱-۱- خوردگی در صنایع نفت و گاز

خوردگی را به روش های مختلف طبقه بندی نموده اند ولی عمومی ترین آن ها طبقه بندی بر اساس ظاهر و شکل فلز خورده شده می باشد. به این روش با مشاهده فلز خورده شده با چشم غیر مسلح به راحتی می توان نوع خوردگی آن را مشخص نمود. در بین انواع خوردگی می توان نه نوع منحصر به فرد را پیدا نمود ولی تمام آن ها کم و بیش وجه مشابهی دارند که به شرح ذیل می باشند:

خوردگی یکنواخت Uniform Attack

خوردگی گالوانیک یا دو فلزی Corr. Galvanic or two Metal

خوردگی شیاری Grevice Corrosion

حفره دار شدن pitting

خوردگی بین دانه ای Corrosion. Inter Granular

جدایش انتخابی Selective Leaching

خوردگی سایشی Corrosion Erosion

خوردگی توأم با تنش Stress Corrosion

خسارت هیدروژنی damage Hydrogen

خوردگی در کلیه محیط ها بسته به شرایط وجود دارد و کلیه صنایع با این مشکل روبرو می باشند. یکی از صنایع که دارای محیط های خورنده فراوان می باشد صنعت نفت است که دارای ویژگی های خاصی می باشد که مهمترین آنها شرح داده میشود.

۱-۲- ویژگی های محیط های خورنده در صنعت نفت و گاز

الف: خوردگی توسط گاز خورنده دی اکسید کربن

خوردگی شیرین در حضور و آب در جایی که وجود نداشته باشد اتفاق می افتد. این نوع خوردگی می تواند در خطوط لوله نفت یا گاز رخ بدهد و معمولاً حفره های عمیقی ایجاد می نماید. بدون آب خورنده نمی باشد. این گاز در آب حل شده و اسید کربنیک ایجاد می نماید که موجب کاهش pH آب که کاملاً بر فولاد اثر خورندگی دارد، می گردد. مقدار پ - هاش به دست آمده از محلول در آب مقایسه با مقادیر پ - هاش حاصل از محلول های اسیدی بسیار خورنده تر می باشد، این امر به آن علت است که در مورد اسیدهای قوی مقدار pH فقط غلظت یون هیدروژن

واقعی که با مقدار کل اسید مطابقت می‌کند نشان می‌دهد، اما در اسید کربنیک ضعیف، فقط بخشی از یک مقدار به مراتب بزرگ‌تر تجزیه می‌شود. همان‌طور که گفته شد اسید کربنیک تشکیل شده به مقدار ناچیز در آب تجزیه پذیر است و وقتی بر آهن اثر می‌گذارد، محصول، خوردگی تشکیل می‌دهد. بی‌کربنات (در آب محلول) و کربنات (در آب بسیار کم محلول)، در مواردی به همان اندازه که فشار دی‌اکسید کربن در جریان گاز بالا می‌رود، مقدار خوردگی افزایش می‌یابد. این موضوع به دلیل کاهش pH محیط، تسهیل فرآیند کاتدی از الکتروشیمی خوردگی اسید کربنیک، پیشرفت دی‌پلاریزاسیون ئیدروژن و نهایتاً افزایش حلالیت فیلم محافظ و به همان نسبت کاهش رسوب فیلم کربنات از آب می‌باشد. خوردگی معمولی سطح به وسیله معمولاً به صورت حملات موضعی شدید و با حملات بر قسمتی از سطح (attack partial surface) رخ می‌دهد. حملات خوردگی اغلب به شکلی است که قسمتی از سطح، که به دلیل اثرات سائیدگی ماسه و یا تلاطم جریان محافظت نشده باشد، دائماً در معرض محیط خورنده قرار می‌گیرد. نواحی خورده شده در بعضی از مواقع ظاهر متالیک دارد در حالی که سطح باقیمانده می‌تواند توسط یک لایه محافظ از کربنات آهن پوشیده شده باشد در حقیقت این حالت، اغلب در جایی که توربولنی زیادی وجود داشته باشد آشکار می‌گردد. در سیستم‌های گازی شدت خوردگی ناشی از به چند فاکتور بستگی دارد، مهمترین آن‌ها درصد، فشار، دما، سرعت گاز و ترکیبات آب می‌باشد، با افزایش دما تا ۵۵۳ درجه کلوین فعالیت خوردگی در سیستم شیرین افزایش می‌یابد. در دمای بیشتر از آن به دلیل کاهش حلالیت در فاز آب خوردگی نیز کاهش می‌یابد. با افزایش فشار، بیشترین مقدار خوردگی در دمای بالاتر به دست می‌آید. در سیستم‌های نفتی به نظر می‌رسد، نسبت آب به نفت یک عامل مؤثر اولیه و از جمله شرایط مساعد برای بروز این نوع خوردگی می‌باشد. نسبت نفت - آب را که خوردگی ممکن است در آن شروع شود دقیقاً نمی‌توان تعریف نمود ولی تجربیات عملیاتی نشان داده است که وقتی آب بیش از ۵۰ درصد یا بیشتر باشد ممکن است خوردگی یک مشکل اساسی بشود بطوری که در این حالت نفت تولیدی نمی‌تواند یک فیلم محافظ روی سطح فلز ایجاد نماید.

ب- خوردگی توسط مایعات خورنده مخازن نفتی

خوردگی می‌تواند همچنین بدون فشار جزئی قابل توجه به وسیله تولید مایعات خورنده مخزن رخ بدهد. آب مخزن می‌تواند با انحلال مقادیر زیادی در دمای مخزن به pH ۲ یا کمتر برسد همچنین اسیدهای ارگانیک از مواد خارجی مخازن و تولید شده توسط میکروارگانیزم‌های موجود در آب مخزن می‌تواند موجب حمله به سطح فولاد گردند.

ج- خوردگی توسط گاز خورنده سولفید هیدروژن

این نوع خوردگی فقط در حضور آب و سولفید هیدروژن رخ می‌دهد و بدون حضور آب شروع نخواهد شد. بیشتر در تجهیزات چاه‌ها، خطوط لوله جمع‌آوری و تجهیزات فرآیندی کارخانجات با آن مواجه می‌شویم و در خطوط اصلی انتقال گاز و تجهیزات مربوط به آن که حضور بخار آب و سولفید هیدروژن شدیداً کنترل می‌شود این نوع خوردگی دیده نمی‌شود. ضایعات ناشی از این نوع خوردگی غالباً به صورت خوردگی عمومی، خوردگی حفره‌ای، SCC, HSC دیده می‌شود که در زیر دو نوع از این ضایعات که می‌تواند با ضایعات اخیر خوردگی خطوط لوله جریانی چاه‌ها مورد مقایسه قرار گیرد تشریح شده است.

د- خوردگی عمومی

میادین نفتی و گازی مقادیر عظیمی لوله، جداره فلزی داخلی چاه casings پمپ، شیرها، میله‌های مکنده فولادی و چدنی الکتروموتورها و ادوات دیگر مصرف می‌نمایند. وجود نشت باعث از بین رفتن نفت و گاز و آلودگی محیط زیست می‌شود. یکی از مهمترین بخش تولید در صنعت نفت انواع چاه‌های نفتی، گازی و تزریقی می‌باشند که به دلیل موارد ذیل مستعد خوردگی می‌باشند.

عمق بیشتر از ۵۰۰۰ فوت

درجه حرارت مدخل پائینی بالای درجه فارنهایت

فشار بالا حدود پوند بر اینچ مربع

فشار جزئی دی‌اکسید کربن بالای ۱۵ پوند بر اینچ مربع

ph اسیدی قسمت بالای چاه (کمتر از ۵/۴)

وجود درصد زیادی هیدروژن سولفور، آب و منواکسید کربن CO مخصوصاً در چاه‌های نفتی و گازی ترش

sour oil wells

وجود ذرات جامد معلق مانند شن و ماسه sand در نفت و یا گازه چاه‌ها

مشخص نمودن نوع و میزان خوردگی در چاه‌ها (wells)

بازرسی و کیفیت خوردگی تجهیزات زمینی

آنالیز دی‌اکسید کربن، اسیدهای آلی و آهن

نمونه‌های آزمایشی قرار داده شده در محیط

۲- جلوگیری از خوردگی چاه‌ها

استفاده از ادواتی که به راحتی قابل تعویض باشند مانند tubing در درون لوله‌های جداری تزریق ممانعت‌کننده‌های آلی

استفاده از فولادهای آلیاژ به جای فولادهای منگنزدار با کربن متوسط پوشش دادن لوله‌ها به وسیله فنولیک‌های پخته شده و رزین‌های اپوکسی

۲-۱- بررسی نشتی در مخازن

خطوط لوله و مخازن مواد شیمیایی که در بسیاری از موارد در آن‌ها مواد آلاینده محیط زیست، مواد آتش‌زا و حتی مواد سمی وجود دارد از اهمیت به‌سزایی در صنعت برخوردارند. به خصوص خطوط لوله که امروز سراسر کره زمین را فراگرفته‌اند. بدیهی است که وجود نشتی از این خطوط، به ویژه در مناطقی که از لحاظ زیست‌محیطی دارای حساسیت هستند می‌تواند خطرات زیادی برای موجوداتی که روی زمین زندگی می‌کنند فراهم آورد. از طرفی هدر رفتن بخشی از مواد ارزشمند که جزء محصولات و یا مواد اولیه‌ی ما هستند، از لحاظ اقتصادی نیز ناخوشایند است. به‌طور کلی نتایج وجود نشتی عبارتند از: آلودگی محیط زیست، ایجاد مسمومیت در انسان و دیگر موجودات زنده، انفجار، هدر رفتن مواد ارزشمند، هزینه‌های تمیز کردن محیط زیست، هزینه‌های تعمیر و تعویض خط لوله، اتلاف وقت و جرایم احتمالی قانونی. بنابراین دو عامل اقتصاد و محیط زیست انگیزه‌ی کافی برای رفع چنین مشکلی در ما ایجاد می‌کنند.

عواملی که باعث ایجاد نشتی می‌شوند عبارتند از: فرسودگی و خوردگی لوله‌ها و مخازن، عوامل محیطی مثل سرما، یخبندان، گرما و... همچنین خسارت‌های عمدی و سهوی و نیز عملیات خارج از محدوده‌ی طراحی که ممکن است به لوله‌ها و مخازن آسیب برسانند. فرسودگی لوله‌ها و مخازن یک عامل طبیعی است، خوردگی نیز معمولاً به خاطر وجود مواد خورنده یا سیالات ساینده به وجود می‌آید. عوامل محیطی مثل سرما، یخبندان، گرما و... نیز از عوامل طبیعی هستند که در پدیده‌ی نشتی موثرند. خسارت‌های عمدی معمولاً شامل عملیات خرابکارانه است که ممکن است به خاطر مسایل سیاسی و جنگ به وجود آید. خسارت‌های سهوی نیز ممکن است به وسیله‌ی برخورد اشیاء یا چیزهای دیگر و یا در اثر حفاری به وجود آید. عملیات خارج از محدوده‌ی طراحی نیز یکی از عوامل آسیب به لوله‌هاست. زیرا هر خط لوله برای محدوده‌ی خاصی از دما و فشار طراحی شده و اگر عملیات، در خارج از این محدوده انجام شود باعث ایجاد خرابی در خط لوله می‌شود. بنابراین با توجه به وسعت عواملی که می‌توانند نشتی را ایجاد کنند و همچنین هزینه‌ها و مخاطراتی که این پدیده دربر دارد، نشت‌یابی و جلوگیری از تداوم

نشت، مساله ی بسیار مهمی است. با توجه به وسعت و گستردگی این پدیده تشخیص نشتی به طور دقیق و سریع کار بسیار مشکلی است.

امروزه سیستم های نشت یابی بسیار متنوعی ارائه شده است که هر کدام با استفاده از تکنیکی خاص سعی در یافتن دقیق و سریع این پدیده دارند. بسیاری از این سیستم ها بسیار ساده و برخی هم سیستم های پیچیده ای هستند. اما هنوز هیچ کدام از این سیستم ها نتوانسته اند به طور کامل همه ی انتظارات را برآورده کنند. این سیستم ها عبارتند از: تشخیص نشتی توسط افراد و با استفاده از حس بویایی، شنوایی، بینایی یا مشاهده ی اثراتی که مواد شیمیایی در پیرامون خود دارند یا سیستم هایی که با اضافه کردن مواد معطر کار نشت یابی را انجام می دهند یا سیستم های موازنه ی جریان، سیستم های صوتی، نصب سنسورهای پیزو الکتریک، سیستم های نمایش بخار، سیستم های نمایش کابلی، سیستم های لوله کشی دو جداره و ... اما هیچ کدام از روش های فوق نمی توانند به صورت کاملاً دقیق و سریع کار نشت یابی را انجام دهند.»

نشتی در لوله ها خصوصاً لوله هایی که تحت فشارند یکی از مسایل بسیار مهم در مبحث نشت یابی است. حتی قسمت عمده ای از نشتی های مربوط به مخازن نیز به خاطر وجود نشتی در لوله های مربوط به مخازن است. از لحاظ آماری، خرابی و نشتی در لوله ها حدود دو برابر خرابی در تانک هاست. به علت وجود اتصال های زیاد در سیستم های خط لوله، نشتی در این سیستم ها بسیار اتفاق می افتد. این مساله در لوله های تحت فشار خیلی حادتر است. زیرا فشار باعث می شود تا مواد به صورت پیوسته و با نیروی زیادتر از سوراخ وارد محیط شوند. برای نشت یابی در خطوط لوله روش های متعددی وجود دارد. بعضی از این روش ها به طور پیوسته و بعضی به طور غیر پیوسته کار نشت یابی در لوله ها را انجام می دهند.

۳- هزینه های خوردگی

سالانه ۵ درصد تولید ناخالص ملی بر اثر خوردگی هدر می رود از این ۵ درصد نیز حدود ۲۰ درصد خوردگی ها در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی رخ می دهد. به عنوان مثال، مساله خوردگی در کشور کانادا در فاصله زمانی ۱۹۷۷ تا ۱۹۹۶، ۱۰ بار باعث نشتی خطوط لوله و ۱۲ بار باعث انفجار گردیده که از جهاتی اهمیت این موضوع را تا حدی آشکار می سازد. گزارشات خرابی های حاصل از خوردگی نشان می دهد که علل وقوع این پدیده عمدتاً بر اثر کوتاهی های مصیبت بار در لوله کشی ها و ساخت و نصب تجهیزات می باشد که منجر به انفجار، آتش گرفتن و منتشر شدن مواد سمی در محیط زیست می گردد. علاوه بر آن مخارجی نظیر، جایگزین کردن تجهیزات خورده شده، تعطیلی و خاموشی واحدها به دلیل جایگزینی تجهیزات خورده شده، ایجاد اختلال در فرآیندها به دلیل خوردگی

تجهیزات و عدم خلوص محصولات فرایندی به دلیل نشت ناشی از خوردگی در اتلاف محصولات مخزن‌هایی که مورد حمله خوردگی قرار می‌گیرند، از مهمترین هزینه‌ها و زیان‌های حاصل از خوردگی می‌باشد.

ضرر سالانه اثرات خوردگی در ایالات متحده و اروپا حدود ۳.۱ درصد تولید ناخالص داخلی برآورد می‌گردد که طبق آمار، خسارات خوردگی که طی ۲۲ سال گذشته در صنایع آمریکا رخ داده، چیزی حدود ۳۸۰ میلیارد دلار می‌باشد. میانگین سالانه این خسارت‌ها حدود ۱۷ میلیارد دلار است که از کل هزینه سوانح طبیعی از قبیل زلزله، سیل و آتش‌سوزی در این کشور بیشتر می‌باشد. از هزینه‌های فوق‌الذکر (۳۸۰ میلیارد دلار)، ۷ میلیارد دلار سهم لوله‌های انتقال مایعات و گازها، ۹.۴۷ میلیارد دلار هزینه خوردگی در واحدهای فراورش و ۶.۸ میلیارد دلار متعلق به صنایع پالایشگاهی و مجتمع‌های گاز و پتروشیمی می‌باشد. همچنین بنابر آمار ارائه شده ۱۵ تا ۲۰ درصد از نشتی‌ها در تاسیسات صنعت نفت به دلیل خوردگی می‌باشد.

هزینه خوردگی پالایش هر بشکه نفت خام در ایران حدود ۵۰ سنت است هزینه خوردگی پالایش هر بشکه نفت خام در ایران حدود ۵۰ تا ۵۸ سنت برآورد می‌شود. مشخص نبودن دقیق هزینه‌های خوردگی در ایران، یکی از مشکلات اصلی مدیریت خوردگی در کشور است. هزینه خوردگی در کشور سالانه معادل سه تا پنج درصد تولید ناخالص ملی یعنی حدود ۳۲۰۰ میلیارد تومان برآورد می‌شود. بر اساس استانداردهای دنیا، هزینه خوردگی تولید هر بشکه نفت حدود ۱۰ درصد هزینه تولید آن و هزینه خوردگی پالایش هر بشکه نفت خام نیز بین ۴۲ تا ۸۰ سنت می‌باشد. هزینه خوردگی پالایش هر بشکه نفت خام در ایران حدود ۵۰ تا ۵۸ سنت برآورد می‌شود پژوهش‌ها نشان می‌دهد با رعایت ضوابط و اصول مربوطه می‌توان از ۷۰ درصد این خسارت‌ها جلوگیری کرد. طبق گزارش انستیتو باتل با اعمال ساده دانش و تکنولوژی موجود، از یک سوم هزینه‌های خوردگی صنایع جلوگیری به عمل می‌آید. نکته دیگری که غالباً مورد غفلت قرار می‌گیرد این است که خسارات غیرمستقیم خوردگی در برخی موارد به مراتب بیشتر از خسارات مستقیم آن می‌باشد. به‌عنوان نمونه، تعویض پروانه پمپ سانتریفوژ نه تنها هزینه‌ای برای تعمیر خود قطعه ایجاد می‌کند، بلکه قطع جریان در فرآیند، باز و بسته شدن پمپ و هزینه دستمزد را نیز به دنبال دارد. در کنار این خسارات، هدررفتگی و تضييع مواد و آلودگی‌های ناشی از آن که در نتیجه خوردگی به وجود می‌آید، باعث بروز نتایج وخیمی در رابطه با ایمنی و محیط زیست می‌گردد.

تحلیل داده‌های حاصل از ضایعات هیدروکربن‌ها نشان می‌دهد که خوردگی به لحاظ آماری دومین عامل ایجاد این هدررفتگی می‌باشد. اهمیت موارد ذکر شده به حدی است که در قوانین فدرال ایالات متحده، بر لزوم نصب و ارائه راهکارهای کنترل خوردگی به وسیله متصدیان خطوط لوله تاکید گردیده و عدم پیروی از این قوانین مشمول مجازات‌های مدنی و جنایی شده است. همچنین در سایر صنایع از جمله نفت، گاز و پتروشیمی نیز راهکارهای

علمی، تکنولوژیکی و حقوقی جهت جلوگیری از خطرات و هزینه‌های خوردگی در دست مطالعه و تصویب می‌باشد.

پیشگویی آهنگ خرابی تجهیزات در اثر خوردگی و تخمین هزینه‌های آن عنصری نامعین است که می‌توان با استفاده از سیستم‌های مدیریت خوردگی تا حدودی آن را کنترل نمود. مدیریت خوردگی با هدف صیانت از سرمایه، مسئولیت کنترل خوردگی و روش‌های پایش و حفاظت تاسیسات در تمامی جنبه‌ها را جهت پایداری و پویایی به عهده دارد و همواره از ابزار و روش‌های پیشرفته در رسیدن به این مقصود بهره می‌گیرد. به وسیله مدیریت خوردگی، فرآیند خوردگی از ابتدای مرحله طراحی تاسیسات تا هنگام سرویس‌دهی آنها به صورت فعال مدیریت می‌گردد. به عنوان مثال یک مهندس طراح، از طریق این مدیریت از اطلاعات لازم در زمینه خوردگی برخوردار می‌گردد تا سازه‌هایی را با عمر مفید و طولانی طراحی نماید یا با استفاده از اطلاعات به دست آمده از خوردگی‌های رخ داده در طراحی‌های پیشین، مراحل بعدی کار را اصلاح کند. مدیریت خوردگی به ارائه استراتژی‌های پیش‌گیرانه و برداشتن گام‌های راهبردی در دو حوزه فنی و غیرفنی می‌پردازد.

سر فصل‌هایی که در حوزه‌های غیر فنی به عنوان استراتژی‌های پیش‌گیرانه دنبال می‌شود به شرح زیر می‌باشد:

۱- افزایش آگاهی از هزینه‌های هنگفت خوردگی و صرفه‌جویی در این هزینه‌ها موجب به کارگیری صحیح فناوری‌های موجود و کاهش هزینه‌ها می‌گردد. از این رو، بسیاری از مشکلات خوردگی در نتیجه فقدان آگاهی از مدیریت خوردگی و مسئولیت‌پذیری اشخاص در تبادل عملیات، بازرسی، تعمیر و نگهداشت سیستم مهندسی می‌باشد.

- تغییر خط مشی‌ها، آیین‌نامه‌ها، استانداردها و شیوه‌های مدیریتی جهت کاهش هزینه‌های خوردگی به واسطه مدیریت صحیح خوردگی که به کنترل مؤثر آن می‌انجامد و باعث اجرای ایمن‌تر و قابل اعتمادتر عملیات و افزایش عمر مفید تاسیسات و تجهیزات می‌شود.

- اصلاح و تعمیم آموزش کارکنان جهت معرفی و بازشناسی کنترل خوردگی که مستلزم وارد نمودن واحدهای درسی پیشگیری و کنترل خوردگی در برنامه‌های تحصیلی و مدیریتی می‌باشد.

- تغییر و اصلاح کژاندیشی و باور غلط تسلیم‌پذیری در مقابل خوردگی و اتخاذ تصمیم‌های جدید در راستای جلوگیری از این پدیده. همچنین استراتژی‌های پیش‌گیرانه در حوزه‌های فنی نیز از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند، برخی از این استراتژی‌ها بدین ترتیب می‌باشد:

۱- ارتقای روش‌های طراحی و استفاده از روش‌های طراحی پیشرفته به منظور مدیریت بهتر خوردگی که مانع از بروز هزینه‌های خوردگی قابل اجتناب می‌گردد. برای تحقق این راهبرد لازم است روش‌های طراحی تغییر کند و

بهترین فناوری‌های خوردگی در دسترس طراحان قرار گیرد. میزان عملکرد خوردگی نیز در معیار طراحی وارد شده و هزینه طول عمر تجهیزات تجزیه و تحلیل گردد.

۲- ارتقای روش‌های پیش‌بینی عمر تجهیزات و ارزیابی عملکرد آنها از طریق آشنایی با فناوری‌های خوردگی جدید.

۳- بهبود فناوری‌های خوردگی از طریق تحقیق و توسعه.

میتوان با استفاده از مدیریت خوردگی و به‌کارگیری روش‌های علمی و دستاوردهای جدید تکنولوژی، خوردگی را در بسیاری از صنایع کشور کنترل نمود. این امر مستلزم ایجاد آگاهی و عزم جدی برای پیش‌گیری و کنترل خوردگی در میان مدیران و کارشناسان می‌باشد.

۴- نتیجه‌گیری

۴-۱- روش‌های تست نشتی در سیستم‌های خط لوله در حال کار

از ساده‌ترین روش‌های تشخیص نشتی در سیستم‌های خط لوله عبارتند از:

اطلاع دادن نشتی توسط افرادی که در مجاورت خط لوله قرار دارند. این افراد از طریق حس بویایی، شنوایی، بینایی و یا مشاهده‌ی اثراتی که این مواد شیمیایی در پیرامون خود ایجاد می‌کنند، مثل تاثیر روی گیاهان یا حیوانات یا پرندگان، می‌توانند این پدیده را تشخیص دهند. حتی گاهی اوقات با استفاده‌ی بیرحمانه از حیوانات یا پرندگان حساس می‌توان نشتی را تشخیص داد. راه ساده‌تر دیگر اضافه کردن مواد معطر به سیال است. باید در نظر داشت که ماده معطری که برای این منظور انتخاب می‌شود باید به راحتی قابل جداسازی باشد. این روش برای سیالاتی که بدون بو و غیرقابل اشتعال هستند روش نسبتاً موثری است مثلاً برای تشخیص نشتی گاز مونو اکسید کربن که بی بو ولی بسیار سمی و خطرناک است. مواد شیمیایی مثل مرکاپتان‌ها، تری متیل آمین و... می‌توانند نشتی را در سیستم تشخیص دهند. این دو روش در محیط‌های عاری از سکنه یا در جاهایی که بادهای شدید می‌وزند، نمی‌توانند کاربرد عملی داشته باشند.

روش دیگر استفاده از موازنه‌ی جریان به صورت روزانه یا ساعتی و ترجیحاً آن لاین است. یک سیستم اندازه‌گیری فشار خط لوله در کنار جریان سنج‌ها لازم است که نشان دهد گرادیان فشار نسبت به حالت بدون نشتی تغییر کرده است یا نه. این روش دو اشکال دارد، یکی این که با این روش موقعیت نشتی تشخیص داده نمی‌شود. دیگر این که اگر شدت جریان‌ها تغییر کند موازنه برای تشخیص نشتی بسیار مشکل می‌شود. یکی از روش‌های چک کردن وجود نشتی در خطوط لوله، موازنه‌ی حجمی خطوط لوله است. این روش به خصوص برای خطوط لوله‌ی

مایعاتی که تقریباً تراکم ناپذیرند، مناسب است. در این روش تغییرات موجود در خطوط لوله از روی اختلاف بین جریان ورودی و خروجی محاسبه می شود و از روی این اختلاف، نشتی های کوچک تشخیص داده می شود. یکی دیگر از سیستم های نشت یابی، نشت یابی صوتی است. جریان سیالات می تواند ارتعاشاتی با فرکانس هایی در محدوده ی مافوق صوت تولید کند که به وسیله ی مبدل هایی خاص قابل تشخیص هستند. این مبدل ها قابل حمل بوده و می توانند توسط ماموران خط حمل و به هر نقطه ی دلخواهی برده شوند.

روش دیگر نصب سنسورهای پیزو الکتریک است. این سنسورها وقتی تحت تاثیر تنش قرار می گیرند، یک خروجی را صادر می کنند. بنابراین زمانی که در سیستم خط لوله یک نشتی اتفاق می افتد، به سرعت در خط لوله افت فشار خواهیم داشت. امواج ناشی از این افت فشار با سرعت صوت در هر دو جهت حرکت می کنند. در نتیجه سنسورهای نصب شده، این امواج را دریافت کرده و مکان نشتی را از روی شرایط خط و زمان اندازه گیری شده توسط ابزارها، تشخیص می دهند. این روش به خصوص در زمانی که مقدار نشت زیاد است، بسیار موثر می باشد.

۴-۲- سیستم های حساس بیرونی

این سیستم ها مشخص کننده ی نشتی در خارج خط لوله هستند. این سیستم ها دارای سنسورهای حساس به بخار و مایع هستند. زمانی که ماده از داخل خط لوله به خارج نشت می کند این سیستم ها به راحتی این مساله را تشخیص می دهند. دو نمونه از این سیستم ها عبارتند از:

۱- سیستم نمایش بخار: در این روش گازهای اطراف سیستم لوله کشی، آنالیز می شوند و اگر با مقدار طبیعی اختلاف داشته باشند، اعلام نشتی می شود.

۲- سیستم کابلی: سیستم کابلی شامل کابل نوری یا الکترونیکی پیوسته ای از جنس مواد هیدروکربنی است. این کابل ها در مسیر لوله کشی قرار می گیرند و به یک کنترلر و تابلوی زنگ خطر وصل می شوند. وقتی که مواد نشت کرده باین کابل تماس حاصل کنند، خواصی از کابل مثل مقاومت الکتریکی و... تغییر می کند و در نتیجه نشتی اعلام میشود. اشکال اساسی این روش این است که کابل ها یک بار مصرفند و قابل احیا نمی باشند. از طرفی سیستم های حساس بیرونی به علت تکنولوژی جدید و گرانی و همچنین تجارب کم در استفاده از آن ها، دارای کاربرد کمی هستند.

لوله کشی دو جداره: این روش اخیراً مورد استفاده قرار گرفته است. لوله کشی دو جداره شامل دو لوله ی تو در تو است. فضای میانی دو لوله برای نمایش نشتی استفاده می شود. جنس لوله های مورد استفاده در این روش فایبر گلاس است. این سیستم، سیستم شکننده ای است و در مواقع نصب به توجه ویژه ای نیاز دارد. لوله ی داخلی معمولاً

تحت فشاری معادل ۱/۵ برابر فشار عملیاتی سیستم، تست می شود. تست لوله ی خارجی معمولاً تحت فشار ۳۰ کیلو پاسکال انجام می گیرد. نصب لوله های دو جداره معمولاً ۲ تا ۳ برابر لوله های معمولی هزینه دارد. حفاظت در برابر خطرات مکانیکی توسط خط لوله ی بیرونی انجام می شود. در فشار بین دو لوله نیتروژن تحت فشار زیاد تزریق می شود. این فشار باید از فشار عملیاتی داخل لوله بزرگ تر باشد. یک سنسور در فضای بین دو لوله و در هر انتهای خط لوله نصب می شود. این سنسور به فشار کم حساس است. این سنسور فشاری، روی فشاری تنظیم می شود که از فشار عملیاتی جریان بزرگ تر و از فشار فضای بین دو لوله کم تر باشد. حال اگر خط لوله ی داخلی نشستی داشته باشد، نیتروژن از فضای ما بین دو لوله به داخل لوله ی داخل نفوذ می کند، لذا فشار بین دو لوله کم شده و سنسور حساس به فشار کم، فعال می شود. اگر یک نشستی در نتیجه ی خرابی مکانیکی در لوله ی بیرونی به وجود آید گاز بیخطر نیتروژن به محیط نفوذ میکند. به هر حال تحت هر شرایطی که فشار فضای بین دو لوله کاهش یابد شیرهای قطع جریان واقع در سر چاه ها جریان را قطع می کنند. جز روش های فوق روش های دیگری نیز برای نشت یابی در خطوط لوله وجود دارند بعضی از این روش ها برای نشت یابی در مخازن نیز استفاده میشوند. این روش ها عبارتند از:

۱- آزمایش استحکام: این آزمایش جزء روشهای غیرپیوسته است. و در صورتی که بخواهیم از آن استفاده کنیم باید این کار حداقل به طور سالیانه انجام شود.

۲- روش SIR: تناوب استفاده از این روش بستگی به توانایی آن در نشت یابی دارد. اگر توانایی آن بیشتر از ۰/۲ گالن در ساعت نباشد، این روش باید به طور ماهیانه انجام شود. اما اگر توانایی این روش به اندازه ۰/۱ گالن در ساعت باشد می توان این روش را به طور سالیانه به کار برد.

۳- روش مونیتورینگ فضای ما بین: استفاده از این روش باید به طور ماهیانه صورت پذیرد. این روش باید قادر باشد ۰/۱ گالن در ساعت نشت یابی کند. اما بعضی از سیستم ها قابلیت مونیتورینگ پیوسته رانیز دارند.

۴- روش مونیتورینگ بخار: این روش نیز باید به طور ماهیانه انجام شود. در ضمن بعضی از این سیستم ها قابلیت مونیتورینگ پیوسته رانیز دارند.

۵- روش مونیتورینگ آب زیرزمینی: این روش نیز باید به طور ماهیانه انجام شود. در ضمن بعضی از سیستمها قابلیت مونیتورینگ پیوسته را نیز دارند.

با توجه به گستردگی و شرایط خاص جغرافیایی منطقه ای که بخش اعظم تاسیسات نفت و گاز کشور در آن قرار دارد، مسئله خوردگی در صنعت نفت ایران از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. اعمال درست و دقیق مدیریت خوردگی و استفاده از تکنولوژی های جدید در این حوزه می تواند از بروز سالانه میلیون ها دلار خسارت به این

مراکز جلوگیری کند. اهمیت مسئله خوردگی در صنعت نفت جنبه دیگری نیز دارد؛ تاسیسات نفتی، گازی و پتروشیمیایی کشور در حال توسعه است و لحاظ قواعد مدیریت خوردگی در طراحی و ساخت کارخانجات و تجهیزات مورد استفاده می‌تواند از بروز خسارات هنگفتی در آینده جلوگیری کند. با وجود اهمیت این مسئله، به نظر می‌رسد قواعد و قوانین مدیریت خوردگی و استفاده از تکنولوژی‌های روز جهت افزایش مقاومت در برابر خوردگی هنوز جای خود را در فعالیت‌های اجرایی به شایستگی باز نکرده است و مورد اهتمام جدی قرار نمی‌گیرد. بررسی ابعاد این موضوع و اهمیت آن یکی از اقدامات اساسی برای گشودن جایگاه شایسته این پدیده در برنامه‌ریزی فعالیت‌های اجرایی است. شناخت اهمیت این مسئله و استراتژی‌های توسعه‌یافته در این زمینه، می‌تواند سرفصلی برای حرکت در مسیر رشد تکنولوژی و دانش مدیریت خوردگی باشد.

منابع

- [۱]. C. Dewaard, D.E. Milliams, Corrosion ۳۱, ۱۹۷۵, p.۱۷۷
- [۲]. J.I. Bregman, "Corrosion Inhibitors", Mac Millan Company, New York, ۱۹۶۳
- [۳]. L.K. Gatzke, R.H. Hausler, "Advances in CO_۲ Corrosion", NACE Pub, Houston, ۱۹۸۴, Vol.۱, p.۸۷
- [۴]. J. Crolet , M.R. Bonis, "Optimized Procedure for Corrosion Testing Under CO_۲ and H_۲S Gas Pressure", CORROSION /۸۹, paper No.۱۷, NACE Pub, Houston , ۱۹۸۹
- [۵]. V.S. Sastri, "Corrosion Inhibitors Principles and Application", Wiley Pub, New York.
- [۶]. ASTM G۱۷۰-۰۱
- [۷]. E. Eriksrud, T. Sonlvedt, "Advances in CO_۲ Corrosion", NACE pub, Houston, ۱۹۸۴, Vol.۱, p.۲۴
- [۸]. T.C. Chevro, M. Bonis, "Use of pH Stablization of Corrosion Control of Long Multiphase Pipelines", TOTAL FINA ELF, second congress of corrosion in oil Industries , Iran , Oil Industry University
- [۹]. ASM Handbook v.۱۳, ۱۹۸۵

[10] W.G. Knox, M. Hess, G.E. Jones and H.B. Smith, "The Clathrate Process", Chem. Eng. Prog, 57, (1961), pp. 71-66

[11] Rice, W., "Hydrogen Production from Methane Hydrate with Sequestering of Carbon Dioxide", International Journal of Hydrogen Energy, 31, 2006.