

مدیریت جلوگیری از خوردگی ورق کف مخازن فولادی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۸

کد مقاله: ۱۷۱۷۱

کرمعلی عظیم زاده*

چکیده

زمینه و هدف: در اکثر پروژه های نفت و گاز بدلیل وجود وقفه زمانی بین مراحل ساخت تا راه اندازی و پیش راه اندازی که ناشی از موارد مختلف از جمله: ضعف در اجرا، کمبود متریکال و تحریم ها می باشد ورق مخازن فولادی دچار خوردگی می شوند و البته می بایستی به این نکته توجه داشت که خوردگی مواد فلزی امری است که منتظر تکمیل مخزن فولادی نماند و به مرور و با شروع عملیات نصب ورق های فولادی خوردگی در قطعات فولادی آغاز و منجر به کاهش عمر بهره برداری و حتی غیر قابل استفاده شده مخازن فولادی که دچار خوردگی حاد شده اند خواهد گردید این موضوع مهم با در نظر گرفتن نکاتی بسیار ساده و پیش بینی تمهیداتی توسط مدیران ساخت و مدیران پروژه در زمان ساخت به راحتی قابل پیشگیری می باشد که در این مقاله به این موضوع پرداخته شده است. ذکر این نکته خالی از لطف نمی باشد که در پروژه های در حال ساخت در صورتی که به مرحله راه اندازی رسیده باشند پیمانکاران اجرایی کار خود را به اتمام رسانده اند و در صورت بروز مشکلاتی از جمله خوردگی در مخازن نفت و گاز نیازمند برگزاری سیکل طولانی مناقصات و در اختیار گرفتن پیمانکار مجری و در ادامه تعمیر و برطرف نمودن قسمت های که دچار خوردگی حاد شده اند خواهد شد که باعث بروز تاخیرات در اتمام پروژه و همچنین تاخیر شروع عملیات بهره برداری از مخازن فولادی خواهد گردد. در این مقاله به بررسی دلایل خوردگی ورق کف یک مخزن فولادی با سقف متحرک، زمان بر شدن پروژه پرداخته شده است که در پی آن ورق های فولادی کف مخزن دچار خوردگی حاد شده اند و همچنین بررسی راهکارهای مدیریتی و تدابیر پیشگراانه جهت جلوگیری از بروز خوردگی در کف مخازن فولادی خواهد گردید پرداخته شده است.

روش بررسی: جهت دستیابی به اهداف تحقیق ما با استفاده از بازرسی های مکرر به بررسی وضعیت مخازن پرداخته و به تحلیل فرضیات مورد نظر دامن زدیم. این تحقیق کاربردی و از لحاظ رویکرد ماهیت ((توصیفی-تحلیلی)) دارد. یافته ها: پس از بررسی تعدادی از فرضیه ها، فرضیه های عدم وجود خرابکاری، نقشه ها، شرایط محیطی و زمان اجرای مخزن فولادی، بررسی فعال بودن یا نبودن سیستم حفاظت کاتدی مخزن، مشخص گردید که عدم فعال بودن سیستم حفاظت کاتدی تاثیر بسزایی در حفاظت مخزن فولادی در برابر خوردگی دارد. نتایج به دست آمده از تحلیل نتایج آزمایشگاه و فرضیه ها نشان داد بدلیل عدم توجه به راه اندازی سیستم حفاظت کاتدی مخزن در زمان ساخت و همچنین فعالیت باکتری به نام SRB ورق کف مخزن دچار خوردگی حاد شده است که نیازمند تعویض ورق کف مخزن می باشد.

واژگان کلیدی: مخازن فولادی، ورق های فولادی، خوردگی، باکتری SRB، حفاظت کاتدیک، ماسه بادی

۱- کارشناس ارشد مهندسی عمران، مدیریت ساخت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سیرجان، ایران.

karamaliazimzadeh@gmail.com

۱- مقدمه

در صنایع نفت و گاز تعمیر مخازن امری اجتناب ناپذیر است و حتی در پتروشیمی ها و پالایشگاه ها بصورت دوره ای این عملیات انجام می گردد. پس در جهت مدون نمودن راه حل های متناسب برای این سازه ها، ابتدا می بایست با انواع مخازن آشنا شویم و یک اطلاعات کلی راجع به این سازه ها داشته باشیم و با بررسی جزئیات و نحوه عملکرد یک مخزن (مخازن با سقف شناور بدون سقف ثابت) و دلایل از رده خارج کردن و تمهیداتی که باید در زمان از سرویس خارج نمودن مخزن مورد توجه قرار گیرند پرداخت و با شناسائی محل های آسیب دیده و علل آسیب با ارائه راه حل مناسب نسبت به تعمیر و اصلاح عیوب مخزن اقدام نمود. در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، مواد ارزشمند، مانند بنزین یا گاز مایع، طی فرآیندهای مختلفی از مواد شیمیایی خام، مانند نفت خام جدا می شود و یا از آنها بوجود می آید. چند راه برای انتقال مواد خام از منابع تامین کننده به واحد فرآیندی وجود دارد که بر حسب مورد و شرایط، از یکی از آنها مانند خطوط انتقال و یا تانکر استفاده می گردد. همچنین محصولات تولیدی نیز به روشهای مختلف به بازار داخلی و یا خارجی عرضه می شود. به دلایل زیادی از جمله یکسان کردن کیفیت محصول، اندازه گیری حجم محصول جهت فروش، امکان بارگیری و انتقال به تانکر و یا کشتی در حداقل زمان ممکن و ... سبب می شود تا مواد محصول را بعد از تولید، در مخازن یا تانک های مناسب ذخیره شوند. البته در این مقاله سعی داریم تا با بررسی دلایل آسیب مخازن قبل از رسیدن به مراحل بهره برداری پرداخته و با جلوگیری از خوردگی ورق کف مخازن، که می تواند دلایل مختلفی داشته باشد با ارائه راهکارهای قابل انجام و بهینه و با کمترین هزینه، هم از کاهش عمر مخازن جلوگیری بعمل آورده و هم اینکه از بروز مشکلات در زمان بهره برداری جلوگیری بعمل آید. همچنین با ارائه راهکارهای مدیریتی در زمان ساخت مخزن از بروز چنین مشکلاتی جلوگیری گردد. ضمناً بدلیل اینکه از نتایج این مقاله می تواند در تصمیمات نهایی مدیران استفاده نمود این مقاله جزء مقالات کاربردی و از لحاظ ماهیت بدلیل استفاده از نتایج آزمایشگاهی و تحلیل رایانه ای استفاده شده است و با توصیف وضعیت مخزن فولادی به تشریح مشکلات پرداخته شده است جز مقالات از نوع (تحلیل - توصیفی) قرار دارد.

۲- بیان مساله

یکی از عمده ترین عوامل موثر بر کارکرد مخازن فولادی در طول عمر مفید ۲۰ تا ۴۰ سال مخزن پدیده خوردگی می باشد که در اجزای مختلف مخزن می تواند بوجود آید. این پدیده در قسمت تحتانی مخازن فولادی به دلیل تجمع رسوبات نفتی و در قسمت های بالایی بدلیل در تماس بودن با سیال تبخیر شونده بصورت تشدید شده و با خوردگی بیشتری رخ می دهد مزیدی، دهقان منشادی، امیری. (۱۳۹۶) که در صورت ایجاد نشتی در مخزن که حداقل آن بروز پدیده نشست مخزن، مشکلات زیست محیطی، ایجاد آتش سوزی، توقف و از سرویس خارج شدن مخزن فولادی و نهایتاً توقف تولید، حوادث جانی و مالی فراوان خواهد بود که اکثر این موارد در زمان بهره برداری پیش خواهد آمد اما در این مقاله بطور مشخص، به مخازن فولادی که زمان ساخت آنها به دلایل مختلف دچار توقف شده و زمان راه اندازی، پیش راه اندازی و بهره برداری آنها با تاخیر انجام شده مد نظر می باشد و در این زمان در صورت پیش بینی و تمهیدات لازم در خصوص راه اندازی سیستم حفاظت کاتدی موقت می بایست برق رسانی و فعال نگه داشته شود تا از بروز خسارت و خوردگی قطعات و ورق های مخازن فولادی جلوگیری بعمل آورد. البته ذکر این نکته که در زمان طراحی هر مخزن فولادی ضخامت ورق ها را بعد از طراحی به میزان مشخص و مجازی افزایش داده تا اثر خوردگی در زمان ساخت را پوشش داده شود دلیلی بر عدم توجه به راه اندازی سیستم حفاظت کاتدی مخزن نمی باشد و در هر صورت به هر نحوه می بایست با به حداقل رساندن زمان ساخت و راه اندازی سیستم حفاظت کاتدی موقت از خوردگی کف و بدنه مخازن فولادی جلوگیری بعمل آورد که نیازمند لحاظ نمودن و پیش بینی این مورد توسط مدیران ساخت در این حوزه می باشد. از دیگر مواردی که ورق کف مخزن فولادی می تواند دچار خوردگی شدید نماید به مصالح مصرفی که در کف مخزن استفاده می شود می تواند اشاره نمود که در مخازن مورد بررسی در این مقاله فونداسیون از نوع بتنی و بصورت رینگ دایره ای اجرا و پس از نصب شبکه های آند و کاتد (شکل شماره ۴) با استفاده از یک لایه ماسه بادی خشک به ضخامت ۲۰ سانتیمتر در زیر ورق کف مخزن ساخته شده است (شکل شماره ۳) که می بایست از مصالح با دانه بندی مناسب و از نوع شسته شده با آب شیرین معروف به (CLEAN SAND) که عاری از مواد آلی و یون کلرید می باشد استفاد گردید.

۳- اهمیت و ضرورت تحقیق

با توجه به وسعت و موقعیت جغرافیایی کشور عزیزمان ایران و وجود ذخایر نفت و گاز عظیمی که در کشور وجود دارد و همچنین مدفون بودن و یا در تماس با خاک بودن مخازن، خطوط لوله، تاسیسات نفت و گاز و وابستگی ساختاری اقتصادی کشورمان به این حوزه ضرورت حفاظت و نگهداری از این تاسیسات، مخازن و مواردی از این دست بدلیل مختلف دارای اهمیت و

ویژگی‌های می باشد و از این منظر دارای جایگاه خاصی می باشد. باقر زاده خلخالی و رجایی. (۱۳۹۷)، لذا طبیعی است در این حوزه سعی و تلاش فراوانی در خصوص تهیه مخازن و تاسیسات رو به افزایش بوده و در کنار ساخت این نوع تاسیسات و مخازن شیوه نامه ها و دستورالعمل های جهت حفظ و نگهداری مخازن تهیه گردد و با ارائه راهکارهای جهت افزایش طول عمر مخازن فولادی، کاهش هزینه های ناشی از تعمیرات مخازن فولادی و سودآوری بیشتر حاصل از در آمد این ساختار در کشور خواهد بود. همچنین در کنار وابستگی های اقتصادی، اهمیت و ضرورت های زیست محیطی خوردگی مخازن فولادی و آلودگی ناشی از آن که می تواند منجر به خسارات مالی و جانی جبران ناپذیر فراوان گردد که ضرورت تحقیق در این حوزه را نشان می دهد. همچنین براساس نشریه ۳۱۱ سازمان برنامه و بودجه ترجمه BS 7361 بند 5-1 اشاره شده است که به موارد اجباری در نظر گرفتن حفاظت کاتدی اشاره شده در صورتی که پیامدهای حاصل از سوراخ شدن لوله، مخازن و تجهیزات در اثر خوردگی مهم باشد) مانند نشت مواد سمی و یا قابل اشتعال یا قطع بهره برداری از تاسیسات بزرگ یا سوراخ شدن کشتی ها) در این صورت اعمال حفاظت کاتدی با توجه به اهمیت طرح و بدون توجه به ملاحظات اقتصادی اجباری می باشد. متأسفانه بدلیل مشکلات اجرایی و عوامل ناخواسته که در زمان ساخت مخازن فولادی بر پروژه تحمیل می شود کنترل اینگونه موارد بسیار مشکل و نهایتاً در اکثر مواقع منجر به توقف فعالیت اجرایی می گردد. در این مقاله سعی شده است ضمن پرداختن به مواردی و نکاتی که می تواند در شرایط ناخواسته موجب خوردگی ورق کف مخازن فولادی می شوند ضمن ارائه راهکار مدون از بروز خسارات جلوگیری و با حداقل هزینه از مخزن در حال ساخت در برابر عوامل خورنده محافظت نمود و از این طریق با راهکارهای مدیریتی و عملیاتی، پس از آغاز مجدد فعالیت اجرایی بعد از توقف پروژه توسط پیمانکار اجرایی ساخت مخزن فعالیت اجرایی را آغاز و روند تحویل مخازن فولادی تا زمان راه اندازی مخزن بدون ایجاد خوردگی حاد در ورق های کف مخازن فولادی، روند راه اندازی تا مراحل بهره برداری مخزن به کمترین هزینه ها مخزن به بهره برداری رسیده و آغاز روند سودآوری برای کشور را در پی خواهد داشت. همچنین می تواند گفت خوردگی موضوعی مهمی است که بیشترین تحقیقات در این حوضه می باشد و روش های مختلفی برای جلوگیری از خوردگی وجود دارد که یکی از آن موارد استفاده از سیستم حفاظت کاتدی و آند فدا شونده می باشد البته استفاده از این روش به تنهایی کافی نمی باشد و در حد امکان و در صورت راه اندازی سیستم و فعال بودن آن از بروز خوردگی غیر متعارف در سازه های فولادی از جمله مخازن فولادی جلوگیری بعمل می آورد و می تواند گفت مکمل درگیر تمعیدات در راستای محافظت از سازه های فولادی می باشد از آنجاکه خوردگی مخازن در حد فاصله زمان ساخت تا زمان پیش راه اندازی و راه اندازی اطلاعات چندانی وجود نداشته و یکی از دلایل عدم پرداختن به این موضوع می تواند به بیش فرض ذهنی مدیریت های پروژه ها نفت، گاز و پتروشیمی مبنی بر راحتی تامین متریال جهت ساخت مخازن فولادی بر می گردد در صورتی که بدلائل مختلف از جمله تحریم، عدم ورود بعضی از قطعات و تجهیزات مربوط به مخازن فولادی، عدم توانایی پیمانکاران مجری، شرایط آب و هوایی و موقعیت جغرافیایی در ساخت مخزن تاخیراتی حادث گردد که منجر به خوردگی مخازن فولادی بصورت یکنواخت می گردد که در مقطع زمانی پیش از راه اندازی بروز چنین مشکلاتی باعث تاخیر در راه اندازی کل پروژه خواهد گردید.

۴- اهداف تحقیق

از نظر اقتصادی: جلوگیری از خوردگی حاد ورق کف مخزن فولادی با استفاده از سیستم حفاظت کاتدی

۵- تحقیقات داخلی و خارجی

عرب زاده (۱۳۹۴) در تحقیق هزینه های خوردگی و لزوم کنترل آن در صنعت به تاریخچه حفاظت کاتدی پرداخته و اولین بار توسط شخص به نام همفری دیوی، در سال 1824 میلادی، در شهرلندن و در میان سلسله مقالاتی که ایشان به انجمن سلطنتی ارائه می کردند مطرح گردید. بعد از یک سری آزمایشات موفق، اولین استفاده عملی از این فناوری جدید در همان سال به وقوع پیوست این دانشمند پیشنهاد نمود که برای حفاظت کاتدی کشتیهای با بدنه مسی قطعاتی از آهن به عنوان آندهای از بین رونده روی بدنه کشتیها نصب شود به طوری که نسبت سطحی آهن به مس یک به صد باشد. به هر ترتیب یکی از نتایجی که حفاظت کاتدی به همراه داشت، رشد و توسعه دریانوردی بود. در همین رابطه روبرت مالت در سال 1840 آلیاژی از فلز روی ساخت که به عنوان آندهای از بین رونده مورد استفاده قرارگرفت.

باقر زاده خلخالی وهمکاران. (۱۳۹۷)، در تحقیقی با عنوان حفاظت کاتدی در خاک به معرفی سیستم حفاظت کاتدی پرداخته است حفاظت کاتدی یک روش الکتروشیمیایی برای جلوگیری یا کنترل خوردگی سازه های فلزی مدفون یا مستغرق می باشد. سیستم های حفاظت کاتدی سیستم هایی پویا هستند که برای کنترل خوردگی ازجریان الکتریسته استفاده می کنند. درصورت قطع جریان، خوردگی با سرعتی متناسب با ترکیب ماده، محیط رخ خواهد داد و درصورتی که جریان تأمین شده برای

حفاظت کامل کافی نباشد، خوردگی با سرعت کمتری انجام می شود. پس از اینکه سیستم حفاظت کاتدی برای ایجاد حفاظت کافی نصب و تنظیم شد، باید جریان و پتانسیل ها نسبتاً ثابت بمانند. تغییرات جریان یا پتانسیل نشان دهنده بروز مشکل می باشد. همچنین به کاربرد این سیستم اشاره نمود در ادامه با تعریف خوردگی در حفاظت کاتدی به این شرح پرداخته است که خوردگی تخریب یک ماده در اثر واکنش آن با محیط اطراف می باشد. در یک فلز، این تخریب اصولاً طی یک فرآیند الکترو شیمیایی صورت می گیرد. این فرآیند طی چهار مسیر مجزای آند، کاتد، الکترولیت و فلز رخ می دهد. این چهار جزء، (پیل خوردگی) را تشکیل می دهند و خوردگی الکترو شیمیایی فقط زمانی اتفاق می افتد که هر چهار عامل حاضر باشند. رطوبت از عوامل موثر در خوردگی فلزات بوده و محدوده فعالیت اکثر نمک ها که منجر به خوردگی سطوح فلزی می گردد، زمانی است که رطوبت نسبی محیط به ۱۰ درصد برسد در واقع خوردگی از این نقطه شروع شده و بیشتر می شود و در ادامه به تشریح آند، کاتد و الکترولیت به بیان انواع خوردگی و شرایط ایجاد خوردگی شامل: ۱- وجود آند و کاتد ۲- وجود اختلاف پتانسیل (ولتاژ) بین آند و کاتد ۳- وجود الکترولیت (خاک) ۴- اتصال آند و کاتد به هم. خوردگی پیل غلظتی و حالت های خوردگی پیل غلظتی، محیط ناهمسان، غلظت اکسیژن، الکترولیت مرطوب و خشک، خاک ناهمگن، ناخالصی های خاکریزی، اسید الکترولیت و به معرفی روش چهار پیل برای اندازه گیری مقاومت ویژه خاک پرداخته و ضمن اشاره به اینکه با استفاده از آزمایش های ساده می تواند پس از تشخیص نوع خاک، رطوبت خاک، و PH خاک می تواند از خوردگی تاسیسات جلوگیری نمود و در نهایت به نتایج ذیل دست یافته است. ۱- مقاومت الکتریکی مخصوص خاک، تابع میزان رطوبت و یونهای موجود در خاک بوده و تاثیر مستقیم بر روی دانسیته جریان حفاظت کاتدی دارد. ۲- چگالی جریان حفاظت کاتدی تابع نوع و جنس خاک و رطوبت موجود در خاک می باشد. ۳- در هدایت یونی بسیار کم و خاک کاملاً خشک، چگالی جریان لازم برای حفاظت تقریباً به صفر رسیده و اصلاً نیاز به حفاظت کاتدی نیست و بالعکس. ۴- در خاک مرطوب با افزایش میزان یونها، مقاومت مخصوص خاک (رسانایی) کمتر شده و چگالی جریان حفاظت کاتدی افزایش می یابد و بالعکس رابطه میزان رطوبت، با چگالی جریان به صورت سهمی می باشد. اما در خاک خشک تاثیر یونها ناچیز می باشد.

ناصری مقدم (1389). در رساله خود با موضوع مدل سازی و بهینه سازی سیستم حفاظت کاتدیک در خطوط لوله ی انتقال نفت و گاز و مخازن ذخیره ی فرآورده های نفتی به کاربرد آندهای از بین رونده پرداخته است تا اینکه به تدریج رنگهای ضد زنگ ساخته شد و استفاده از آنها به منظور حفاظت کاتدی و نیز صرفه جویی در هزینه ی تعمیرات رواج بیشتری یافت. استفاده از پوشش های فلز روی در روی فولاد از زمانهای قدیم، قبل از سال 1742 میلادی معمول بود، ولی کاربرد اعمال جریان الکتریکی جهت حفاظت کاتدی لوله ها و تاسیسات زیرزمینی از حدود سال 1910 آغاز شد و با سرعت زیاد گسترش پیدا کرد، به طوری که امروزه تقریباً در تمام خطوط لوله و کابل های زیرزمینی از آن استفاده می شود.

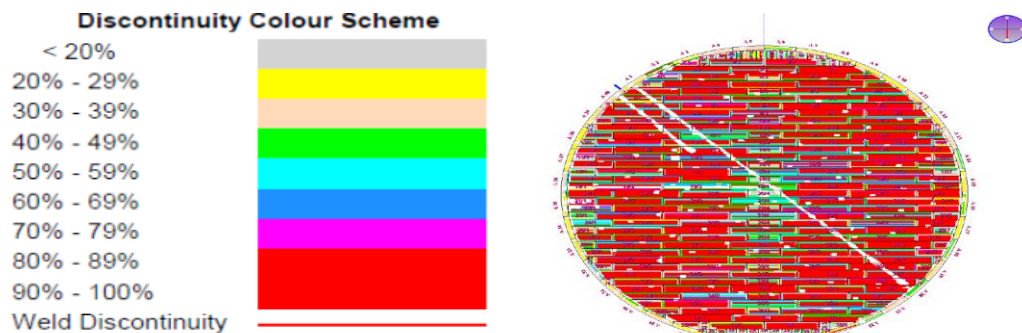
دوگ^۱ (۱۹۷۹) در تحقیق خود با موضوع تجزیه و تحلیل عددی محدود گالوانیک خوردگی برای الکترودهای همسطح خطی خود به اختلاف پتانسیلی که بین آندهای فدا شونده و فلز مورد حفاظت وجود دارد اشاره و عامل تخلیه جریان از فلز تشخیص می دهد. همچنین با ذکر اینکه سیستم آند فدا شونده نیازی به منبع نیروی خارجی ندارد به این موضوع که انرژی لازم جهت تولید جریان را از انرژی شیمیایی مواد آندی تأمین می نماید اشاره نموده است. بنابراین این آندها منبع انرژی اند و به خصوص در مکان هایی که برق وجود ندارد، مورد استفاده قرار می گیرند. از جمله آندهای فدا شونده عبارت است از آلومینیوم، منیزیم، روی، و ... آندهای منیزیم معمولاً اولین انتخاب هستند اما آندهای روی ارزاترند، راندمان بیشتری دارند و در ایستگاه هایی که برای مدتهای معین طولانی تر پیش بینی می شوند، مورد استفاده قرار می گیرند. رطوبت و همچنین خواص و قابلیت های PH، به صورت کلی نوع آند مصرفی بستگی به ویژگی های مثل مقاومت ویژه هر یک از آندها دارد. آندهای فدا شونده (گالوانیک) به دلیل توزیع خیلی آسانتر جریان، نسبت به سیستم های یک سو کننده، برتری دارند. همچنین این آندها ارزاترند، اما استفاده از این آندها در خاکهایی با مقاومت ویژه زیاد، اقتصادی نیستند.

۶- روش تحقیق

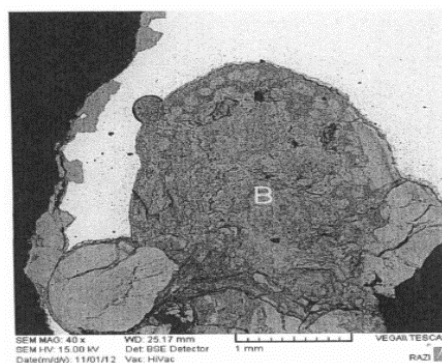
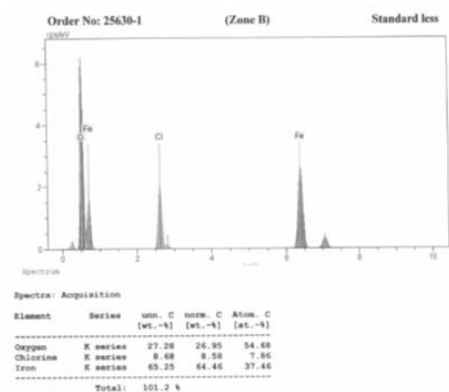
در این مقاله از روش نمونه گیری احتمالی ساده و حجم نمونه ها بسته به نیاز تعیین شده است همانگونه که در مقدمه توضیح داده شد روش تحقیق کاربردی و از لحاظ رویکرد ماهیت (توصیفی-تحلیلی) می باشد همچنین روش کار به موضوع، امکانات و اهداف تحقیق بستگی دارد. در تحقیق حاضر با توجه به اینکه هدف اصلی جلوگیری از خوردگی حاد ورق کف مخزن فولادی، جلوگیری از تاخیرات ناشی از بهره برداری دیر هنگام و با تاخیر مخازن فولادی می باشد. لذا برای تدوین چارچوب نظری تحقیق و مروری بر تحقیقات پیشین از روش اسنادی نیز بهره گرفته شده است. به منظور جمع آوری اطلاعات، آمیزه ای از روش های تحقیق کتابخانه ای و میدانی استفاده می شود. روش تجزیه تحلیل به کمک نتایج آزمایشگاهی و رایانه صورت می گیرد.

۷- بررسی و تحلیل یافته ها

حین انجام عملیات بازرسی بر روی نقاط آسیب دیده کف مخازن، وجود چند سوراخ سبب ایجاد نگرانی خوردگی و یا سوراخ مشاهده گردید و عملیات Patch گذاری انجام شد، اما با بازرسی مخازن مشابه جهت اطمینان از سالم بودن متعلقات داخلی و انجام Box-up وجود چند سوراخ در کف این مخازن نیز محرز گردید که تا آن زمان حدود ۵۰ نقطه سوراخ دیگر نیز در سایر مخازن مشاهده شد. به نحوی که در بعضی قسمت ها فرضیاتی از جمله: خراب کاری در مخزن فولادی بوجود آمد ولی با بازدید از سایر مخازن مشابه و کنترل نقشه های اجرای، تغییرات بوجود آمده در زمان ساخت مخزن مشخص گردید در سایر مخزن ها موارد مشابه ای وجود دارد و با بریدن نمونه هایی از ورق کف و بازرسی چشمی، کاهش ضخامت سطح خارجی مشاهده و از طرفی جهت تسریع در آماده سازی مخازن فولادی جهت بارگیری میعانات گازی، تصمیم به انجام MFL (تست نشت شار مغناطیسی) گرفته شد تا در صورت امکان نسبت به انجام Patch گذاری صحیح و اصلاح نقاط دارای کاهش ضخامت احتمالی اقدام شود و حتی المقدور، مخازن هرچه سریعتر، در سرویس قرار بگیرد که نتایج تست مذکور، خوردگی شدید را نشان می داد. (شکل شماره ۱) به طور همزمان جهت اطمینان از علت ایجاد سوراخها و اتخاذ تصمیم صحیح در نحوه تعمیر، نمونه هایی از ورق کف مخازن به آزمایشگاه متالوژی ارسال گردید و مشخص شد علت وجود سوراخها پدیده خوردگی از سطح خارجی در تماس با ماسه علت این مشکل تشخیص داده شد. همزمان جهت انجام آزمایشات تکمیلی نمونه هایی به مجتمع تحقیقات و توسعه دانشگاه صنعتی شریف ارسال شد. که عامل سوراخها وجود یک نوع باکتری به نام SRB (باکتری احیاء کننده سولفات) در ماسه لایه Clean Sand در حد قابل توجه و همچنین احتمالاً اثر مخرب همزمان یون کلراید محرز گردید (شکل شماره ۲) و با ارائه راه حل برای تعمیر مخازن با سقف شناور (فاقد سقف ثابت) پیشنهاد گردید، که با توجه به نظر کارفرما از روش تعویض ورق کف مخازن فولادی استقبال و برای شروع عملیات اجرای از پیمانکاران داخلی که سابقه کارهای مشابه را دارند استفاده گردید. همچنین با بررسی علل و عوامل خوردگی ورق کف مخازن فولادی مشخص گردید که از زمان استفاده ورق کف مخازن تا مراحل قبل از راه اندازی زمان بیشتری از حد معمول می باشد و در حد فاصل زمانی مذکور بدلیل عدم برق رسانی به سیستم حفاظت کاتدی کف مخزن باعث گردید که باکتری SRB فعالیت شیمیایی خود را آغاز نموده و بدلیل شرایط جوی مناطق ایجاد مخازن (مناطق گرم و مرطوب جنوب) فعالیت بسیار جدی بروی ورق های فولادی کف مخازن داشته است در صورتی که می تواند با استفاده از برق رسانی موقت در زمانهای تعطیلی کارگاه و در زمان متوقف شدن فعالیت اجرای از جمله عدم موجود بودن قطعات و تجهیزات بدلیل تحریم، ضعف اجرائی پیمانکاران، اعتصابات کارگری و غیره ... بوسیله دیزل ژنراتورهای موجود از فعالیت باکتری SRB جلوگیری بعمل آمده و از بروز خسارت این چنینی به مخازن جلوگیری و یا به حداقل رساندن آن را منجر گردد.



شکل ۱- نتایج تست MFL یا همان تست نشت شار مغناطیسی و میزان خوردگی ورق کف مخزن که با انجام تست



ترکیب شیمیایی، SEM

نتیجه درصد وزنی عناصر مورد درخواست در نمونه به شرح زیر می باشد:

Zone A:

عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی
O	10.46	Na	32.82	Cl	41.60	Fe	15.12	-	-

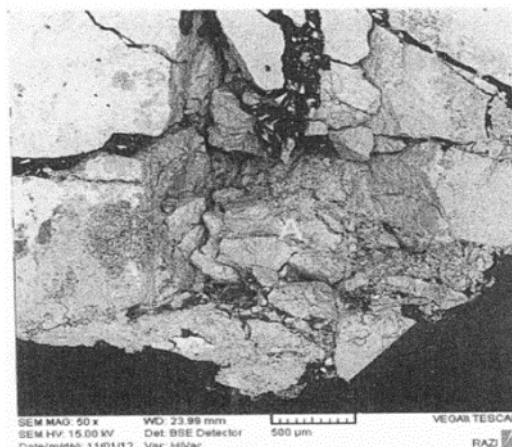
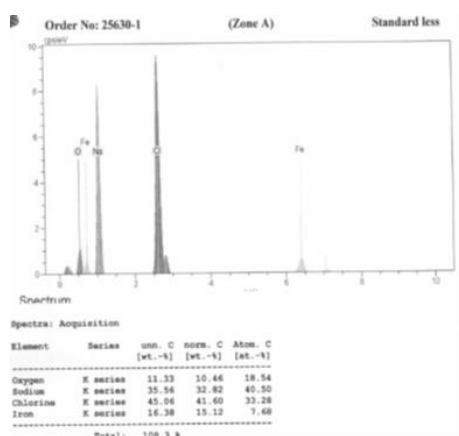
Zone B:

عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی
O	26.95	Cl	8.58	Fe	64.46	-	-	-	-

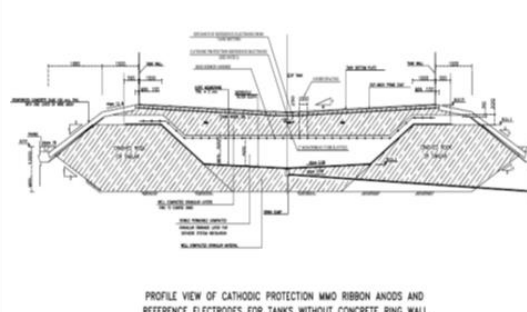
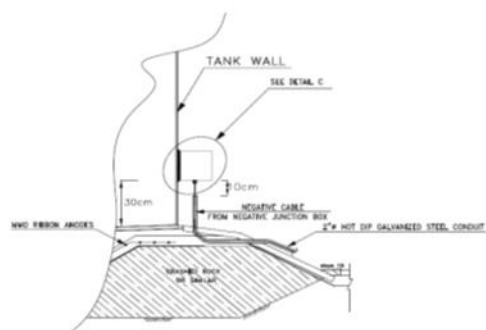
توضیحات

- آنالیز بصورت نیمه کمی (Semi Quantitative) انجام شده است.

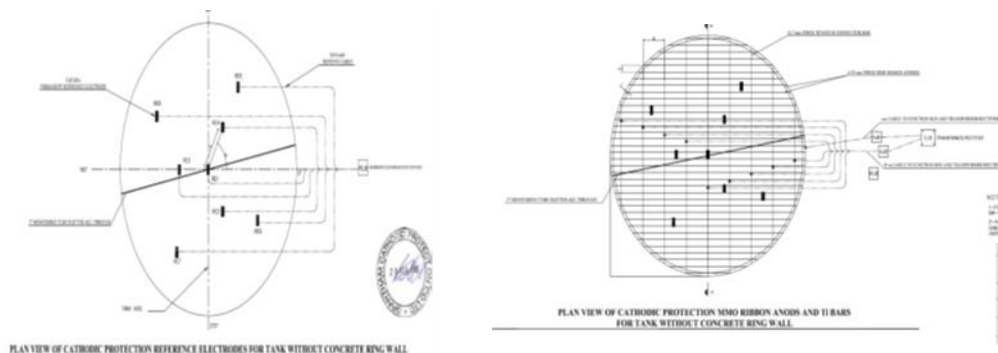
شکل ۲- نتایج تست شیمیایی ورق های بریده شده کف برای تشخیص عناصر موجود در قطعات نمونه ورق کف



ادامه شکل ۲- نتایج تست شیمیایی ورق های بریده شده کف برای تشخیص عناصر موجود در قطعات نمونه ورق کف



شکل ۳- نقشه سیویل و حفاظت کاتدی کف مخزن به همراه نحوه نحوه قرار گیری ریبون آنده کف مخزن و کابل اتصال منفی.



شکل ۴- نقشه مربوط به آرایش قرارگیری آنود، کاتد، ریکتیفایر و جاکشن باکس های مخزن.

۸- نتیجه گیری

پس از بررسی نتایج آزمایش از ورق کف مخزن فولادی مشخص گردید که میزان خوردگی در ورق های کف بسیار شدید بوده و اجباراً می بایست اقداماتی جهت تعویض ورق کف مخزن انجام گردد و همچنین طی بررسی و نتایج تست باکتری شناسی عامل حمله به ورق کف باکتری به نام SRB تشخیص داده شده که می بایست اقداماتی جهت از بین بردن و عوامل ایجاد این باکتری را در مراحل اصلاح انجام داد. در نهایت پس از بررسی تمام جوانب و دلیل بوجود آمدن این باکتری و بررسی تمام مدارک ساخت مخزن به یک جمع بندی کلی در این خصوص رسیدم که بدلیل زمان بر شده زمان ساخت تا زمان راه اندازی و عدم فعال بودن سیستم حفاظت کاتدیک بدلیل عدم راه اندازی سیستم برق مخزن ناشی می شود سیستم حفاظت کاتدیک مخزن عمل نکرد و خسارات جبران ناپذیر به مخزن وارد گردید در این خصوص پیش بینی های لازم در خصوص برق رسانی به مخزن و با راه اندازی پیش از موعد سیستم حفاظت کاتدیک با تدبیر مدیران پروژه می تواند به این مطلوب دست یافت و از خوردگی ورق های فولادی کف که در تماس با ماسه بادی هست جلوگیری و یا خوردگی را به حداقل رساند که این موضوع علاوه بر کاهش هزینه ها و جلوگیری از زمان بر شدن پروژه تلاش نمود و یا اینکه با در نظر گرفتن پروژه هایی که بدلائل متفاوت دچار تاخیر در روند تکمیل و راه اندازی می شوند با تمهید و ایجاد سیستم برق موقت و راه اندازی سیستم حفاظت کاتدیک مخزن در زمانهای تاخیر و توقف پروژه های نفت و گاز از بروز چنین مشکلاتی و خساراتی پیشگیری و با حداقل رساندن آن در راستای اهداف کلی پروژه های نفت و گاز قدم های کوچک و موثری برداشت. البته ذکر این نکته که در زمان ساخت مخازن فولادی می بایست با دقت به ضوابط و جوانب ایمنی و جلوگیری بر بروز هر گونه مشکل در روند برق رسانی به جداره فولادی مخزن دقت و از بروز هر گونه حوادث از جمله برق گرفتگی تمهیدات لازم پیش بینی گردد.

۹- ارائه پیشنهاد

در پایان، پیشنهاد می شود در مخازن مشابه قبل از ماسه زیر ورق کف، نمونه ای جهت تعیین میزان خوردگی آن تهیه شود و در صورت لزوم و طولانی شدن زمان، و زمان بر شدن مراحل ساخت تا بهره برداری و یا توقف پروژه از فعال بودن سیستم دائم حفاظت کاتدی با آند فدا شونده اطمینان حاصل شود.

منابع

۱. باقر زاده خلخالی، احد. رجایی، حمید رضا. (۱۳۹۷). حفاظت کاتدی در خاک. سومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین عمران، معماری و شهر سازی انجمن مهندسی راه و ساختمان ایران. گروه مهندسی عمران. دانشگاه تهران، ایران.
۲. مزیدی، میلاد. دهقان منشادی، سید هادی. امیری، حمیدرضا (۱۳۹۶). PET اثر پدیده خوردگی روی مقاومت کماتش مخازن استوانه ای روی زمینی تحت اثر بار لرزه ای. پنجمین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی در مهندسی عمران، معماری و شهر سازی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.
۳. عرب زاده، علی (۱۳۹۴). هزینه های خوردگی و لزوم کنترل آن در صنعت. تهران. معاونت امور مهندسی شرکت نفت.
۴. ناصری مقدم، امین (۱۳۸۹). مدلسازی و بهینه سازی سیستم حفاظت کاتدیک در خطوط لوله ی انتقال نفت و گاز و مخازن ذخیره ی فرآورده های نفتی. رساله جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد، دانشکده برق دانشگاه خواجه نصیر.

۵. راهنمای حفاظت کاتدی خطوط لوله و سازه های فولادی - نشریه شماره ۳۱۱ (سال چاپ ۱۳۸۴)
6. Doig, P., & Flewitt, P. E. J. (1979). A Finite Difference Numerical Analysis of Galvanic Corrosion for Semi Infinite Linear Coplanar Electrodes. Journal of The Electrochemical Society, 126(12), 2057-2063.