

اثر بازدارندگی سورفکتانت های تریتون X-100 و CTAB بر خوردگی نیکل در محلول

قلیایی

مژگان رجبی، علی عرب*، احمد باقری

دانشکده شیمی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۵/۲۸ تاریخ تصحیح: ۹۹/۰۷/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۲۷

چکیده

در این مقاله تاثیر سورفکتانت های CTAB و Triton X-100 به عنوان بازدارنده های خوردگی نیکل در محلول قلیایی در سه دمای ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس بررسی گردید. بدین منظور روش پلاریزاسیون تافل جهت تعیین پتانسیل خوردگی، شدت جریان خوردگی و شیب های تافل آنودی و کاتدی مورد استفاده قرار گرفت. عملکرد بازدارندگی این دو سورفکتانت به صورت جداگانه و همچنین به شکل مخلوط این دو سورفکتانت با نسبت های مختلف مطالعه گردید. نتایج نشان داد که در هر سه شرایط دمایی با اضافه کردن سورفکتانت به محیط، سرعت خوردگی نیکل کاهش می یابد. غلظت بهینه برای CTAB و Triton X-100 به ترتیب 150 ppm و 200 ppm تعیین گردید. نتایج بررسی ایزوترم های جذب نشان داد که جذب CTAB و Triton X-100 از مدل لانگمویر تبعیت می کند. اثر هم افزایی این دو سورفکتانت نیز بررسی شد و نتایج به دست آمده نشان داد که وقتی مخلوط دو سورفکتانت به کار برده می شود درصد بازدارندگی به طور معنی داری افزایش می یابد که نشان می دهد مخلوط این دو سورفکتانت عملکرد بهتری در محافظت از نیکل دارد.

کلمات کلیدی: نیکل، بازدارنده های خوردگی، روش پلاریزاسیون تافل، سورفکتانت CTAB، سورفکتانت Triton X-100، اثر هم افزایی.

۱- مقدمه

برای جلوگیری از خوردگی فلزات روش های مختلفی مانند به کارگیری پوشش های مقاوم (آبکاری، روغن کاری و قیراندود کردن)، حفاظت کاتدی، حفاظت آنودی، و استفاده از بازدارنده های محلول وجود دارد. از بین روش های موجود، استفاده از بازدارنده ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است و مورد توجه زیادی قرار گرفته است [1]. بازدارنده ها مواد شیمیایی هستند که با افزودن آن ها به میزان خیلی کم در محیط های خورنده میزان خوردگی به طور چشمگیری کاهش می یابد. مکانیسم عمل بازدارنده های مختلف متفاوت می باشد اما یک گروه مهم از بازدارنده ها آنهایی هستند که مکانیزم عمل آنها جذب سطحی می باشد [2-5]. برای جذب سطحی، معمولاً بازدارنده ها گروه های عاملی مشخصی دارند که با برهمکنش با سطح فلز قادر خواهند بود که جذب سطح فلز شوند [6]. به عنوان مثال ترکیبات هتروسیکل آلی با داشتن گروه های عاملی مانند نیتروژن، اکسیژن و گوگرد جذب سطح فلز می شوند و با مسدود کردن سایت های فعال فلز از خوردگی جلوگیری می کنند [7-8].

قدرت جذب بازدارنده روی سطح فلز به ماهیت جذب آن از نظر جذب شیمیایی یا فیزیکی وابسته می باشد [9]. یک گروه مهم از این بازدارنده ها سورفکتانت ها هستند که هم بصورت خالص و هم به صورت مخلوط چند سورفکتانت به طور وسیعی برای جلوگیری از خوردگی فلزات مورد استفاده قرار گرفته اند [10-17]. مشخص شده است که مخلوط سورفکتانت ها به خاطر ایجاد اثرات هم افزایی عملکرد بهتری نسبت به سورفکتانت های خالص در برابر خوردگی دارد [10-17]. همچنین اثر هم افزایی بین بازدارنده های دیگر نیز به طور قابل توجهی مورد بررسی قرار گرفته است، به عنوان مثال اثر هم افزایی بین ایمیدازولین و ال-سیستئین در جلوگیری از خوردگی فولاد گزارش شده است [18]. جوادیان و همکاران به بررسی رفتار مخلوطی از سورفکتانت کاتیونی ستیل تری متیل آمونیوم برمید (CTAB) و سورفکتانت آنیونی سدیم دودسیل سولفات (SDS) به عنوان بازدارنده خوردگی فلز نیکل در محیط قلیایی پرداختند. نتایج آنها نشان داد مخلوط این دو سورفکتانت نسبت به سورفکتانت های خالص به دلیل جذب شدید روی سطح فلز و تشکیل یک فیلم محافظ، خواص بازدارندگی بیشتری را نشان می دهد. جذب سورفکتانت ها با ایزوترم جذب فلاری- هوگینس^۱ تطابق بیشتری داشت و مقادیر به شدت منفی انرژی آزاد گیبس جذب نشان دهنده جذب قوی سورفکتانت ها روی سطح می باشد. همچنین تشکیل فیلم محافظ روی سطح فلز توسط آنالیز میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نیز مورد تایید قرار گرفت [10]. دباب^۲ کاربرد سورفکتانت غیر یونی پلی اکسی اتیلن نانیل فنیل اتر (PNE) را به عنوان بازدارنده خوردگی فلز نیکل در محیط قلیایی مورد بررسی قرارداد. نتایج نشان داد که این سورفکتانت بازده خوبی در مهار خوردگی دارد و حداکثر میزان بازدارندگی با افزایش غلظت بازدارنده حدود ۹۸ درصد گزارش شد. جذب فیزیکی سورفکتانت PNE با استفاده از پارامترهای ترمودینامیکی تأیید شد و همچنین مشخص شد که فرآیند جذب از ایزوترم فرندلیچ تبعیت می کند [11]. زو^۳ و همکاران در مقاله ای مروری به بررسی خاصیت سورفکتانت ها به عنوان بازدارنده های خوردگی فلزات پرداختند. نتایج آنها نشان داد استفاده از سورفکتانت ها یک روش ساده و مناسب از نظر اقتصادی برای کاهش میزان خوردگی فلزات است. بعلاوه یک مزیت استفاده از بازدارنده های خوردگی، توانایی آن ها در افزایش زمان خوردگی بدون کاهش نفوذپذیری است [13].

فلز نیکل بسیار نسبت به خوردگی حساس است و روش های مختلفی برای حفاظت فلز نیکل در برابر خوردگی وجود دارد که مهم ترین روش ها استفاده از بازدارنده ها می باشد. بر اساس مقالات مرور شده به نظر می رسد که استفاده از سورفکتانتها هم به صورت خالص و هم به صورت مخلوط روش بسیار موثری برای جلوگیری از خوردگی فلزات می باشد. بر این اساس در پژوهش حاضر جهت محافظت از نیکل در برابر خوردگی در محیط قلیایی از سورفکتانت های غیر یونی t- اکتیل فنوکسی پلی اتوکسی اتانول (TX-100) و سورفکتانت کاتیونی ستیل تری متیل آمونیوم بروماید (CTAB) در سه دمای ۲۵، ۴۰ و ۶۰

¹ Flory-Huggins

² Deyab

³ Zhu

درجه سلسیوس استفاده شده است. جهت تعیین پارامترهای خوردگی روش پلاریزاسیون تافل بکار گرفته شده است. اثر هم افزایی این دو سورفکتانت نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- بخش تجربی

در این پژوهش از نمونه‌ی نیکل با خلوص 99.9% استفاده شد. آماده‌سازی نمونه‌ی نیکل بدین صورت بود که ابتدا قطعه نیکل تهیه‌شده در ابعاد $1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ برش زده شد و سطوح پشت و جانی آن به وسیله چسب کاملاً پوشانده شد به گونه‌ای که مساحت نیکل در معرض با محلول برابر 1 cm^2 شود. در ادامه سطح نمونه‌ی نیکل توسط کاغذ سمباده با شماره ۴۰۰ تا ۳۰۰۰ صیقل داده شد و با اسید نیتریک رقیق و آب مقطر شستشو داده شد. این نمونه‌ی نیکل به عنوان الکتروود کار در آزمون‌های الکتروشیمیایی مورد استفاده قرار گرفت. برای تمام محلول سازی‌ها از آب دو بار تقطیر استفاده گردید. محلول آزمایش شامل سود 1.0 M بود که از مرک آلمان تهیه گردید. همچنین از سورفکتانت‌های غیر یونی Triton X-100 و کاتیونی CTAB که از شرکت مرک آلمان خریداری شده‌اند، به عنوان بازدارنده استفاده شد. تمام آزمایش‌های الکتروشیمیایی در یک سل شیشه‌ای سه الکتروودی انجام شد که در آن از یک الکتروود نقره/نقره کلرید اشباع به عنوان الکتروود مرجع و یک صفحه پلاتینی به عنوان الکتروود کمکی استفاده گردید. برای انجام آزمایش‌های الکتروشیمیایی از یک دستگاه پتانسیواستات-گالوانواستات Ivium Stat مدل Vertex، ساخت کشور هلند استفاده گردید. در ابتدای هر آزمایش جهت به دست آوردن شرایط پتانسیل مدار باز یا پتانسیل خوردگی فلز، الکتروود کار به مدت ۳۰ دقیقه جهت رسیدن به حالت تعادل درون ۵۰ میلی لیتر محلول آزمایش غوطه ور شد. منحنی‌های پلاریزاسیون تافل با تغییر خودکار پتانسیل در محدوده‌ی تافل $\pm 250\text{ mV}$ نسبت به پتانسیل مدار باز ثبت شدند. با استفاده از نرم افزار منحنی‌های پلاریزاسیون تجزیه و تحلیل و ناحیه‌ی تافلی آنها شناسایی شد و تا پتانسیل خوردگی برون یابی گردید و اطلاعات خوردگی به دست آمد. منحنی‌های پلاریزاسیون در محلول سود 1.0 M در سه دمای ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس، در عدم حضور و در حضور غلظت‌های مختلف بازدارنده ثبت شدند. برای کنترل دما از یک حمام بخار مدل Fan azma gostar استفاده گردید.

۳- بحث و نتیجه گیری

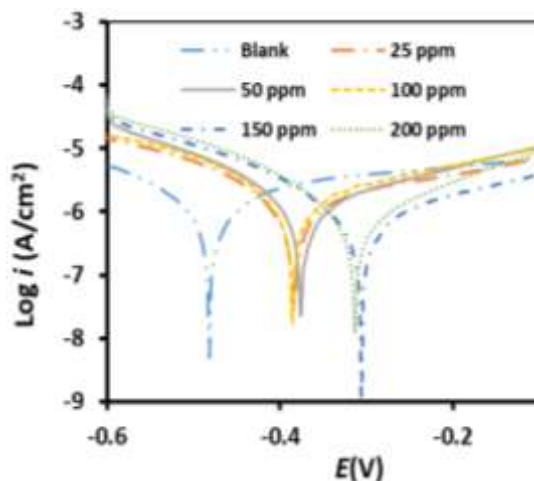
۳-۱- بررسی بازدارندگی CTAB و Triton X-100

در شکل ۱، نمودارهای پلاریزاسیون تافل نیکل در محلول سود یک مولار در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در غیاب و در حضور بازدارنده CTAB با غلظت‌های ۲۵ ppm، ۵۰ ppm، ۱۰۰ ppm، ۱۵۰ ppm و ۲۰۰ ppm نشان داده شده‌اند. همچنین پارامترهای خوردگی مربوط به این دیاگرام‌ها در جدول ۱ گزارش شده است. درجه پوشش سطح (θ) و راندمان بازدارندگی ($IE\%$) با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شده‌اند.

$$\theta = \frac{i_{corr}^0 - i_{corr}}{i_{corr}^0} \quad (1)$$

$$IE\% = \theta \times 100 \quad (2)$$

چگالی جریان در حضور بازدارنده است. i_{corr} چگالی جریان بدون بازدارنده، i_{corr}^0 در رابطه ی ۱ با توجه به نتایج جدول ۱ مشخص می باشد که در حضور سورفکتانت CTAB، پتانسیل های خوردگی به سمت مقادیر مثبت جابجا شده اند. مقدار این جابجایی پتانسیل، در محدوده ی ۴۰ mV تا ۱۳۰ mV می باشد، که نشان می دهد این بازدارنده از نوع آندی است و بیشتر واکنش اکسایش نیکل ($Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$) را متوقف می سازد. همچنین شدت جریان خوردگی در حضور این بازدارنده کاهش و مقدار مقاومت پلاریزاسیون افزایش یافته است. بیشترین راندمان بازدارندگی در غلظت ۱۵۰ ppm از CTAB است که برابر ۵۵.۲ % می باشد. مقادیر شیب تافل کاتدی در محدوده ی ۱۹۳ mV تا ۲۸۷ mV و مقادیر شیب تافل آندی در محدوده ی ۲۲۱ mV تا ۸۰۸ mV می باشند. مقادیر زیاد شیب های تافل آندی و کاتدی به خاطر تشکیل لایه های اکسیدی روی سطح نیکل است.

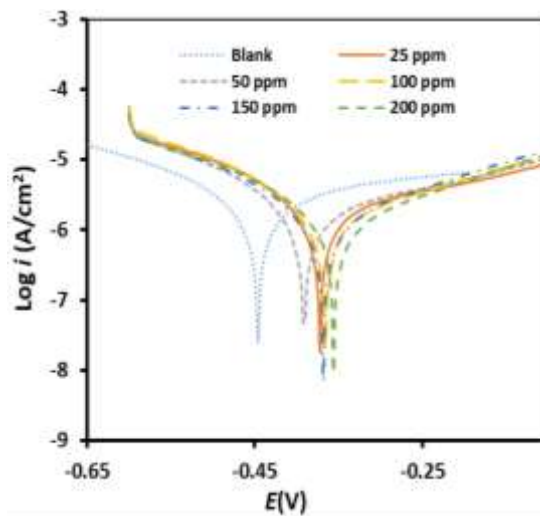


شکل ۱. نمودارهای پلاریزاسیون تافل نیکل در محلول سود ۱ مولار، در شرایط بدون بازدارنده و غلظت های مختلف بازدارنده CTAB در دمای ۲۵ درجه سلسیوس.

جدول ۱. پارامترهای خوردگی نیکل در محلول سود ۱ مولار، در غیاب و در حضور غلظت های مختلف بازدارنده CTAB در دمای ۲۵ درجه سلسیوس.

غلظت بازدارنده (ppm)	E_{corr} (V)	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)	β_a (V/dec)	β_c (V/dec)	$10^4 R_p \times$ (Ohm)	(IE%)	θ
Blank	-0.40	2.19	0.808	0.203	3.37	---	---
25	-0.34	1.81	0.444	0.287	4.20	17.35	0.1735
50	-0.35	1.49	0.303	0.193	3.43	31.96	0.3196
100	-0.36	1.35	0.272	0.223	3.92	38.35	0.3835
150	-0.27	0.98	0.280	0.211	4.38	55.20	0.5520
200	-0.28	1.22	0.221	0.200	3.72	44.29	0.4429

در شکل ۲، نمودارهای پلاریزاسیون تافل نیکل در محلول سود یک مولار در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در غیاب و در حضور بازدارنده TX-100 با غلظت‌های ۲۵ ppm، ۵۰ ppm، ۱۰۰ ppm، ۱۵۰ ppm و ۲۰۰ ppm نشان داده شده‌اند. همچنین پارامترهای خوردگی مربوط به این دیاگرام‌ها در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج حاصل از این جدول نشان می‌دهد که بازدارنده TX-100 نیز مانند CTAB یک بازدارنده آندی است، زیرا در حضور این سورفکتانت پتانسیل های خوردگی به سمت مقادیر مثبت تر جابجا شده است. غلظت ۲۰۰ ppm از این سورفکتانت بالاترین راندمان بازدارندگی را دارا است که برابر 43.31 % می باشد. بیشترین مقدار شیب تافل کاتدی ۲۵۳mV و کمترین مقدار ۱۹۱ mV است. مقادیر شیب تافل آندی در محدوده‌ی ۵۱۱ mV تا ۲۴۶ mV می باشند.



شکل ۲. نمودارهای پلاریزاسیون تافل نیکل در محلول سود ۱ مولار، در شرایط بدون بازدارنده و غلظت‌های مختلف بازدارنده TX-100 در دمای ۲۵ درجه سلسیوس.

جدول ۲. پارامترهای خوردگی نیکل در محلول سود ۱ مولار، در غیاب و در حضور غلظت‌های مختلف TX-100 در دمای ۲۵ درجه سلسیوس.

غلظت بازدارنده (ppm)	E_{corr} (V)	i_{corr} ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	β_a (V/dec)	β_c (V/dec)	$R_p \times 10^4$ (Ohm)	(IE%)	θ
Blank	-0.44	2.47	0.511	0.253	2.96	---	---
25	-0.35	2.01	0.427	0.215	3.09	18.58	0.1858
50	-0.37	1.85	0.397	0.191	3.02	25.10	0.2510
100	-0.34	1.61	0.283	0.199	3.13	34.81	0.3481
150	-0.34	1.51	0.252	0.204	3.22	38.86	0.3886
200	-0.33	1.40	0.246	0.212	3.51	43.31	0.4331

اثر بازدارندگی CTAB و TX-100 روی خوردگی نیکل در محلول سود ۱ مولار در دماهای ۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس نیز مورد بررسی قرار گرفت. نمودارهای پلاریزاسیون تافل در غیاب و در حضور غلظت های مختلف این دو بازدارنده در شکل‌های S1 تا S4 داده های تکمیلی مقاله گزارش شده است و پارامترهای خوردگی مربوطه نیز در جداول S1 تا S4 داده های تکمیلی جمع آوری شده‌اند. نتایج نشان داد که سورفکتانت CTAB در دماهای بالاتر نیز به عنوان بازدارنده آندی عمل می‌-

کند و بیشترین راندمان بازدارندگی آن در دمای ۴۰ درجه سلسیوس است که در غلظت ۲۰۰ ppm بوده و % 74.47 می باشد. برای سورفکتانت TX-100 در دماهای بالا اثر بازدارندگی بهتری مشاهده گردید و این بازدارنده نیز به عنوان یک بازدارنده آندی عمل می کند. بالاترین راندمان سورفکتانت TX-100 در دمای ۶۰ درجه سلسیوس برابر % 61.46 می باشد و کمترین راندمان در دمای ۲۵ درجه سلسیوس % 43.31 می باشد. بنابراین با افزایش دما دو بازدارنده رفتار مشابهی ندارند بطوریکه بالاترین راندمان بازدارندگی CTAB در دمای ۴۰ درجه سلسیوس بود در حالیکه برای TX-100 بالاترین راندمان بازدارندگی در دمای ۶۰ درجه سلسیوس مشاهده گردید.

به طور کلی از مقایسه پارامترهای خوردگی سورفکتانت CTAB و TX-100 می توان فهمید که سورفکتانت CTAB عملکرد بهتری به عنوان بازدارنده خوردگی نیکل در محیط قلیایی دارد.

۳-۲- بررسی ایزوترم های جذب

به منظور درک بهتر مکانیسم جذب بازدارنده و فرآیندهای الکتروشیمیایی بر روی سطح فلز ایزوترم های جذب مورد بررسی قرار گرفتند. چندین مدل ایزوترم جذب شامل ایزوترم لانگمویر^۱، فرندلیچ^۲ و تمکین^۳ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که جذب بازدارنده ها به طور معنی داری از مدل فرندلیچ و تمکین فاصله دارد و از ایزوترم لانگمویر تبعیت می کند و در ادامه نتایج این مدل آورده شده است.

رابطه ایزوترم لانگمویر به صورت زیر است:

$$\frac{C}{\theta} = \frac{1}{K_{ads}} + C \quad (3)$$

در این رابطه، θ درجه پوشش سطح و C غلظت تعادلی بازدارنده و K_{ads} ثابت تعادل جذب است که از عرض از مبدا نمودار $\frac{C}{\theta}$ بر حسب θ به دست می آید. همچنین انرژی آزاد گیبس جذب بازدارنده بر روی سطح نیکل را می توان با استفاده از رابطه ۴ بدست آورد:

$$\Delta G_{ads} = -RT \ln(55.5 K_{ads}) \quad (4)$$

در این معادله ۵۵.۵ غلظت مولی آب در محلول است که به صورت mol L^{-1} بیان می شود. T دمای مطلق (K) و R ثابت جهانی گازها ($8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$) می باشد.

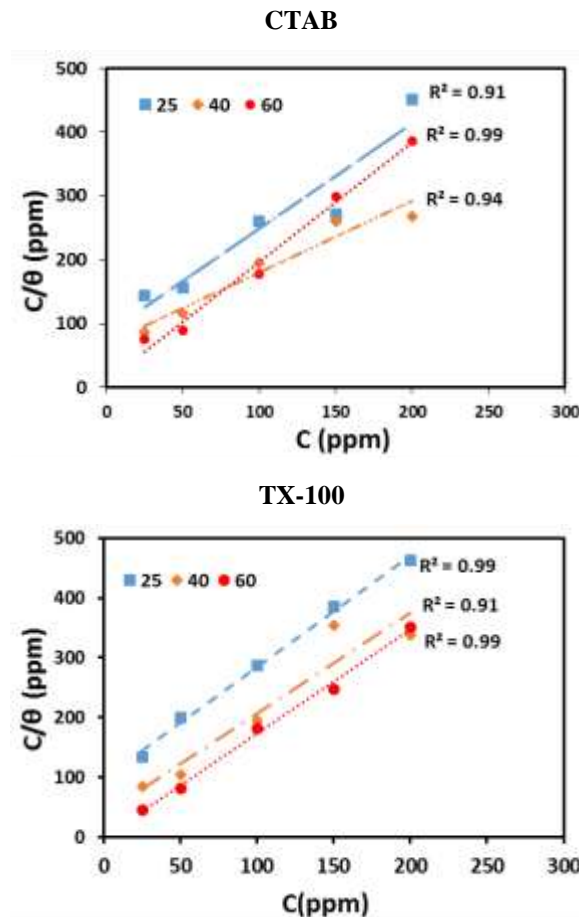
در شکل ۳ نمودار ایزوترم جذب لانگمویر برای جذب CTAB و TX-100 روی نیکل در محلول سود ۱ مولار و در سه دمای ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس نمایش داده شده است که رفتار خطی مشاهده شده تایید می کند که جذب هر دو سورفکتانت از مدل لانگمویر تبعیت می کند و بصورت تک لایه روی سطح فلز اتفاق می افتد. داده های استخراج شده از نمودارهای لانگمویر

¹ Langmuir

² Freundlich

³ Temkin

در جدول ۳ گزارش شده اند. با توجه به نتایج جدول می توان نتیجه گرفت که بزرگ بودن K_{ads} نشان دهنده توانایی بالای جذب سطحی هر دو سورفکتانت بر روی سطح فلز است. در دمای ۶۰ درجه سلسیوس برای هر دو سورفکتانت بزرگ ترین مقدار برای K_{ads} مشاهده گردید. بعلاوه علامت منفی ΔG_{ads} نشان می دهد که فرآیند جذب بازدارنده بر روی سطح فلز خودبخودی انجام می شود.



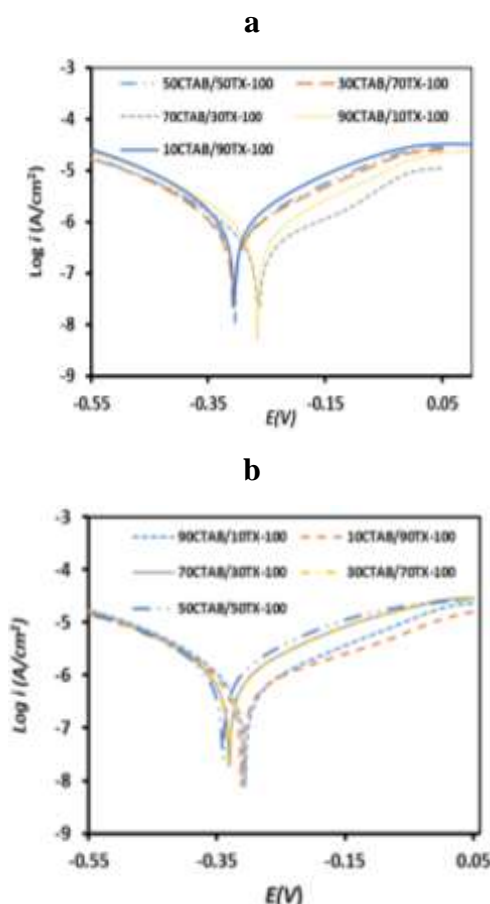
شکل ۳. نمودار ایزوترم جذب لانگمویر برای جذب CTAB و TX-100 بر روی نیکل در محلول سود ۱ مولار و در سه دمای ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس.

جدول ۳. داده های بدست آمده از ایزوترم جذب لانگمویر برای بازدارنده CTAB و TX-100 در محلول سود 1 مولار و در سه دمای ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس.

Inhibitor	T(K)	K_{ads}	ΔG_{ads} (kJ/mol)
CTAB	298	4009	-30.50
	313	5102	-32.66
	333	37538	-40.28
TX-100	298	6468	-31.69
	313	16818	-35.77
	333	1089295	-49.60

۳-۳- بررسی اثر هم افزایی

در این قسمت خوردگی نیکل در محلول سود ۱ مولار در حضور نسبت های مختلف از مخلوط سورفکتانت های CTAB و TX-100 در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بررسی شده است. بدین منظور دو غلظت بهینه 150 ppm و 200 ppm که به ترتیب برای سورفکتانت های خالص CTAB و TX-100 به دست آمده بود، به عنوان غلظت کل (مجموع غلظت دو سورفکتانت) انتخاب شده است. منحنی های پلاریزاسیون مربوط به نسبت های متفاوت این دو سورفکتانت در شکل ۴ و پارامترهای خوردگی مربوط به آنها در جدول ۴ گزارش شده اند. نتایج جدول ۴ نشان می دهند که در حضور مخلوط دو بازدارنده راندمان بازدارندگی به طور معنی داری نسبت به هر یک از سورفکتانت های خالص افزایش یافته است. وقتی غلظت کل برابر با 150 ppm باشد در حضور ۷۰ درصد CTAB و 30 درصد TX-100 بالاترین راندمان بازدارندگی (77.30 %) حاصل می شود. همچنین وقتی غلظت کل برابر با 200 ppm باشد در حضور 10 درصد CTAB و 90 درصد TX-100 بالاترین راندمان بازدارندگی (63.48 %) مشاهده می شود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که مخلوط این دو سورفکتانت اثر هم افزایی داشته و عملکرد بهتری برای جلوگیری از خوردگی نیکل در محیط قلیایی نشان می دهد.



شکل ۴. نمودارهای پلاریزاسیون تافل نیکل در محلول سود ۱ مولار، در حضور نسبت های مختلف از مخلوط دو سورفکتانت CTAB و TX-100 در دمای ۲۵ درجه سلسیوس که غلظت کل سورفکتانت برابر با (a) 150 ppm و (b) 200 ppm است.

جدول ۴. پارامترهای خوردگی نیکل در محلول سود ۱ مولار، در حضور نسبت های مختلف از مخلوط دو سورفکتانت CTAB و TX-100 در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و غلظت کل سورفکتانت برابر با 150 ppm و 200 ppm.

غلظت کل بازدارنده (ppm)	نسبت سورفکتانت ها	E_{corr} (V)	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)	β_a (V/dec)	β_c (V/dec)	$R_p \times 10^4$ (Ohm)	(IE%)	θ
blank	-	- 0.40	2.19	0.808	0.203	3.37	-----	-----
150	90(CTAB)+10(TX-100)	- 0.24	0.87	0.187	0.207	4.89	60.22	0.6022
	10(CTAB)+90(TX-100)	- 0.31	1.92	0.255	0.198	2.52	45.66	0.4566
	70(CTAB)+30(TX-100)	- 0.20	0.49	0.152	0.223	7.87	77.30	0.7730
	30(CTAB)+70(TX-100)	- 0.27	1.05	0.200	0.222	4.32	52.05	0.5205
	50(CTAB)+50(TX-100)	- 0.28	1.25	0.201	0.228	3.71	42.92	0.4292
blank	-	- 0.44	2.47	0.511	0.253	2.96	-----	-----
200	90(CTAB)+10(TX-100)	- 0.26	1.0	0.207	0.227	4.71	59.59	0.5959
	10(CTAB)+90(TX-100)	- 0.25	0.90	0.243	0.236	5.76	63.48	0.6348
	70(CTAB)+30(TX-100)	- 0.32	1.68	0.253	0.228	3.09	31.98	0.3198
	30(CTAB)+70(TX-100)	- 0.32	1.63	0.256	0.235	3.24	34.00	0.3400
	50(CTAB)+50(TX-100)	- 0.35	2.27	0.299	0.240	2.54	8.0971	0.0809

۴- نتیجه گیری

در کار حاضر خوردگی نیکل در محلول سود یک مولار در سه دمای ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس در غیاب و در حضور غلظت های مختلف دو سورفکتانت CTAB و TX-100 بررسی شد. از روش پلاریزاسیون تافل جهت تعیین پتانسیل خوردگی، شدت جریان خوردگی و شیب های تافل آندی و کاتدی استفاده شد. نتایج نشان داد که در هر سه شرایط دمایی با اضافه کردن سورفکتانت به محیط، سرعت خوردگی نیکل کاهش می یابد و همچنین مشخص گردید که هر دو بازدارنده در هر سه دمای مطالعه شده از نوع آندی هستند و نیم واکنش آندی را مهار می کنند. بالاترین راندمان بازدارندگی برای CTAB و TX-100 به ترتیب در غلظت 150 ppm و 200 ppm بدست آمد و نتایج نشان داد که سورفکتانت CTAB عملکرد بهتری نسبت به TX-100 برای محافظت از نیکل در این محیط دارد. ایزوترم های جذب نیز مورد بررسی قرار گرفتند و مشاهده گردید که جذب CTAB و TX-100 از مدل لانگمویر تبعیت می کند که همراه با ایجاد یک تک لایه روی سطح نیکل می باشد. اثر هم افزایی این دو سورفکتانت نیز مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج به دست آمده نشان داد که وقتی مخلوط دو

سورفکتانت به کار برده می شود درصد بازدارندگی به طور معنی داری افزایش می یابد که نشان می دهد مخلوط این دو سورفکتانت عملکرد بهتری نسبت به هریک از سورفکتانت ها بصورت جداگانه در محافظت از نیکل دارد.

۵- تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه سمنان به خاطر حمایت مالی این مقاله تشکر می کنند.

۶- مراجع

- [1] P. B. Raja, and M. G. Sethuraman, *Mater. Lett.* **62** (2008) 113.
- [2] M. Finsgar, and J. Jackson, *Corros. Sci.* **86** (2014) 17.
- [3] M. Purkait, S. Banerjee, S. Mewara, S. DasGupta, and S. De, *Water Res.* **39** (2005) 3885.
- [4] A. King, G. Johnson, D. Engelberg, W. Ludwig, and J. Marrow, *Science.* **321** (2008) 382.
- [5] G. Was, P. Ampornrat, G. Gupta, S. Teysseyre, E. West, T. Allen, K. Sridharan, L. Tan, Y. Chen, and X. Ren, *J. Nucl. Mater.* **371** (2007) 176.
- [6] C. Monticelli, A. Frignani, and G. Trabanelli, *Cement Concrete Res.* **30** (2000) 635.
- [7] K. Khaled, *Mater. Chem. Phys.* **124** (2010) 760.
- [8] H. Fan, M. Ding, Y. Cheng, Q. Li, and D. Xia, *Prog. Organ. Coat.* **126** (2019) 92.
- [9] Y. Yan, X. Wang, Y. Zhang, P. Wang, X. Cao, and J. Zhang, *Corros. Sci.* **73** (2013) 123.
- [10] S. Javadian, A. Yousefi, and J. Neshati, *Appl. Surf. Sci.* **285** (2013) 674.
- [11] M. Deyab, *J. Power Sources.* **292** (2015) 66.
- [12] H. Nady, *Egypt. J. Pet.* **26** (2017) 905.
- [13] Y. Zhu, M. L. Free, R. Woollam, and W. Durnie, *Prog. Mater. Sci.* **90** (2017) 159.
- [14] M. Mobin, M. Parveen, and M. Rafiquee, *Arab. J. Chem.* **10** (2017) S1364.
- [15] I. Aiad, S. M. Shaban, A. H. Elged, and O. H. Aljoboury, *Egypt. J. Pet.* **27** (2018) 877.
- [16] S. M. Shaban, I. Aiad, A. H. Moustafa, and O. H. Aljoboury, *J. Mol. Liq.* **273** (2019) 164.
- [17] M. Zolfaghari, A. Arab, and A. R. Asghari, *J. Appl. Chem.* **13** (2019) 37.
- [18] C. Zhang, H. Duan, and J. M. Zhao, *Corros. Sci.* **112** (2016) 160.