



استفاده از پلی آنیلین به عنوان پوشش ضد رسوب زیستی فولاد

احمد بالازاده^۱، علی محمدخواه^۲، نادر شعبانی پور^۳

^۱ شرکت بهره برداری و تعمیراتی مپنا، نیروگاه پره سر، گیلان، ایران، Balazadeh_a@mapnaom-ps.com

^۲ دانشکده علوم، دانشگاه گیلان، رشت، ایران، mohammadkhah@guilan.ac.ir

^۳ دانشکده علوم، دانشگاه گیلان، رشت، ایران، shabani@guilan.ac.ir

چکیده

رشد رسوبات زیستی بر روی سطوح تجهیزات شناور در آب دریا مشکلات زیادی در صنایع مرتبط با دریا بوجود می آورد. یکی از روش های مقابله با عوامل رسوب زیستی پوشش ها می باشند. در این مطالعه آنیلین به روش الکتروشیمیایی بر روی سطح فولاد به عنوان پوشش ضد رسوب زیستی پلیمریزه شد. پلیمریزاسیون الکتروشیمیایی آنیلین به روش ولتامتری چرخه ای بر روی صفحات فولاد زنگ نزن ۳۱۶ در ابعاد ۱۰ cm² به عنوان الکتروود کار صورت گرفت. شناسایی و تعیین ساختار پوشش پلی آنیلین تهیه شده با استفاده از ولتامتری چرخه ای، طیف سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه و میکروسکوپ الکترونی روبشی صورت گرفت. خواص ضد رسوب زیستی پلی آنیلین در جلوگیری از رشد کشتی چسب دریای خزر *Amphibalanus improvisus* در آزمایشگاه مورد مطالعه قرار گرفت. مطالعات نشان داد که پوشش پلی آنیلین تهیه شده، دارای خواص ضد رسوب زیستی محدود به سطح تماس در مقابله با کشتی چسب مذکور می باشد.

واژه های کلیدی

پلی آنیلین، پوشش، رسوب زیستی، کشتی چسب، فولاد زنگ نزن

۱- مقدمه

رسوبات زیستی از جمله مشکلاتی است که صنایع مرتبط با دریا از آن رنج می برند. تشکیل رسوبات زیستی علاوه بر رسوبات غیر آلی باعث مشکلاتی از قبیل افزایش مقاومت در برابر جریان سیال در داخل لوله ها و کاهش ظرفیت انتقال حرارتی در مبدل های گرمایی، مانند خنک کن های یکبار گذر آب دریا می گردد. نیروگاه های برق، پالایشگاه ها و دیگر مصرف کنندگان آب دریا، جهت مصارف خنک کاری بیشترین خسارت را از رشد موجودات رسوب کننده در مسیرهای انتقال آب دریا متحمل می گردند.

اگرچه تاکنون روش های مختلفی در مبارزه با رشد این موجودات مزاحم به کار گرفته شده است ولی همچنان نیاز به روشی سازگار با محیط زیست و با ویژگی های کاربردی مناسب، احساس می شود. از جمله روش های کنترل رسوبات زیستی استفاده از پوشش های ضد رسوب زیستی می باشد. پوشش هایی با مکانیسم های مختلف به صورت تجاری تولید شده است، اما همچنان تحقیقات بر روی پوشش های کم خطر برای زنجیره غذایی آبزیان، مورد توجه می باشد. پلیمرها در زمره موادی هستند که جهت تولید پوشش های با کاربرد مختلف از آن ها استفاده می گردد. در این بین، پلیمر های رسانا طی چند دهه گذشته مورد توجه بسیاری از دانشمندان قرار گرفته است. پلی آنیلین از مهم ترین پلیمرهای رساناست که به علت خواص منحصر به فرد آن بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. در این مقاله خواص پوششی پلی آنیلین بر روی فولاد در مقابله با کشتی چسب دریای خزر مورد مطالعه قرار گرفته است [۱].

در این پژوهش از کشتی چسب دریای خزر به عنوان گونه هدف استفاده گردید. کشتی چسب ها توزیع و پراکنش جهانی دارند. گونه هایی بر روی آبشش ده پایان و گروه هایی دارای زندگی آزاد هستند آنهایی که دارای زندگی آزاد هستند، به چسبیدن بر روی موجودات دیگر و بسترهای سخت و سازه های مصنوعی سازش یافته اند. چرخه حیات آنها پیچیده همراه با دگردیسی از مرحله لاروی تا بلوغ است.



از دو گونه کشتی چسب A.improvisus و A.eburneus فقط گونه A.improvisus در سواحل جنوبی دریای خزر وجود دارد. طبق مطالعات انجام شده این گونه پراکندگی یکنواختی در سواحل جنوبی دریای خزر دارد. کشتی چسب ها سریعا بر روی سطوح می نشینند و نیازی به تشکیل میکروفولینگ بر روی سطوح ندارند[2].

پلی آنیلین اولین بار در سال ۱۸۳۵ میلادی کشف شد و به عنوان رنگ با نام آنیلین سیاه برای رنگ کردن کتان استفاده شد[۳]. در سال ۱۹۶۰ میلادی این ماده به دلیل نشان دادن خواص الکتریکی مورد توجه قرار گرفت[۴]. مطالعات بر روی این ترکیب در اوایل قرن بیستم به ارایه ساختار اکتامر^۱ و کشف حالت های اکسایش متفاوت آن منجر شد و رسانایی الکتریکی آن تا مدت ها ناشناخته ماند[۵]. پلی آنیلین به علت داشتن دو فرم دوپینگ برگشت پذیر در میان پلیمرهای رسانا بی نظیر است. علاوه بر تحقیقاتی که در آن بر خواص ضد خوردگی پلی آنیلین پرداخته شده است، گزارش هایی از تاثیر پلی آنیلین بر رشد سلول های جانوری توسط محققان ارائه شده است. در این پژوهش خواص ضد رسوب زیستی پلی آنیلین جهت کاربرد بر روی سطح فولاد زنگ نزن در مواجهه با کشتی چسب دریای خزر مورد مطالعه قرار گرفته است.

۲- کار تجربی

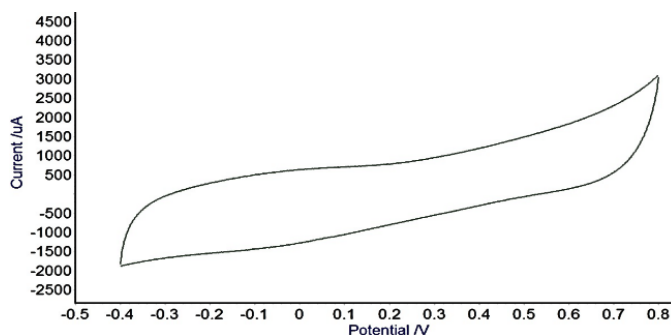
۲-۱ پلیمریزاسیون الکتروشیمیایی پلی آنیلین به روش ولتامتری برای تهیه الکتروشیمیایی پوشش های پلیمری از یک سل سه الکترودی استفاده گردید. همه آزمایش ها در دمای محیط آزمایشگاه انجام شد. برای انجام پلیمری شدن از یک سیستم الکترو تجزیه ای SAMA500 متصل به یک دستگاه کامپیوتر پنتیوم ۴ استفاده شد. محدوده پتانسیل اعمالی از ۰/۴- تا ۰/۸- ولت و نسبت به الکترو د مرجع کالومل انتخاب شد.

۲-۲ آزمایش خواص ضد رسوب زیستی پلی آنیلین: در این مرحله صفحات ۱۰×۱۰ سانتی متر SS316 پوشش داده شده با پلی آنیلین در حضور یک نمونه بدون پوشش در مخزن آزمایش به صورت عمودی و غوطه ور در آب دریا و در محل شمارش کشتی چسب های موجود بر روی صفحات با چشم غیر مسلح و مقایسه آن با نمونه شاهد بود. روش کار مشتمل بر شمارش کشتی چسب های موجود بر روی صفحات با چشم غیر مسلح و مقایسه آن با نمونه شاهد بود. جمعیت کشتی چسب ها بر روی صفحات SS16 شاهد و دارای پوشش، پس از ۱۴ روز بررسی و شمارش گردید. این آزمایش با سه تکرار انجام گرفت و نتایج حاصل ثبت گردید.

۲-۳ شناسایی پوشش پلی آنیلین تهیه شده جهت شناسایی و مطالعه ساختار شیمیایی و فیزیکی پوشش پلی آنیلین تهیه شده از روش های ولتامتری چرخه ای، طیف سنجی زیر قرمز تبدیل فوری، و میکروسکوپ الکترونی روبشی استفاده گردید.

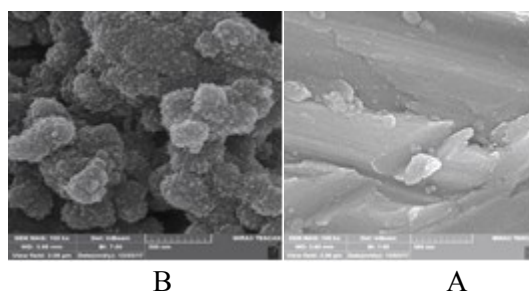
ولتاموگرام روبش پتانسیل بر روی الکترو د SS316 بدون پوشش پلی آنیلین جهت بررسی تداخلات الکترو لیت اگزالیک اسید بر روی رفتار اکسایش و کاهش نشان داده شده است. با دقت در شکل ۷ آشکار است که رفتار اکسایش-کاهش پوشش پلی آنیلین برگشت پذیر می باشد و پوشش تهیه شده در محلول اگزالیک اسید، از نظر الکتروشیمیایی در محدوده وسیعی از پتانسیل ها پایدار بوده و چسبندگی عالی بر سطح فلز SS316 دارد.

¹octamer



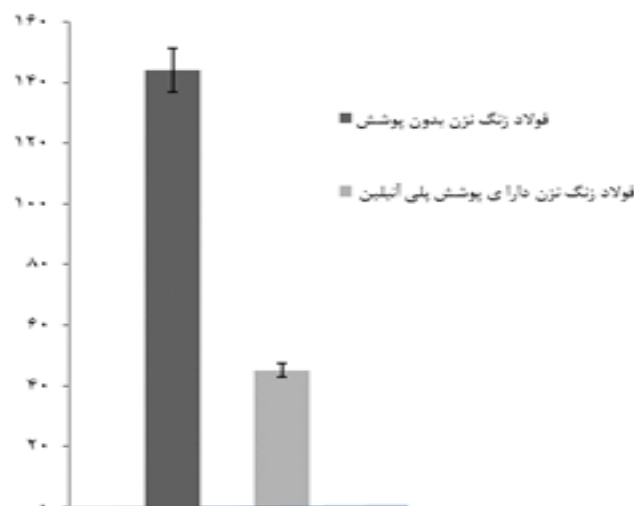
شکل (۱): ولتاموگرام چرخه ای اگزالیک اسید ۰/۲ مولار، SS316 به عنوان الکترود کار، سرعت روبش ۱۰۰ mV/S

داده های حاصل از میکروسکوپ الکترونی ساختار بهم فشرده در ابعاد نانو پوشش را نمایان می سازد. شکل ۲.



شکل (۲): تصاویر تهیه شده با میکروسکوپ الکترونی روبشی، SS316 (A) بدون پوشش با بزرگنمایی ۱۰^۵، (B) مربوط به SS316 دارای پوشش پلی آنیلین با بزرگنمایی ۱۰^۵

شکل ۳ نمودار ستونی مربوط به میانگین جمعیت کشتی چسب های موجود بر صفحات SS316 بدون پوشش و دارای پوشش پلی آنیلین را نشان می دهد. این نتایج حاصل سه تکرار همزمان می باشد. مقایسه میانگین فراوانی جمعیت کشتی چسب های موجود بر روی صفحات شاهد و دارای پوشش پلی آنیلین، تفاوت معناداری را نشان می دهد. با توجه به تفاوت موجود تاثیر مستقیم پوشش پلی آنیلین در کاهش رسوبات زیستی کشتی چسب مشخص می باشد. همچنین با توجه به قرارگیری نمونه های بدون پوشش و دارای پوشش در موقعیت مکانی نزدیک به هم و عدم کاهش در جمعیت صفحات بدون پوشش محدودیت خواص ضد رسوب زیستی پلی آنیلین به سطح تماس با این جانداران آشکار می گردد. از این رو می توان گفت که آزادسازی مواد شیمیایی سمی در محیط اطراف پوشش صورت نگرفته است.



شکل (۳): نمودار ستونی میانگین جمعیت کشتی چسب ها بر روی نمونه های SS316 شاهد و دارای پوشش پلی آنیلین پس از گذشت ۱۴ روز

۳- نتیجه گیری

در مطالعه خواص ضد رسوب زیستی پلی آنیلین در مقابله با کشتی چسب ها، پوشش پلی آنیلین به روش ولتامتری چرخه ای بر روی صفحات SS316L با ابعاد 10×10 سانتی متر مربع به عنوان الکتروود کار نشانده شد. شناسایی و بررسی ریخت شناسی سطح پوشش تهیه شده با استفاده از روش های ولتامتری چرخه ای، طیف سنجی تبدیل فوریه و میکروسکوپ الکترونی روبشی صورت گرفت. خواص ضد رسوب زیستی پوشش پلی آنیلین تهیه شده در مقابله با کشتی چسب دریای خزر در شرایط آزمایشگاهی بررسی گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین جمعیت کشتی چسب های متصل به صفحات SS316 بدون پوشش و دارای پوشش پلی آنیلین بیانگر این است که پلی آنیلین از خاصیت ضد رسوب زیستی در مواجهه با رشد کشتی چسب گونه *Amphibalanus improvisus* برخوردار می باشد. با توجه به رشد کشتی چسب بر روی سطوح بدون پوشش که خاصیت ضد رسوب زیستی پوشش پلی آنیلین محدود به سطح تماس می باشد. از این رو در مقایسه با پوشش های ضد رسوب زیستی حاوی ترکیبات فلزی مس سازگاری بیشتری با محیط زیست دریایی داشته و منجر به آزادسازی مواد سمی در آب دریا نمی گردد. با توجه به مطالعات پیشین در زمینه خواص ضد خوردگی فولاد پلی آنیلین، انتظار می رود اتصال بدون واسطه پلیمر به سطح فولاد و یکنواخت بودن آن در مقایسه با پوشش های رزینی علاوه بر نقش حفاظت از خوردگی از بروز جنبه هایی از خوردگی زیر لایه ای نیز جلوگیری به عمل آورد.

مراجع:

- [1] Jenner, H. A., Whitehouse, J. W., Taylor, C. J., & Khalanski, M. (1998). Cooling water management in European power stations: biology and control of fouling (Vol. 1). Paris: Electricité de France. PP. 90-97
- [2] torabi jafroudi hor, Taghavi H, Rahimibashar M R, (2015) "Distribution pattern of invasive barnacles of Caspian Sea, *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854), in the rocky shores of south
- [3] Farchioni, R., & Grosso, G. (Eds.). (2013). "Organic electronic materials: conjugated polymers and low molecular weight organic solids". Springer Science & Business Media. Vol. 41, pp. 3-33
- [4] Wallace, G. G., Teasdale, P. R., Spinks, G. M., & Kane-Maguire, L. A. (2008). "Conductive electroactive polymers: intelligent polymer systems". New York, CRC press.
- [5] Jozefowicz, M., Yu, L. T., Perichon, J., & Buvet, R. (1969). New properties of semiconductor polymers". Polymer science., HOBOKEN, USA: JOHN WILEY & SONS INC. pp. 1187