



## بررسی خوردگی فلزات در لوله‌های نفت نمونه موردی شرکت نفت گچساران

امید فرد<sup>۱</sup>، علی آرام<sup>۲</sup>

### چکیده:

تجزیه و تحلیل یک ابزار پراکندگی نور پویا "Wyatt DynoproNanoStar" DLS برای تشخیص تجمع سورفکتانت در فاز روغن استفاده شد. اندازه‌گیری‌های سه‌گانه برای هر نمونه انجام شد و حداقل دو نمونه برای هر سطح غلظت سورفکتانت مورد آزمایش قرار گرفتند تا از تکرارپذیری اطمینان حاصل شود. دمای تشخیص در همان دما با آزمایش‌های تقسیم‌بندی کنترل شد. خواص تجمع سورفکتانت BAC در تولوئن با استفاده از DLS مورد بررسی قرار گرفت و نمونه‌هایی در شکل ۳ ارائه شد که شامل شعاع کل و شدت سیگنال نور جمع‌آوری‌شده، ۱۲C، ۱۴C، و تولوئن ۱۶C، که از فاز روغن در تعادل پارتیشن‌بندی آب-روغن از سطح خالص BAC نمونه‌برداری شد. همانطور که مشاهده می‌شود، هم شعاع ذرات و هم شدت سیگنال ۱۲C و ۱۴C به‌سختی در محدوده غلظت ارزیابی‌شده تغییر کرده است، که نشان می‌دهد ۱۲C و ۱۴C در تولوئن میسل تشکیل نمی‌دهند. در این پژوهش به ارائه و بررسی یک مدل چند فیزیکی، مدل یکپارچه بازدارندگی خوردگی (ICI)، از نظر تئوری معرفی شده و از نظر تجربی برای ارزیابی یکپارچه تقسیم‌بندی آب-روغن، تجمع، جذب/واجذب، و مهار خوردگی بازدارنده‌های سورفکتانت مخلوط در روغن‌های آب حاوی نمک در شرکت نفت گچساران می‌پردازیم. محیط‌های لوله فولادی (WOS). مدل ICI بر اساس سه مدل فرعی اصلی است که تقسیم‌بندی سورفکتانت آب-روغن، میسل‌سازی، جذب/واجذب مؤثر روی بستر، نوع سورفکتانت، برهمکنش‌های سورفکتانت-حلال، جفت سورفکتانت-کنتریون، و برهمکنش‌های سورفکتانت جانبی و غیره را در نظر می‌گیرد و در نظر گرفته شده است. به‌عنوان یک چارچوب اساسی در طراحی، انتخاب، بهینه‌سازی و استفاده از بازدارنده‌های مختلف سورفکتانت خالص و مخلوط در محیط‌های WOS عمل می‌کند. به‌طور خلاصه، یک مدل جامع، مدل ICI، از نظر تئوری توسعه یافته و از نظر تجربی برای ارزیابی پارتیشن‌بندی، تجمع و مهار خوردگی بازدارنده‌های مخلوط سورفکتانت (هم همولوگ و هم غیر همولوگ) در داخل آب (حاوی نمک) - لوله فولادی نفت تأیید شده است.

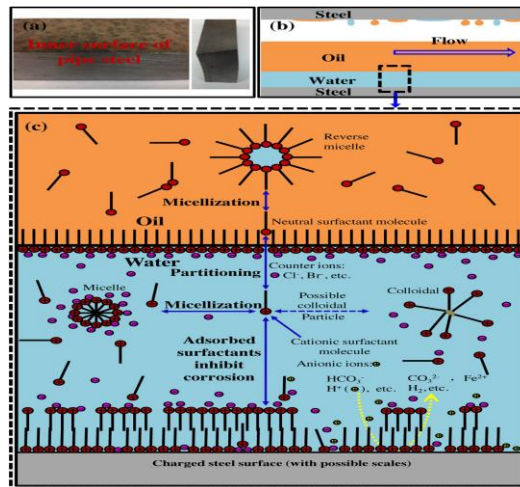
**واژگان کلیدی:** گچساران، خوردگی فلزات، لوله، نفت

<sup>۱</sup> نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، [omid.fard1359@gmail.com](mailto:omid.fard1359@gmail.com)

<sup>۲</sup> گروه مهندسی عمران، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران، [aliaram172@yahoo.com](mailto:aliaram172@yahoo.com)

۱- مقدمه:

فولاد کربنی یکی از پرکاربردترین فلزات در تولید و حمل و نقل در صنایع نفت و گاز است [۱-۳]. با این حال، فولاد کربنی در محیط‌هایی که حاوی آب،  $S_2H_2CO$  و یون‌های مختلف (مانند  $Cl^-$ ) و غیره هستند، به شدت مستعد خوردگی است. آسیب ناشی از خوردگی تسریع شده، که در نهایت محیط، تولید و ایمنی را تهدید می‌کند [۴، ۶، ۷]. یک نمونه مصور از یک نمونه خورده، قطعه‌ای از فولاد ۶۵X، که معمولاً در خطوط لوله نفت استفاده می‌شود، در شکل نشان داده شده است. (۱) انواع روش‌ها برای کنترل خوردگی مرتبط با ۲۰۰ توسعه یافته است. استفاده از بازدارنده‌های سورفکتانت در صنعت نفت و گاز برای جلوگیری از خوردگی لوله‌های تولید و حمل و نقل (مواد فلزی مانند فولاد و مس) مورد توجه گسترده‌ای قرار گرفته است، به گونه‌ای که مولکول‌های سورفکتانت معمولاً سطح فولاد را جذب می‌کنند و یک لایه محافظ تشکیل می‌دهند که عمل می‌کند. به عنوان سدی برای کاهش نفوذ و حمله رسانه‌های خورنده [۴-۹، ۱۰]. مخلوط‌های بازدارنده به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی برتر و قابلیت‌های آن‌ها در حل شدن، جذب و حمل و نقل کارآمد در کاربردهای گسترده‌ای استفاده شده‌اند [۴، ۱۰].



شکل ۱. (الف) یک قطعه لوله فولادی ۶۵X خورده شده. (ب) مقطع لوله فولادی حاوی آب، روغن و مقداری بخار روغن. (ج) تصویر شماتیکی از توزیع سورفکتانت کاتیونی و فرآیندهای مختلف در محیط لوله آب-نفت-فولاد (WOS با  $CO_2$ ) محلول در غلظت متوسط سورفکتانت بالاتر از  $cmc$  ظاهری.

۲- هدف:

در این پژوهش یک مدل چند فیزیکی، مدل یکپارچه بازدارندگی خوردگی (ICI)، از نظر تئوری معرفی شده و از نظر تجربی برای ارزیابی یکپارچه تقسیم‌بندی آب-روغن، تجمع، جذب/واجذب، و مهار خوردگی بازدارنده‌های سورفکتانت مخلوط در روغن‌های آب حاوی نمک تأیید شده است.

### ۳- مبانی و پیشینه تحقیق :

مخلوط‌های بازدارنده را اغلب می‌توان به راحتی با تنظیم نوع سورفکتانت و نسبت مخلوط تنظیم کرد تا به خواص مطلوب دست یابد. بازدارنده‌های فعال تر سطحی و گران تر اغلب با بازدارنده‌های سطح فعال کمتر و ارزان تر برای کاهش هزینه مخلوط می‌شوند [۵،۴]. بسیاری از بازدارنده‌های آلی، مولکول‌های سورفکتانت با بخش‌های مولکولی آب دوست و آب گریز هستند که پیچیدگی برهم کنش‌های آن‌ها را در محیط‌های لوله‌های آب-روغن- فولاد (WOS) افزایش می‌دهد. فلزات و یون‌ها که تجمع سورفکتانت و جذب سورفکتانت را روی سطوح فلزی تسهیل می‌کنند، مکان‌های سطح فعال را مسدود می‌کنند و در نتیجه از فلز در برابر خوردگی محافظت می‌کنند [۹،۸]. از سوی دیگر، مولکول سورفکتانت به دلیل آب گریزی، با پیوند دادن و تجمع زنجیره‌های هیدروکربنی باهم، از فاز آبی قطبی فرار می‌کند. فصل مشترک آب-روغن، مونومرهای سورفکتانت با زنجیره‌های هیدروکربنی طولانی تر ترجیح می‌دهند تا زمانی که به تعادل برسند در مایع آلی تقسیم شوند [۱۴-۱۹]، که معمولاً توانایی مونومرهای سورفکتانت را در فاز آبی برای جذب سطح فلز و مهار خوردگی کاهش می‌دهد. پارتیشن بندی معمولاً با ضریب پارتیشن بندی مشخص می‌شود که به عنوان نسبت غلظت سورفکتانت مونومر در روغن به آن در فاز آبی تعریف می‌شود [۲۰،۱۸،۱۷]. با توجه به رفتار پارتیشن بندی سورفکتانت در محیط‌های نفت-آب و پدیده‌های سطحی مرتبط، تعیین پارتیشن بندی سورفکتانت بین آب و روغن معمولاً به عنوان پایه تعادل آب گریز-آب دوست [۱۸-۲۱] عمل می‌کند و برای ارزیابی راندمان بازداری از خوردگی حیاتی است.

کوی و همکاران (۲۰۱۵) رفتار رشد ترک را در فولاد X70 در یک محیط با PH نزدیک خنثی و محلول اسیدی با یک ترک از پیش ایجاد شده مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از افزایش واکنش‌های آندیک و کاتدیک به طور هم زمان و شتاب گیری نرخ خوردگی فولاد با کاهش PH محلول بود. این نتایج در ترک نوک پهن فولاد در محیط اسیدی به دست آمد. رشد ترک در ماده در محیط اسیدی پایین تر از محیط نزدیک خنثی می‌باشد (Zhongyn, et al; 2015).

زیرکو و همکاران (۲۰۱۶) کاهش سرویس دهی خط لوله بر اثر مرور زمان سرویس و تغییر گرید دادن جسم فلز را بررسی کردند. در این مطالعه فولادهای لوله کم کربن با استحکام متفاوت از نقطه نظر استعداد آن‌ها به ترک خوردگی تنشی در دو حالت نو بودن و پیش از در سرویس قرار گرفتن و بعد از قرار دادن آن‌ها تحت شرایط محیطی آزمایشگاهی شبیه آنچه در خاک اسیدی قرار می‌گیرند بررسی گردید (Zvirko, et al; 2016).

زاناتی و همکاران (۲۰۱۵) رفتار خوردگی را توسط پلاریزاسیون پتانسیودینامیکی و اسپکتروسکوپی الکتروشیمیایی، با بازدارنده خوردگی حاوی یون‌های پلی فسفات و هم بدون آن بررسی کردند. مدل‌های مناسب برای پارامترهای خوردگی جهت تطبیق داده‌های تجربی و استخراج پارامترهایی که فرآیند خوردگی را مشخص می‌کنند، استفاده شد. نرخ‌های خوردگی در این مطالعه به وسیله استفاده از غلظت‌های مختلف بازدارنده خوردگی و در مقادیر مختلف PH نزدیک خنثی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج مطالعه نشان داد که حساسیت فولادهای بدون پوشش به خوردگی و با افزایش دما، مقاومت پلاریزاسیون کاهش می‌یابد و سرعت خوردگی را افزایش می‌دهد (Amara et al, 2014).

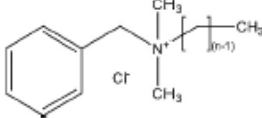
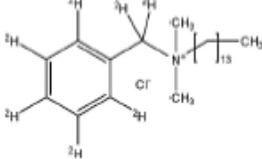
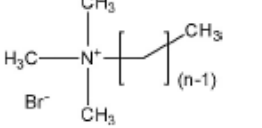
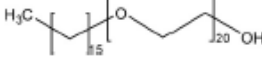
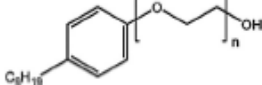
## ۴- روش تحقیق:

فرآیند پیچیده تر این است که با افزودن سورفکتانت به محیط های WOS، عملکرد بازدارندگی سورفکتانت معمولاً تحت تأثیر پدیده های مختلف قرار می گیرد (شکل 1-b و c) مانند تقسیم سورفکتانت بین روغن و آب، میسل سازی، رسوبات محصول خوردگی سورفکتانت. -تاسیون، جذب/واجذب، جریان سیال، نوع سورفکتانت، ترکیب سورفکتانت مخلوط شده، برهمکنش سورفکتانت-حلال، جفت شدن سورفکتانت-کنتریون، و برهمکنش های جانبی بین مولکول های سورفکتانت. این پدیده ها در سه فرآیند اصلی در تحقیق حاضر گنجانده شده اند: تقسیم بندی بین روغن و آب، میسل سازی/رسوب و جذب مؤثر بر روی سطوح فلزی. پنج پدیده آخر در حوزه رابطه های چندلایه/میسل-آب را می توان با استفاده از ایزوترم جذب و مدل سازی میسل سازی در فرآیندهای جذب مؤثر گنجانند.

در تحقیق حاضر، جریان سیال به سادگی با استفاده از آزمایش دیسک چرخان با سرعت های پایین (کمتر از ۳۰ دور در دقیقه (rpm)) شبیه سازی شده است تا از تشکیل امولسیون/میکرومولسیون که می تواند به عنوان فاز دیگری (غیر از آب، روغن، یا سطحی باشد) جلوگیری شود. توجه داشته باشید که غلظت بحرانی میسل (cmc) به عنوان غلظتی تعریف می شود که در آن مولکول های سورفکتانت شروع به تشکیل میسل می کنند (cmc) ظاهری به عنوان غلظت موضوعی مخلوط سورفکتانت تعریف می شود که در آن مایسل استارت مخلوط در محیط های WOS تشکیل می شود، cmc آبی برای فاز آب و cmc روغن برای فاز روغن). هنگامی که غلظت سورفکتانت به cmc می رسد، دولایه/چندلایه/میسل روی سطح فلز را جذب می کنند و میسل ها نیز در فاز آب یا فاز نفت یا هر دو فاز تشکیل می شوند [۱۸]. مهار خوردگی فولاد مستقیماً توسط جذب سورفکتانت مونومر و پوشش مؤثر فولاد تعیین می شود [۹۸،۴]. برای ارزیابی سیستماتیک و مدل سازی مهار خوردگی فولاد (یا سایر فلزات و آلیاژها) با استفاده از مخلوط سورفکتانت در محیط های WOS، لازم است این سه فرآیند اصلی را به طور هم زمان در نظر بگیریم. کارهای تحقیقاتی گسترده ای در هر یک از این فرآیندها انجام شده است [۱۸-۲۸]. با این حال، با توجه به پارتیشن بندی، تحقیقات در مورد محدوده غلظت سورفکتانت گسترده تر (بالا تر و پایین تر از cmc ظاهری) از مخلوط سورفکتانت های مختلف همولوگ/غیر همولوگ به صورت سیستمی گزارش نشده است [۱۸-۲۰]. بررسی پارتیشن بندی بالای cmc آبی و cmc ظاهری حیاتی است: پارتیشن بندی یک فرآیند مونومر است و ضریب تقسیم با غلظت مونومر در دو فاز تعیین می شود که با تشکیل میسل محدود می شود. یک نظریه یا مدل جامع برای توصیف کافی اثرات یون ها و مکانیسم های اتصال بر روی میسل سازی مخلوط سورفکتانت در محدوده غلظت وسیعی از نمک به خوبی ایجاد نشده است [۲۸،۲۲،۲۱،۴]. در حال حاضر، مدل سازی راندمان بازدارندگی از خوردگی بازدارنده های سورفکتانت به روش های سنتی، از جمله ایزوترم جذب لانگمویر، رابطه فعالیت ساختار کمی (QSAR)، و روش های ترکیبی QSAR و مکانیکی و غیره محدود می شود [۲۳-۲۵]، که هر کدام از این روش ها هستند. در مراحل مختلف بلوغ است و دارای محدودیت های بالقوه است [۲۷].

با در نظر گرفتن این نکات، یک مکانیسم چند فیزیکی، یک مدل بازدارندگی خوردگی یکپارچه (ICI)، در این کار برای مدل سازی و پیش بینی راندمان بازدارندگی خوردگی بازدارنده های سورفکتانت مختلط بر اساس چند مدل فرعی که قبلاً توسعه یافته بودند، توسعه داده شده است. مدل فرعی توزیع سورفکتانت آب-روغن [۱۸]، مدل فرعی پیش بینی cmc آبی [۲۸،۲۷،۵،۴]، و مدل فرعی جذب لانگمویر (MLA) یا QSAR (MQSAR) اصلاح شده مدلی که cmc را در روش QSAR ادغام می کند. [۱۸،۴].

جدول ۱: نام، ساختار، نماد و طول زنجیره سورفکتانت.

Surfactant name	Structure	symbol	Chain length
n-benzalkonium chloride (BAC)		C <sub>n</sub>	12, 14, 16
Benzyl dimethyl tetradecyl ammonium-d7 chloride		C <sub>14</sub> <sup>d7</sup>	14
n-alkyltrimethyl ammonium bromide		C <sub>n</sub> TAB	14,16
Poly (20) oxyethylene 16-cetyl ether.		C <sub>16</sub> E <sub>20</sub>	16
Nonylphenol ethoxylate (20)		NPE20	20

جدول ۲: سیستم‌های آزمایش پارتیشن بندی سورفکتانت مخلوط در محیط آب-روغن و بازدارندگی مرتبط با خوردگی فولاد در آب.

Testing System (TS)	Surfactant	Mixed mole ratio in water		NaCl, M	T, °C	Oil	Volume ratio (oil/water)
		initial ratio	after partitioning*				
1	C <sub>12</sub> /C <sub>14</sub> /C <sub>16</sub>	1/1/1	20/7/1	0.599	40	toluene	0/1, 1/2, 2/1
2	C <sub>12</sub> /C <sub>14</sub> /C <sub>16</sub>	6/3/1	35/14/1	0.0855	40	toluene	1/2
3	C <sub>16</sub> /C <sub>16</sub> E <sub>20</sub>	1/1	0.36/1	0.03	40	heptane	1/2
4	C <sub>16</sub> TAB/C <sub>16</sub> /C <sub>16</sub> E <sub>20</sub>	1/3/6	0.14/0.33/1	0.03	40	heptane	1/2

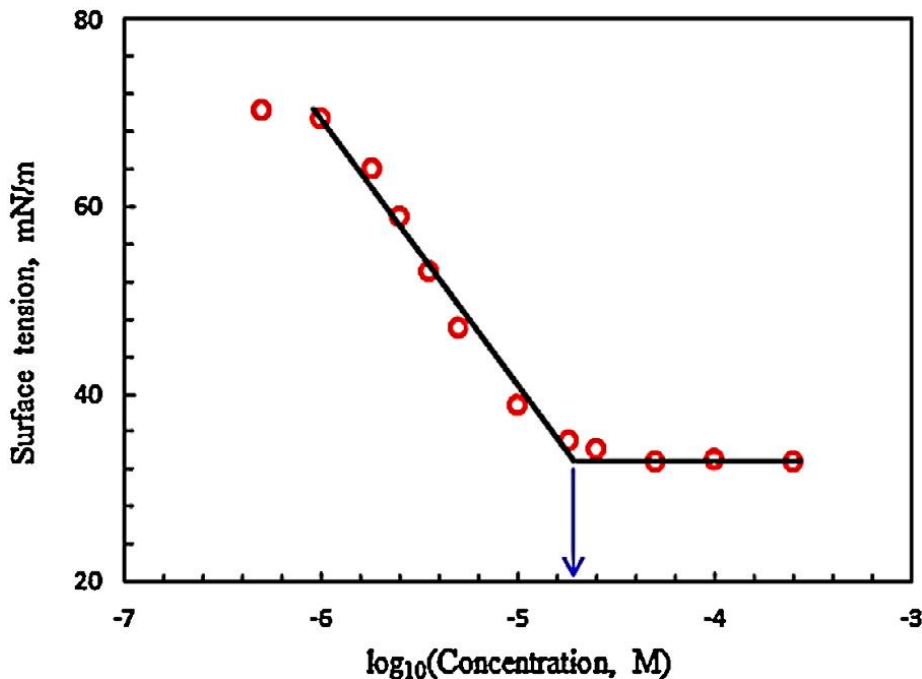
مدل توسعه یافته ICI با استفاده از داده‌های تجربی موجود و نتایج گزارش شده ادبیات، که استحکام این روش را برای پیش‌بینی یکپارچه مهار خوردگی نشان می‌دهد، تأیید شده است.

### ۵- توسعه مدل یکپارچه

در تعادل تقسیم‌بندی، مخلوط سورفکتانت در محیط‌های WOS باید با یک معادله تعادل جرم مطابقت داشته باشد که در آن Mtolis مقدار کل بازدارنده‌های سورفکتانت اضافه‌شده به محیط‌های WOS، Mwis سورفکتانت (هر دو شکل مونومریک و میسلی) توزیع شده در فاز آبی (مویس سورفاکت) است. هر دو شکل مونومر و میسلی) در فاز روغن توزیع می‌شوند و سورفکتانت Madis روی سطح فولاد و سطح مشترک آب/روغن جذب می‌شود. مقدار سورفکتانت جذب شده در سطح مشترک آب/روغن بعید است که به‌طور قابل توجهی بر تعادل جرم تأثیر بگذارد [۲۹] و بنابراین در معادله نادیده گرفته شده

است. (۱). به طور مشابه، مقدار سورفکتانت جذب شده به شکل تک لایه، دولایه، چندلایه و میسل در سطح فولاد نیز با توجه به تعادل جرم ناچیز است (لطفاً توجه داشته باشید که جذب سطح فولاد را هرگز نمی توان با توجه به بازدارندگی خوردگی نادیده گرفت). بنابراین، معادله (۱) را می توان به فرمت زیر بدون به خطر انداختن تعادل جرم سورفکتانت در محیط های WOS ساده کرد:

$$M_{\text{tol}} = M_w + M_o + M_{\text{ad}} \quad (1)$$



شکل ۲. نمودار کشش سطحی در مقابل غلظت مخلوط سورفکتانت: مخلوط مولی برابر ۱۲C، ۱۴C و ۱۶C در محلول آبی ۰,۵۹۹NaCl مولار در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد. فلش به cmc اندازه گیری شده اشاره می کند.

$$M_{\text{tol}} = M_w + M_o \quad (2)$$

متنابوا، شکل معادل معادله. (۲) توسط مدل فرعی توزیع سورفکتانت آب-روغن به شرح زیر ارائه می شود

$$C_{\text{tol}}V_w = \bar{C}(V_w + V_o) \quad (3)$$

که در آن  $C_{\text{tol}}$  غلظت اولیه (نه در حالت تعادل) کل سورفکتانت اضافه شده به فاز آبی است.  $\bar{C}$  میانگین کلی غلظت کل سورفکتانت در فازهای آب و روغن است.  $V_w$  و  $V_o$  به ترتیب حجم روغن و آب هستند.

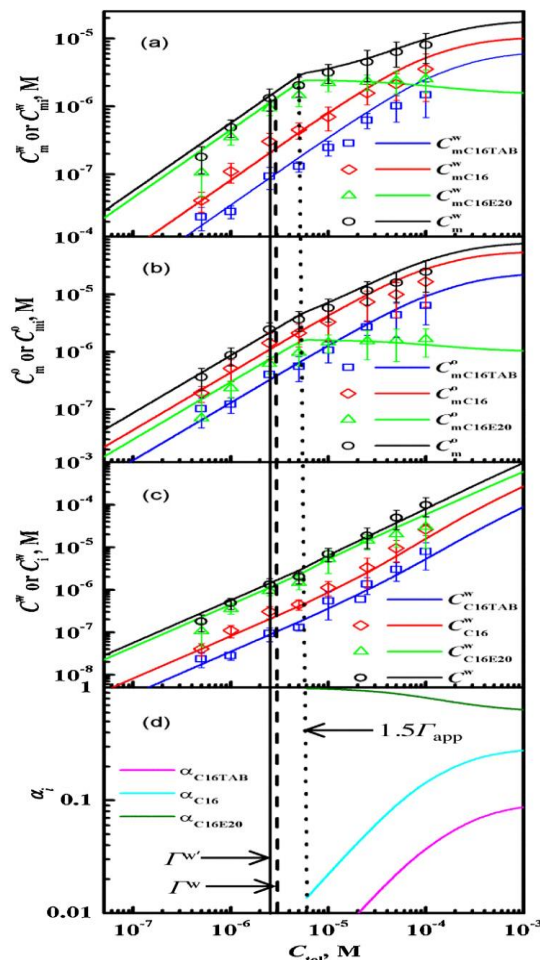
مواد و روش ها

تمام مواد شیمیایی به عنوان دریافت استفاده شد. سورفکتانت بنزالکونیوم کلرید همولوگ کاتیونیک (BAC) شامل بن-زیل دی متیل دودسیل آمونیوم کلرید (۱۲C)، بنزیل دی متیل تترادسیل آمونیوم کلرید (۱۴C)، و بنزیل دی متیل هگزا-آدسیل آمونیوم ۱C (TABroch) تری متیل آمونیوم بروماید ۱۶C (TAB) و پلی اکسی اتیلن ۲۰-ستیل اتر (۲۰E۱۶C) توسط Sigma-Aldrich Co. LLC با ارزش های سنجش بالاتر از ۹۹٪ عرضه شد. توسط بیوتکنولوژی سانتا کروز با خلوص ترکیب بالاتر از ۹۸٪ و خلوص ایزوتوپی بالاتر از ۹۹٪. در نظر گرفته شد.

### ۶- تجزیه و تحلیل و بحث و بررسی

#### DLS

تجزیه و تحلیل یک ابزار پراکندگی نور پویا "Wyatt DynoproNanoStar" (DLS) برای تشخیص تجمع سورفکتانت در فاز روغن استفاده شد. اندازه گیری های سه گانه برای هر نمونه انجام شد و حداقل دو نمونه برای هر سطح غلظت سورفکتانت مورد آزمایش قرار گرفتند تا از تکرارپذیری اطمینان حاصل شود. دمای تشخیص در همان دما با آزمایش های تقسیم بندی کنترل شد. خواص تجمع سورفکتانت BAC در تولوئن با استفاده از DLS مورد بررسی قرار گرفت و نمونه هایی در شکل ۳ ارائه شد که شامل شعاع کل و شدت سیگنال نور جمع آوری شده، ۱۲C، ۱۴C، و تولوئن ۱۶C، که از فاز روغن در تعادل پارتیشن بندی آب-روغن از سطح خالص BAC نمونه برداری شد. همانطور که مشاهده می شود، هم شعاع ذرات و هم شدت سیگنال ۱۲C و ۱۴C به سختی در محدوده غلظت ارزیابی شده تغییر کرده است، که نشان می دهد ۱۲C و ۱۴C در تولوئن میسل تشکیل نمی دهند. با این حال، برای ۱۶C، میسل ها در غلظت اولیه اضافه شده سطحی-تانت (Ctol) در حدود  $1.2 \times 10^{-4}$  M تشکیل می شود. در فاز  $0.171 \text{ M NaCl aqueous}$  مولار شروع به تشکیل کردند، همانطور که هم با شعاع کل و هم با شدت مشخص می شود.



شکل ۳. ویژگی های تقسیم بندی تعادلی سیستم آزمایش ۴: (الف) غلظت تعادلی سورفکتانت مونومر در آب، (ب) در روغن، (ج) غلظت تعادلی کل سورفکتانت در آب، از جمله مونومر و شکل میسل شده، و (د) مولفیکسیون سورفکتانت 'ا' در میسل مخلوط به عنوان توابع CtoI. نمادها: آزمایش؛ منحنی ها: پیش بینی مدل.

## ۷- نتیجه گیری

به طور خلاصه، یک مدل جامع، مدل ICI، از نظر تئوری توسعه یافته و از نظر تجربی برای ارزیابی پاریشن بندی، تجمع و مهار خوردگی بازدارنده های مخلوط سورفکتانت (هم همولوگ و هم غیر همولوگ) در داخل آب (حاوی نمک) - لوله فولادی نفت تأیید شده است. محیط. چارچوب ICI بر اساس سه مدل فرعی مرتبط است: مدل فرعی توزیع سورفکتانت آب-روغن، مدل فرعی پیش بینی CMC و مدل فرعی MLA/MQSAR که در واقع سورفکتانت آب-روغن را در نظر می گیرد. پاریشن بندی، فرآیند میسلیزاسیون، و جذب/واجذب مؤثر بر روی بستر، برهمکنش های سورفکتانت-حلال، جفت سورفکتانت-کنتریون، و برهمکنش های سورفکتانت جانبی. مدل ICI با استفاده از آزمایش های طراحی شده و محاسبات مرتبط تأیید می شود، توافق خوبی با داده های تجربی از نظر توزیع سورفکتانت در آب و روغن، تجمع، و مهار خوردگی فراهم می کند و به عنوان چارچوبی اساسی برای توسعه مدل/ابزار پیش بینی کننده قوی تر عمل می کند. درک طراحی، انتخاب، بهینه سازی و استفاده از مهارکننده های مختلف سورفکتانت خالص و مخلوط با تمرکز بر کاربرد در محیط WOS حاوی نمک. باین حال، مدل ICI دارای چند محدودیت است و هنوز در این جنبه ها نیاز به بهبود دارد (۱) مدل فعلی فقط در محیط های WOS حاوی نمک های ساده ۱:۱ مانند NaCl استخراج و تأیید می شود، اما نفت خام معمولاً حاوی مخلوطی از نمک های مختلف مانند نمک ها/یون های ۱:۱، ۲:۱ و ۲:۲ است و (۲) که مدل ICI برای نوع سورفکتانت مبتنی بر ایزوترم لانگمویر مشتق شده است و ایزوترم های جذب دیگر گنجانده خواهد شد.

## ۸- منابع :

1. M. Finšgar, J. Jackson, Application of corrosion inhibitors for steels in acidic media for the oil and gas industry: a review, *Corros. Sci.* 86 (2014) 17–41.
2. M.J. Rosen, *Surfactants and Interfacial Phenomena*, 3rd ed., John Wiley, New Jersey, 2004.
3. X. Ye, C. Zheng, J. Chen, Y. Gao, C.B. Murray, Using binary surfactant mixtures to simultaneously improve the dimensional tunability and monodispersity in the seeded growth of gold nanorods, *Nano Lett.* 13 (2013) 765–771.
4. A.K. Tiwari, S.K. Saha, Study on mixed micelles of cationic gemini surfactants having hydroxyl groups in the spacers with conventional cationic surfactants: effects of spacer group and hydrocarbon tail length, *Ind. Eng. Chem. Res.* 52(2013) 5895–5905.
5. T. Ishizaki, M. Okido, Y. Masuda, N. Saito, M. Sakamoto, Corrosion resistant performances of alkanolic and phosphonic acids derived self-assembled monolayers on magnesium alloy AZ31 by vapor-phase method, *Langmuir* 27(2011) 6009–6017.
6. A. Graciaa, J. Andérez, C. Bracho, J. Lachaise, J. Salager, L. Tolosa, F. Ysambertt, The selective partitioning of the oligomers of polyethoxylated surfactant mixtures between interface and oil and water bulk phases, *Adv. Colloid Interface Sci.* 123–126 (2006) 63–73.
7. J. Salager, N. Marquez, A. Graciaa, J. Lachaise, Partitioning of ethoxylated octylphenols surfactants in microemulsion-oil-water systems: influence of temperature and relation of partitioning coefficient and physicochemical formulation, *Langmuir* 16 (2000) 5534–5539.



8. J. Gomez del Rio, D. Hayes, V.S. Urban, Partitioning behavior of an acid-cleavable 1, 3-dioxolane alkyl ethoxylate, surfactant in single and binary surfactant mixtures for 2- and 3-phase microemulsion systems according to ethoxylate and head group size, *J. Colloid Interface Sci.* 352 (2010) 424–435.
9. M. Ben Ghoulam, N. Moatadid, A. Graciaa, J. Lachaise, Effects of oxyethylene chain length and temperature on partitioning of homologous polyoxyethylene nonionic surfactants between water and isooctane, *Langmuir* 18 (2002) 4367–4371.
10. Y. Zhu, M.L. Free, Experimental investigation and modeling of the performance of pure and mixed surfactant inhibitors: partitioning and distribution in water-oil environments, *J. Electrochem. Soc.* 162 (2015) C702–C717.
11. S. Endo, K. Goss, Predicting partition coefficients of polyfluorinated and organosilicon compounds using polyparameter linear free energy relationships, *Environ. Sci. Technol.* 48 (2014) 2776–2784.
12. H.N. Shubha, T.V. Venkatesha, K. Vathsala, M.K. Pavitra, M.K. Punith Kumar, Preparation of self-assembled sodium oleate monolayer on mild steel and its corrosion inhibition behavior in saline water, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 5 (2013) 10738–10744.
13. M.A. Cowell, T.C.G. Kibbey, J.B. Zimmerman, K.F. Hayes, Partitioning of ethoxylated nonionic surfactants in water/NAPL systems: effects of surfactants and NAPL properties, *Environ. Sci. Technol.* 34 (2000) 1583–1588.
14. A. Shiloach, D. Blankschtein, Molecular-thermodynamic framework to predict the micellization behavior of mixtures of fluorocarbon-based and hydrocarbon-based surfactants, *Langmuir* 14 (1998) 1618–1636.
15. [22] A. Goldsipe, D. Blankschtein, Modeling counterion binding in ionic-nonionic and ionic-zwitterionic binary surfactant mixtures, *Langmuir* 21 (2005) 9850–9865.
16. Amara Zenati A. Benmossat, A. Benali. Corrosion Study of C-Mn Steel Type API 5L X60 in Simulated Soil Solution Environment and Inhibitive Effect. *Journal of Materials Environment Science.* 5 (2) (2014) 520-529, ISSN : 2028-2508
17. Zhongyu Cui, Zhiyang Liu, Liwei Wang, Cuiwei Du & Xiaogang Li. (2015). Effect of PH Value on The Crack Growth Behavior of X70 Pipeline Steel in The Dilute Bicarbonate Solutions; *Materials Transactions*, Vol. 56, No. 6. pp. 777 to 780, 2015 The Japan Institute of Metals and Materials
18. [25] Zvirko, O. Savula S. (2016) Stress Corrosion Cracking of Gas Pipeline Steels of Different Strength. Tsenda & G. Gabetta; 21<sup>st</sup> European Conference on Fracture, ECF21, 20-24. Catania, Italy.
19. D. Snihirova, S.V. Lamaka, M. Taryba, A.N. Salak, S. Kallip, M.L. Zheludkevich, M.F.S. Ferreira, M.F. Montemor, Hydroxyapatite microparticles as feedback-active reservoirs of corrosion inhibitors, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2 (2010) 3011–3022.
20. Y. Zhu, M.L. Free, G. Yi, Electrochemical measurement modeling, and prediction of corrosion inhibition efficiency of ternary mixtures of homologous surfactants in salt solution, *Corros. Sci.* 98 (2015) 417–429. [5] Y. Zhu, M.L. Free, G. Yi, The effects of surfactant concentration adsorption, aggregation, and solution conditions on steel corrosion inhibition and associated modeling in aqueous media, *Corros. Sci.* 102 (2016) 233–250.
21. K.S. George, S. Nešić, Investigation of carbon dioxide corrosion of mild steel in the presence of acetic acid-part 1: basic mechanisms, *Corrosion* 63 (2007) 178–186.
22. N.G. Thompson, Y. Mark, D. Daniel, Cost of corrosion and corrosion maintenance strategies, *Corros. Rev.* 25 (2007) 247–262.
23. D.A. Winkler, M. Breedon, A.E. Hughes, F.R. Burden, A.S. Barnard, T.G. Harvey, I. Cole, Towards chromate-free corrosion inhibitors: structure–property models for organic alternatives, *Green Chem.* 16 (2014) 3349–3357.
24. S. Ramachandran, B. Tsai, M. Blanco, H. Chen, Y. Tang, W.A. Goddard, Self-assembled monolayer mechanism for corrosion inhibition of iron by imidazolines, *Langmuir* 12 (1996) 6419–6428.

## Investigation of corrosion of metals in oil pipes: a case study of Gachsaran Oil Company

Analysis of a dynamic light scattering instrument "Wyatt DynoproNanoStar" was used to detect the accumulation of surfactant in the oil phase. Triple measurements were performed for each sample and at least two samples were tested for each level of surfactant concentration to ensure reproducibility. The detection temperature was controlled at the same temperature by segmentation experiments. The accumulation properties of BAC surfactant in toluene were investigated using DLS and samples were presented in Figure 3, including the total radius and intensity of the collected light signal, C12, C14, and toluene C16, from the oil phase in the water-oil partitioning equilibrium from the surface. Net BAC was sampled. As can be seen, both the particle radius and the intensity of the C12 and C14 signals varied sharply within the evaluated concentration range, indicating that C12 and C14 do not form micelles in toluene. In this research, a multi-physical model, integrated corrosion inhibition model (ICI), is presented theoretically and empirically to evaluate integrated water-oil separation, aggregation, adsorption / desorption, and corrosion inhibition of mixed surfactant inhibitors in water-containing oils. We pay salt in Gachsaran Oil Company. Steel Pipe Environments (WOS). The ICI model is based on three main sub-models that consider water-oil surfactant classification, micellation, effective adsorption / desorption on the substrate, surfactant type, surfactant-solvent interactions, surfactant-contrion pair, and side surfactant interactions, etc. options have been asked. Acts as a basic framework in the design, selection, optimization, and use of various pure and mixed surfactant inhibitors in WOS environments. In summary, a comprehensive model, the ICI model, has been theoretically developed and empirically validated to evaluate the partitioning, aggregation, and corrosion inhibition of surfactant (both homologous and inhomogeneous) inhibitors (water-containing) and oil-steel pipe.

**Keywords:** Gachsaran, corrosion of metals, pipes, oil