

# بازرسی فنی و میدانی سامانه های پایش خوردگی در تاسیسات نفت و گاز

غلام عوادی

دکتر منصور فرزام

مقدمه

پس از شناخت پدیده خوردگی و نوع آن و احتمال وقوع آن در یک سیستم، بی شک مهمترین موضوع مطالعه، بررسی و تعیین سرعت، میزان یا نرخ خوردگی است. بدین معنا که خوردگی با چه سرعتی پیش می رود. این مهم از همان آغاز مطالعه خوردگی مدنظر قرار گرفته و از هر تئوری و تکنولوژی ممکن برای ارزیابی و محاسبه آن استفاده شده است ولی به دلیل پیچیدگی مکانیزمهای خوردگی و متاثر بودن خوردگی از عوامل عدیده از قبیل شرایط محیطی، خواص ماده، نوع عملیات، نقش نیروهای انسانی و مدیریت، هنوز هم به نتیجه هایی نرسیده است و جای کار و مطالعه دارد، زیرا علیرغم تلاشهای زیاد، آنچه به عنوان سرعت خوردگی در بعضی از سیستمها اندازه گیری می شود گاهی با واقعیت سیستم مطابقت نداشته و به همین دلیل دقیقاً نمی توان عمر قطعات را محاسبه کرد و همچنان شاهد مسائل و مشکلات مرتبط با این مهم از جمله نشتی، ترکیدگی، انفجار، آتش سوزی، مرگ و میر و از دست دادن سرمایه های عظیم انسانی و مالی هستیم.

پر واضح است که اگر آنچه به عنوان میزان خوردگی اندازه گیری می شود، صد در صد عین واقعیت باشد می توان از هر گونه مشکلی از طریق راههای پیشگیری و یا حداقل تعویض و جایگزینی قطعات معیوب جلوگیری نمود. ناگفته نماند تلاشهای ارزنده ای که در این زمینه صورت پذیرفته، به علاوه تجارب کارشناسان و متخصصان و توان آنها از تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از اندازه گیری (پایش) خوردگی تا حد زیادی نتیجه بخش بوده و از وقوع حوادث بسیار تلخ جلوگیری به عمل آورده و عمر مفید بسیاری از تاسیسات را به حد مطلوب افزایش داده است ولی همچنان جای کار و تلاش و مطالعه باقی است و به نظر می رسد این رشته از علم را مانند سایر علوم تاکنون پایانی نبوده است.

تاسیسات نفت و گاز نیز به عنوان یکی از عظیم ترین تاسیسات جهان و خصوصاً کشور همواره یک سرمایه قابل توجه و آستین حوادث بوده و یکی از دلایل این حوادث پدیده خوردگی است.

در این مقاله سامانه های پایش خوردگی در تاسیسات نفت و گاز مناطق نفتخیز مورد بررسی قرار می گیرد. آنچه در پیش رو خواهید داشت ابتدا اهداف پایش خوردگی و سپس روشهای اندازه گیری خوردگی، اندازه گیریها و گردآوری اطلاعات عملی در چند کارخانه و خط لوله نفت و گاز و در نهایت بحث و نتیجه گیری خواهد بود.

## پایش خوردگی

### (CORROSION MONITORING) چیست؟

پایش خوردگی را می توان «اندازه گیری منظم و پیش بینی میزان خوردگی ساختار با استفاده از اثرات خوردگی روی وسایل و دستگاههای اندازه گیری، یا اثرات و صدمات وارده به ساختار و یا تغییرات خواص الکترولیت به روشهای مستقیم یا غیرمستقیم، تعریف کرد. اثرات خوردگی روی وسایل و دستگاههای اندازه گیری مانند استفاده از تغییرات مقاومت الکتریکی، تغییر وزن و یا تغییر مقاومت پلاریزاسیون، اثرات و صدمات وارده به دستگاهها مانند بازرسی عینی، اندازه گیری ضخامت و تغییرات خواص الکترولیت، مانند اندازه گیری میزان آهن است. در یک برنامه پایش خوردگی سعی می شود موارد زیر مدنظر قرار گیرند:

- میزان پیش بینی شده حتی الامکان به میزان واقعی نزدیک

باشد که دسترسی به این مهم مستلزم مطالعه دقیق سیستم و شناخت کامل از فعل و انفعالات شیمیایی، الکتروشیمیایی و فرآیندی آن خواهد بود.

- عوامل ایجاد خطا حتی المقدور حذف شده و یا کاهش داده شوند. که بدیهی است قبل از هر چیز در این مورد شناخت عوامل خطا، نحوه و میزان تاثیر آنها و ملحوظ نمودن آنها در روند آزمایش و نتایج حاصله حائز اهمیت خواهد بود.

- روش، ساده قابل تکرار و قابل کاربرد در تمام محلهای فرآیند باشد. به این ترتیب به سادگی امکان حصول اطمینان از صحت نتایج به دست آمده میسر بوده و از تنوع و پیچیدگی روشها جلوگیری به عمل آمده و امکان مقایسه با توجه به تغییرات فرآیندی عملی خواهد بود.

- زمان لازم برای رسیدن به نتیجه کمتر باشد. از آنجا که انجام هر آزمایش برای رسیدن به نتیجه ای و به دست آوردن

هر نتیجه ای برای استفاده از آن در جهت بهبود وضعیت خواهد بود، لذا کاهش زمان مانند هر پدیده دیگری در اینجا نیز جایگاه ویژه خود را خواهد داشت.

نیاز به بسته شدن سیستم و خارج کردن تمام کارخانه یا بخشی از آن از مدار عملیات و تولید نباشد. بدون شک تمام مطالعات و تحقیقات برای تولید بیشتر با هزینه کمتر خواهد بود، لذا همواره توجه به افزایش تولید و جلوگیری از کاهش آن به عنوان یک اصل مدنظر است به علاوه اینکه بستن و راه اندازی مجدد کارخانه ها مستلزم هزینه و صدمات مربوط به خود خواهد بود که بحث آن در این مقوله نمی گنجد.

به نظر می رسد که بعضی از موارد فوق به موازات هم قابل دسترسی نیستند، بنابراین رعایت آنها به صورت بهینه مدنظر خواهد بود.

### اهداف پایش خوردگی

- \* تعیین بهترین جنس برای کاربرد مورد نظر
- \* تخمین عمر عملیاتی ساختارها و قطعات
- \* ارزیابی آلیاژها و فرایندهای جدید
- \* ساخت، ارزیابی و توسعه آلیاژهای مقاوم در برابر خوردگی

- \* مقایسه آلیاژها با مشخصات فنی ( کنترل کیفیت )
- \* ارزیابی تغییرات مختلف محیطی
- \* ارزیابی و تعیین اقتصادی ترین روش برای کاهش خوردگی

- \* مطالعه مکانیزم خوردگی
- \* اطمینان از ضریب ایمنی تاسیسات و کارخانجات

### محیطهای خوردنده در تاسیسات نفت و گاز

ترکیبات هیدروکربنی که سیالات نفت و گاز را تشکیل می دهند به خودی خود خوردنده نیستند بلکه وجود عناصر و ترکیباتی از قبیل سولفید هیدروژن، دی اکسید کربن، اکسیژن و کلر در مجاورت آب و نیز شرایط خاص فرآورشی از جمله رکود سیال و تجمع رسوبات یا سرعت زیاد باعث خوردگی در این گونه تاسیسات می گردند، لذا هر جا که مقادیر بسیار کم از این عوامل خوردنده و یا شرایط خاص فرآورشی یاد شده وجود داشته باشد، احتمال وقوع خوردگی وجود داشته و بایستی در جهت پایش و جلوگیری از خوردگی اقدام گردد.

### روشهای اندازه گیری خوردگی

- \* کاهش وزن ( کوپن گذاری )
- \* استفاده از تغییر مقاومت الکتریکی
- \* استفاده از مقاومت پلاریزاسیون خطی
- \* استفاده از پروب هیدروژنی
- \* ضخامت سنجی
- \* تجزیه شیمیایی
- \* بازرسی عینی
- \* نويز الکتروشیمیایی
- \* اندازه گیری پتانسیل خوردگی
- \* اندازه گیری مقاومت جریان متناوب
- \* سوراخهای اخطار دهنده

### \* حلقه های کنار گذر

#### \* راهکار ترکیبی

روشهای مورد استفاده در مناطق نفتخیز

با توجه به قدمت مناطق نفتخیز جنوب و عملکرد سازمانهای مرتبط با پدیده خوردگی و وجود کارشناسان صاحب نظر در این زمینه بسیاری از روشهای یاد شده در تاسیسات و خطوط لوله تحت پوشش، به کار گرفته شده اند که به شرح زیر است:

#### \* کاهش وزن ( کوپن گذاری )

#### \* تغییر مقاومت الکتریکی

#### \* مقاومت پلاریزاسیون خطی

#### \* پروبهای هیدروژنی

#### \* ضخامت سنجی

#### \* بازرسی عینی

#### \* تجزیه شیمیایی

#### \* راهکار ترکیبی

از میان روشهای فوق، کوپن گذاری، پروبهای مقاومتی و پروبهای پلاریزاسیون به عنوان پایش کمی و سایر روشها به عنوان پایش کیفی مورد استفاده قرار می گیرند. که در این مقاله روشهای عملی و ممکن در نقاط مختلف از خطوط لوله و تاسیسات نفت و گاز به کار گرفته شده و نتایج مورد تجزیه و تحلیل واقع شده است.

### آزمایشها و کارهای عملی

به منظور انجام آزمایشها در شرایط واقعی و عملیاتی، با توجه به امکانات موجود، نه نقطه از خطوط لوله و تاسیسات نفت و گاز گچساران شامل خطوط لوله چاههای شماره ۱، ۲، ۳ و ۴ و مخزن بهره برداری نفت کارخانه نرگسی، خط لوله انتقال گاز بی بی حکیمه ۱ در محلهای توپک ران و توپک گیر،

خط لوله انتقال گاز بی بی حکیمه ۲ در محل توپک ران و خط لوله انتقال گاز بی بی حکیمه ۱ و ۲ در محل توپک گیر انتخاب و آزمایش های لازم بر آنها به روشهای فوق الذکر انجام شد که با توجه به حجم بالای اطلاعات به دست آمده، فقط خلاصه نتایج در جداول پیوست ( ۱-۶ و ۲-۶ ) ارائه شده است.

### نتیجه گیری

الف) در سیستمهایی که عوامل خوردنده از قبیل سولفید هیدروژن، دی اکسید کربن، اکسیژن و کلر در مجاورت آب وجود داشته و یا شرایط خاص فرآورشی حاکم باشد بایستی نسبت به اندازه گیری میزان خوردگی اقدام نمود.

ب) با توجه به نتیجه گیریهایی که بعد از کار عملی با هر روش حاصل شده، روش نمونه گذاری ( کوپن گذاری ) و روش تغییر مقاومت الکتریکی در کنار هم جهت اندازه گیری کمی میزان خوردگی و روشهای تجزیه شیمیایی، بازرسی عینی، ضخامت سنجی و سایر آزمایش های غیر مخرب که برای بازرسی های خاص استفاده می شوند، برای بررسیهای کیفی خوردگی در تاسیسات نفت و گاز پیشنهاد می گردند. روشهای مقاومت پلاریزاسیون خطی و پروبهای هیدروژنی



منابع و مراجع

ASM HANDBOOK VOL. 13&18  
CORROSION ENGINEERING ( MARS G.FONTANA)  
PRINCIPLES AND PREVENTION OF CORROSION (DENNY A.JONES)  
CAPRSCO CORROSION MONITORING AND CONTROL SYSTEM  
ROHRBACK COSASCO SYSTEM  
THE ELECTROCHEMISTRY OF CORROSION ( D.L PON )

مهندسی خوردگی و حفاظت از فلزات دکتر منصور فرزاد  
خوردگی و روشهای کنترل آن مهندس رحیم زمانیان  
مجموعه مقالات سومین کنگره ملی خوردگی انجمن خوردگی ایران  
سایت‌های مختلف اینترنتی

به ترتیب به دلیل نیاز به محیط هادی و نیاز به فرضیات زیاد، برای تاسیسات نفت و گاز پیشنهاد نمی گردند. در صورت به کارگیری آنها روی اطلاعات به دست آمده نمی توان حساب کرد و در خصوص میزان خوردگی سیستم تصمیم گیری نمود. علاوه بر بحث فوق که بر اساس تجزیه و تحلیل نتایج اندازه گیریهای به عمل آمده و تئوری روشها استوار است، اطلاعات حاصل از نتایج اندازه گیریها در جدول ۱-۶ به صورت مقایسه ای و در جدول ۲-۶ به صورت درصد اختلاف نتایج حاصل از روشهای مختلف در هر نقطه نمایش داده شده اند و در انتهای جدول ۲-۶ میانگین درصد اختلاف روشهای مختلف جمع بندی شده است، که این جداول و اطلاعات درج شده نیز نشان می دهند که روشهای نمونه گذاری و تغییر مقاومت الکتریکی بیش از سایر روشها همدیگر را تایید می نمایند و نتایج منطقی تر ارائه می نمایند که در یک نگاه نتایج حاصل از روشهای فوق با ۳۰٪ اختلاف، کمترین اختلاف را دارا هستند.

جدول ۱-۶ میانگین میزان خوردگی با استفاده از روشهای مختلف در نقاط آزمایش

محل	روش	کاهش وزن	تغییر مقاومت الکتریکی	مقاومت پلاریزاسیون خطی	ضخامت سنجی
۱	خط لوله نفت چاه شماره ۱ نرگسی	۰/۱۸۵۸	۰/۶۶۹۷	۰/۵۵	۴۵/۲۱۳۲
۲	خط لوله نفت چاه شماره ۲ نرگسی	۱/۲۸۶۶	۱/۲۶۶	۱۰/۱۶۶۷	۴۸/۵۵
۳	خط لوله نفت چاه شماره ۳ نرگسی	۰/۹۱۷۲	۰/۸۷۳۲	۱۹/۷	۵۵/۰۲۳۲
۴	خط لوله نفت چاه شماره ۴ نرگسی	۰/۶۹۳۵	۰/۷۱۰۴	۰	۲۲/۶۵۶۷
۵	مخزن بهره برداری نفت نرگسی	۰/۷۵۲۶	۰/۲۴۸۹	۰	۳۸/۸۴
۶	خط لوله گاز خروجی LPCS-BH1 در محل توپکران	۴/۰۱۹۳	۴/۷۶۰۱	۳۰/۸۲۳۲	۸۳/۰۵
۷	خط لوله گاز خروجی LPCS-BH1 در محل توپک گیر	۸/۷۶۲۱	۱/۹۲۳۱	-	۹/۸۴
۸	خط لوله انتقال گاز LPCS-BH2 در محل توپک ران	۵/۵۵۸۸	۵/۵۴۰۱	۵	۱۴/۷۶
۹	خط لوله انتقال گاز LPCS-BH2 در محل توپک گیر	۳۹/۲۸۸۹	۵۳/۱۱۳۲	۳/۹۸۲۳	۴۰/۱۹۵

جدول ۲-۸ درصد اختلاف روشها

محل	روشها	کاهش وزن و مقاومت الکتریکی پلاریزاسیون	کاهش وزن و ضخامت سنجی	مقاومت الکتریکی و ضخامت سنجی پلاریزاسیون	مقاومت الکتریکی و ضخامت سنجی پلاریزاسیون	مقاومت و ضخامت سنجی پلاریزاسیون
خط لوله نفت چاه شماره ۱ نرگسی	۷۲	۶۶	۹۹	۱۷/۸	۹۸	۹۹
خط لوله نفت چاه شماره ۲ نرگسی	۵/۸	۸۷	۹۷	۸۶	۹۷	۷۹
خط لوله نفت چاه شماره ۳ نرگسی	۴/۷	۹۵	۹۸	۹۶	۹۸	۶۴
خط لوله نفت چاه شماره ۴ نرگسی	۲/۲	۱۰۰	۹۷	۱۰۰	۹۷	۱۰۰
مخزن بهره برداری نفت نرگسی	۷۰	۱۰۰	۹۸	۱۰۰	۹۹	۱۰۰
خط لوله گاز خروجی LPCS-BH1 در محل توپکران	۱۵/۶	۸۷	۹۵	۸۴	۹۴	۶۳
خط لوله گاز خروجی LPCS-BH1 در محل توپک گیر	۷۸	-	۱۲	-	۸۰	-
خط لوله گاز خروجی LPCS-BH2 در محل توپک ران	۰/۳	۱۰	۶۲	۸۹	۹۶	۶۶
خط لوله گاز خروجی LPCS-BH2 در محل توپک گیر	۲۶	۹۰	۳/۲	۹۲	۲۴	۹۰
میانگین	۳۰	۷۹	۷۳	۸۳	۸۷	۸۳