**الموضوع: بحث و تقييم تقنية مثبطات التآكل المتطايرة(VCI) للحماية من تآكل أرضيات الخزانات من جهة التربة**

المعلومات المتوفرة و المصا در المتاحة تفيد ان تقنية مثبطات التآكل المتطايرة (VCI)تم اختبار نجاعتها في التخفيف من حدة تآكل أرضيات الخزانات من جهة التربة لأول مرة من قبل شركة Conoco Philips في عام 3199، وأظهرت نتائج واعدة كما هو موضح في دراستهم المنشورة بعنوان " تقييم اساليب الحماية من تآكل ارضيات الخزانات"، مرفق نسخه من الورقة العلمية للإطلاع 1. تمت الموافقة على هذه التقنية من قبل وزارة حماية البيئة في فلوريدا في عام 2002 لاستخدامها في حماية أرضيات الخزانات في حال تعثر اصلاح أو تعديل نظام الحماية الكاثودية، مرفق نسخة من رسالة قسم الحماية البيئية في ولاية فلوريدا للإطلاع2 . استمرت هذه التقنية في التطور ، ففي عام 2013 أجازت ولاية فلوريدا أنه يمكن استخدام تقنية مثبطات التآكل المتطايرة VCI جنبًا إلى جنب مع نظام الحماية الكاثودية أو كحل مستقل كما هو مبين في الفقرة (d) من القسم 62-762.501 ، مرفق نسخه من القرار الإداري لولاية فلوريدا للإطلاع3.

كان أول تطبيق ميداني موثق على نطاق واسع في عام6 200، حيت تم تطبيق هذه التقنية على 22 خزان في الولايات المتحدة. في هذا المشروع ، تمت مراقبة معدل التآكل لمدة 6 سنوات، و أظهرت النتائج ان مثبطات التآكل المتطايرة ساعدت على الحفاظ على معدلات تآكل أقل من 4.1 mpy ، مرفق نسخة من التقرير للإطلاع4.

أما في المملكة العربية السعودية ، كان أول تطبيق موثق لهذه التقنية في عام 2011، حيث تم تطبيقها على خزان نفط خام قطره 104 متر لشركة أرامكو. تم تنفيذ تقنية VCI عن طريق حقن مسحوق VpCI عن طريق عمل ثقوب في أرضية الخزان بينما كان الخزان خارج الخدمة للفحص. وأظهرت النتائج النشورة أن تقنية VCI قللت من معدل التآكل بنسبة 92٪، مرفق نسخه من الورقة العلمية للإطلاع5. في عام 2014، استخدمت الشركة السعودية لتحلية المياه هذه التقنية لحماية خزان مياه الحريق بقطر 15 مترًا عن طريق حقن سائل VpCI عبر الجدار الدائري الخرساني. وأظهرت النتائج درجة عالية من الحماية حيث انخفض معدل التآكل بمتوسط ​​90٪، مرفق نسخه من الورقة العلمية للإطلاع6. منذ ذلك الحين ، تم استخدام هذه التقنية من قبل شركات أخرى في المملكة مثل سابك و الهيئة الملكية، مرفق قائمة ببعض الخزانات الي تم حمايتها بهذه التقنية في المملكة و باقي دول مجلس التعاون الخليجي7.

على مستوى المعايير الدولية ، فإن تقنية VCI مذكورة في الفقرة 12.5 من الوثيقة المرجعية API2610 لعام 2018 من معهد البترول الأمريكي، مرفق نسخه من المرجع للإطلاع8. في أبريل 2021 ، نشر معهد البترول الأمريكي تقريرًا فنيًا API 655 ، حيث يقدم تفاصيل حول استخدام مثبطات التآكل المتطايرة (VCI) لحماية أرضيات الخزانات من التآكل، مرفق نسخه من التقرير للإطلاع9.

تم نشر العديد من أوراق NACE العلمية في السنوات الثماني الماضية حول توافق و تأثير تقنية VCI على نظام الحماية الكاثودية،. ناقشت الورقة الأولى في عام 2016 تجربة أظهرت أن الجمع بين كلتا التقنيتين قدم أفضل النتائج، حيث كان معدل التآكل أقل من 1 mpy، مرفق نسخه من الورقة العلمية للإطلاع10. في عام 2017، تم نشر ورقة علمية بحثت في التأثير والتفاعلات بين VCI ونظام الحماية الكاثودية من زاوية تأثير VCI على الاستقطاب (polarization)وتيار الحماية الكاثودية. أظهرت التجربة أن كيمياء VCI التي تم استخدامها تعمل كمستقطب كاثودي(cathodic polarizer) وأدت إلى تقليل تيار الحماية الكاثودية المطلوب لخفض معدل التآكل إلى الصفر بنسبة 40٪، مرفق نسخه من الورقة العلمية للإطلاع11. في دراسة تكميلية في عام 2018 ، بينت هذه الدراسة أن ليس كل أنواع مثبطات التآكل المتطايرة (VCI) متوافقة مع أنظمة الحماية الكاثودية، مرفق نسخه من الورقة العلمية للإطلاع12. كما أن تقرير معهد البترول الأمريكي API 655في الفقرة 7يسلط الضوء على التأثير التكاملي بين الحماية الكاثودية و تقنية مثبطات التآكل المتطايرة ، بالإضافة إلى الاعتبارات المحتملة التي يجب مراعاتها من قبل المالكين ومشغلي الخزانات عند دمج كلا النظامين.

أما بالنسبة لقدرة هذه التقنية على توفير حماية طويلة الأمد فقد تم نشر ورقة علمية في مؤتمر NACE تم فيها مقارنة بيانات مسح أرضية الخزان بتفنية (MFL)قبل وبعد تطبيق هذه التقنية لمجموعة من 12 خزان حيث أظهرت التنائج أن مثبطات التآكل المتطايرة (VCI)أدت أداءًا جيدًا على المدى الطويل مقارنة بالحماية الكاثودية، مرفق نسخه من الورقة العلمية للإطلاع13.

بناءً على مراجعة الأدبيات والتطبيقات الميدانية الموثقة ، يمكن التوصية باستخدام هذه التقنية لتوفير الحماية من تآكل أرضيات الخزانات في الحالات التالية:

1. الخزانات التي لا تحتوي على حماية كاثودية أوتركيب نظام حماية كاثودية ليس اقتصادي أو عملي.
2. الخزان الذي لديه حماية كاثودية ولكنه لا يحقق معيار الحماية المنصوص عليه في NACE وتعديل نظام الحماية الكاثودية الحالي غير ممكن اقتصاديًا أو عمليًا.
3. الخزانات المبنية على رمل زيتي أو أسفلت، حيث أن هذا النوع من التربة يقلل من كفاءة الحماية الكاثودية بسبب عزله لتيار الحماية الكاثودية كما هو منصوص عليه في من الوثيقة المرجعية 651 API من معهد البترول الأمريكي في الفقرة5.3.5 ، مرفق نسخه من المرجع للإطلاع.
4. الخزانات التي تعاني من مستوى عالٍ من ويريد مشغل الخزان تحسين عمر خدمة الخزان أو تمديد فترة الفحص التالية.

التوصية مشروطة أن يقوم مزود تقنية مثبطات التآكل المتطايرة (VCI) باثبات قدرته على تقديم دراسة وافيه لكل خزان وان يكون له سجل معتبر في تطيبق هذه التقنيه في المملكة بما لا يقل عن10 سنوات.

**المصادر و المراجع:**

1. R.S.Rials, J.H.Kiefer, "Evaluation of Corrosion Prevention Methods for Aboveground Storage Tank Bottoms”, MP, 1 (993), p. 20-25
2. Florida Department of Environmental Protection Letter No. 700 0600 0026 4127 2580
3. Florida Administrative code Chapter 62-762 - ABOVEGROUND STORAGE TANK SYSTEMS
4. T. Whited, “Review of CorroLogic™ Systems for Soil-side Corrosion Control on ASTs”
5. T. Whited, X. Yu, R. Tems, “Mitigating Soil-Side Corrosion on Crude Oil Tank Bottoms Using Volatile Corrosion Inhibitors,” CORROSION/13, paper no. 2242 (Houston TX: NACE, 2013)
6. A. Meroufel, M. Al-Hajri, K. Abed “Mitigation of Soil-Side Corrosion on Storage Tank Bottoms in the Absence or Deficient of CP System”, 16th Middle East Corrosion Conference, paper no. MECCFEB16-7995 (Manama: NACE,2016)
7. Cortec Project Reference in Saudi Arabia
8. API STD 2610 “Design, Construction, Operation, Maintenance, and Inspection of Terminal and Tank Facilities” Third Edition, 2018
9. API TR 655 " Vapor Corrosion Inhibitors for Storage Tanks", First Edition ,2021
10. K. Abed, P. Panchal, A Gandhi, “Evaluation of Impressed Current Cathodically Protected API 650 Tank Bottoms in the Presence of Volatile Corrosion Inhibitor”, Corrosion 2016, paper no. 7600 (Vancouver: NACE,2016)
11. C. Pynn, K. Abed “Compatibility & Interactions between Cathodic Protection and a Vapor Phase Corrosion Inhibitor” CORROSION/17, paper no. 9232 (New Orleans, LA: NACE, 2017)
12. K. Abed, C. Pynn, “A study on the Effect of Volatile Corrosion Inhibitors on Impressed Current Cathodic Protection”, CORROSION/18, paper no. 11030 (Phoenix, AZ: NACE, 2018)
13. T. Whited, “Comparison of VCI and CP Performance Using Floor Scan Data from Several 10-Year-Old AST Floors” CORROSION/20, paper no. 15065, (NACE, 2020)