



## تأثیر سدیم دودسیل سولفات بر ساختار و خواص ضد خوردگی پوشش فسفات بر روی آلیاژ منیزیم AZ31

رضا امینی<sup>۱</sup>، علی اصغر سرابی<sup>۲\*</sup>، سید محمود کثیریه<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران، صندوق پستی: ۴۴۱۳-۱۵۸۷۵

۲- استادیار، دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران، صندوق پستی: ۴۴۱۳-۱۵۸۷۵

۳- مربی، دانشکده مهندسی پلیمر و رنگ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران، صندوق پستی: ۴۴۱۳-۱۵۸۷۵

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۱۸ در دسترس به صورت الکترونیکی از: ۱۳۸۹/۹/۲۰

### چکیده

سدیم دودسیل سولفات (SDS) به عنوان یک شتاب دهنده جایگزین نیتريت سدیم در حمام فسفات به کار گرفته شد. تأثیر این ماده فعال سطحی بر ریخت‌شناسی و خواص ضد خوردگی پوشش فسفات ایجاد شده بر روی آلیاژ منیزیم AZ31 بررسی گردید. پوشش فسفات خاکستری روشن در حمام فسفات محتوی سدیم دودسیل سولفات در دمای ۴۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۵ دقیقه بر روی زمینه آلیاژ منیزیم AZ31 تشکیل شد. ساختار و ریخت‌شناسی سطح پوشش‌های فسفات و ترکیب درصد عناصر موجود در پوشش‌ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی و آنالیز عنصری اشعه ایکس مشاهده و تجزیه و تحلیل شد. همچنین سرعت و مقاومت در برابر خوردگی پوشش‌ها با استفاده از آزمون پلاریزاسیون بررسی گردید. نتایج نشان داد که با استفاده از سدیم دودسیل سولفات به عنوان یک شتاب دهنده جایگزین نیتريت در حمام فسفات، فاز اصلی هوپیت در جهات مختلف با یکنواختی بیشتری شروع به رشد می‌کند و پوششی با تراکم بالاتر و نفوذپذیری پایین‌تر حاصل می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از آزمون پلاریزاسیون، افزایش غلظت سدیم دودسیل سولفات در حمام باعث افزایش مقاومت به خوردگی پوشش فسفات می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پوشش فسفات، آلیاژ منیزیم AZ31، سدیم دودسیل سولفات، خوردگی، پلاریزاسیون.

## Influence of Sodium Dodecyl Sulfate on Structure and Anti-corrosive Properties of Phosphate Coating on AZ31 Magnesium Alloy

R. Amini, A. A. Sarabi\*, S. M. Kassiriha

Faculty of Polymer and Color Engineering, Amirkabir University of Technology, P.O. Box 15875-4413, Tehran, Iran

### Abstract

Sodium dodecyl sulfate (SDS) was used as an accelerating reagent to replace nitrite in phosphating bath. Effect of this surfactant on the morphology and anticorrosive performance of phosphate coating on AZ31 magnesium alloy was studied. The light grey phosphate coating was formed on AZ31 magnesium alloy from the zinc phosphating bath containing sodium dodecyl sulfate at temperature of 45-50 °C and in about 5 minutes. SEM and EDX were utilized to investigate the morphology and elemental compositions of the phosphate coatings. In addition, DC polarization was used to reveal the anticorrosive resistance of phosphate coatings. Results showed that, using SDS as an accelerating reagent to replace nitrite in phosphating bath has caused a more uniform formation of hopeite phase at different directions. In addition, a denser and less permeable coating can be obtained at this conditions. The corrosion resistance of phosphate coatings was superiorly improved using higher SDS concentration in the phosphating bath. *J. Color Sci. Tech.* 4(2010), 183-189 © Institute for Color Science and Technology.

**Keywords:** Phosphate coating, AZ31 magnesium alloy, Sodium dodecyl sulfate, Corrosion, Polarization.

فسفات‌ها روی را بر روی آلیاژ منیزیم AM60 مطالعه کردند و دریافتند که فاز اصلی پوشش فسفات‌ها از بلورهای هونیت تشکیل شده است [۱۰،۱۱].

در بیشتر پژوهش‌های انجام گرفته [۴،۱۰،۱۱] نیتريت سدیم به عنوان عامل شتاب دهنده برای شتاب دادن فرآیند و بهبود تشکیل پوشش به حمام فسفات‌ها اضافه شده است. اما به دلیل این که نیتريت نیز سرطان‌زاست، در صورت امکان باید از به کارگیری آن در پوشش اجتناب شود [۷]. نیو<sup>۳</sup> و همکاران تأثیر سدیم متا نیترو بنزن سولفونات را بر ساختار پوشش فسفات‌ها ایجاد شده بر روی آلیاژ منیزیم AZ91D بررسی کردند [۷]. آن‌ها دریافتند که استفاده از سدیم متا نیترو بنزن سولفونات در حمام فسفات‌ها باعث سهولت تشکیل پوشش فسفات‌ها و کاهش تخلخل آن می‌گردد.

در این تحقیق سدیم دودسیل سولفات (SDS) به عنوان یک شتاب دهنده جایگزین نیتريت به کار گرفته شد و تأثیر غلظت‌های متفاوت آن بر خواص ضد خوردگی و ساختار پوشش فسفات‌ها ایجاد شده بر روی آلیاژ منیزیم AZ31 بررسی گردید.

## ۲- بخش تجربی

### ۲-۱- مواد

نمونه‌های آلیاژ منیزیم AZ31 با ابعاد ۲۵ mm × ۲۵ mm × ۵ mm به عنوان فلز زمینه استفاده شدند. آنالیز این آلیاژ که توسط دستگاه کوانتومتری Metal Lab 75-80J ساخت GNR ایتالیا انجام گرفت، در جدول ۱ آمده است. نمونه‌های منیزیمی پس از آماده‌سازی برای پوشش‌دهی در حمام فسفات‌ها تهیه شده مطابق جدول ۲ غوطه‌ور شدند.

جدول ۱: ترکیبات آلیاژ منیزیم AZ31 (درصد وزنی).

Al	Zn	Mn	Si	Fe	Na	Mg
۳،۱۰۹	۰،۹۱۴	۰،۳۰۷	۰،۰۰۴	۰،۰۲۴	۰،۰۰۱	Balance

جدول ۲: ترکیبات حمام فسفات‌ها.

غلظت (g/L)	ترکیب
۳،۲	اکسید روی
۱،۷	فلورید سدیم
۲،۴	اسید تارتاریک
۰-۰،۸	نیتريت سدیم یا SDS
۱۰ ml/L	اسید فسفریک (۸۵٪)

### ۱- مقدمه

امروزه در صنایع مختلف موضوع کاهش وزن قطعات به صورت جدی مورد توجه قرار گرفته است. در این میان آلیاژهای منیزیم به عنوان آلیاژهای فلزی بسیار سبک با خواص فیزیکی و مکانیکی عالی نظر پژوهشگران را به خود معطوف کرده است. چگالی فلز منیزیم ۱،۷۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب است که این مقدار ۶۷ درصد چگالی آلومینیوم و ۲۵ درصد چگالی آهن می‌باشد [۵-۱]. متأسفانه مقاومت ضعیف آلیاژهای منیزیم در برابر خوردگی، استفاده از آن را در بسیاری از کاربردها محدود ساخته است. پتانسیل احیایی استاندارد منیزیم نسبت به الکتروود استاندارد هیدروژن ۲،۴۰- ولت است که نشان از فعالیت بالای الکتروشیمیایی این فلز دارد [۲]. روش‌های متعددی برای افزایش مقاومت به خوردگی منیزیم و آلیاژهای آن وجود دارد. این روش‌ها شامل آبکاری الکتروشیمیایی، پوشش‌های تبدیلی، آندایزینگ، پوشش‌های هیدریدی، پوشش‌های آلی و فرآیندهای فاز بخار است [۶]. در میان این روش‌ها پوشش‌های تبدیلی شیمیایی به لحاظ اقتصادی از مقبولیت بیشتری برخوردار بوده‌اند [۷]. در حال حاضر پوشش‌های تبدیلی کرومات‌ها به دلیل پایین بودن هزینه‌شان به طور گسترده به منظور جلوگیری از خوردگی آلیاژهای منیزیم و ایجاد یک پوشش پایه خوب برای پوشش رویه آلی بعدی به کار گرفته می‌شوند [۷،۸]. اما یون کرومات موجود در حمام این فرآیند به دلیل سرطان‌زا بودن، مشکلات جدی زیست محیطی ایجاد می‌کند. بنابراین استفاده از این پوشش‌ها در سال‌های اخیر محدود شده است [۹]. پوشش فسفات‌ها به عنوان یک پوشش عاری از کرومات، با حفظ سایر خواص مطلوب جایگزین مناسبی برای پوشش کرومات‌ها می‌باشد [۱۰،۱۱]. پوشش فسفات‌ها به عنوان یک لایه واسطه با زبری بالا، چسبندگی پوشش رویه را به فلز زمینه تقویت می‌کند. همچنین مقاومت به خوردگی فلز زمینه را افزایش می‌دهد. مهم‌تر از همه این که ترکیب فسفات‌ها نسبت به پوشش تبدیلی کرومات‌ها، به لحاظ زیست محیطی مناسب می‌باشد [۷].

ایجاد پوشش فسفات‌ها بر روی سطح منیزیم به دلیل فعالیت بالای الکتروشیمیایی این فلز، نسبت به فلزاتی مانند فولاد و آلومینیوم مشکل‌تر است. البته پژوهش‌های متعددی در این راستا صورت گرفته است [۷].

چینگ<sup>۱</sup> و همکاران مقاومت در برابر خوردگی پوشش فسفات‌ها ایجاد شده بر روی آلیاژ منیزیم AZ31 را بررسی کردند [۸]. آن‌ها شرایط بهینه دمای فرآیند و زمان غوطه‌وری در حمام فسفات‌ها را برای رسیدن به مقاومت خوردگی بالای پوشش به دست آوردند و دریافتند که با افزایش دمای فرآیند، مقاومت به خوردگی پوشش فسفات‌ها افزایش می‌یابد. کواپسنی<sup>۲</sup> و همکاران رشد و رفتار الکتروشیمیایی پوشش‌های

1- Cheng  
2- Kouisni

3- Niu

برای مطالعه خواص ضد خوردگی پوشش‌ها از دستگاه پتانسیودینامیک استفاده شد. برای این منظور آزمون پلاریزاسیون توسط دستگاه AUTOLAB PG STAT12 با نرخ اسکن ۰,۰۱ ولت بر ثانیه و محدوده پتانسیل  $\pm 100$  میلی ولت اطراف پتانسیل OCP در محیط نمکی سدیم کلرید ۳,۵ درصد وزنی انجام گرفت. برای این منظور یک مربع از سطح پوشش با مساحت یک سانتی‌متر مربع انتخاب و سایر قسمت‌های نمونه با مخلوط مذابی از بیرواکس و کلوفونی با نسبت ۲,۵ به ۱ پوشانده شد. مربع جدا شده در معرض الکترولیت قرار گرفت. برای انجام این آزمون از یک سیستم سه الکترودی شامل الکترود مرجع Ag/AgCl و الکترود کمکی پلاتین و الکترود کار (نمونه منیزیمی فسفات شده) استفاده گردید. نرم افزار GPES برای ارزیابی نتایج حاصل از آزمون و اندازه‌گیری  $E_{corr}$  و  $I_{corr}$  و  $R_p$  به کار گرفته شد.

### اندازه‌گیری وزن پوشش فسفات

برای اندازه‌گیری وزن پوشش فسفات از روش زیر استفاده گردید [۱۷]. نمونه‌های فسفات شده خشک و سپس توزین شدند. در مرحله بعد پوشش فسفات با غوطه‌وری در یک حمام قلیایی (هیدروکسید سدیم ۱۰ درصد) در دمای ۶۵-۷۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت حدود ۱۵ دقیقه، از روی فلز زمینه زدوده شد. به محض این که پوشش‌های فسفات به طور کامل زدوده شدند، نمونه‌ها دوباره خشک و توزین گردیدند. جرم پوشش فسفات بر واحد سطح با توجه به رابطه ۱ محاسبه شد.

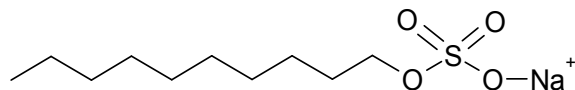
$$M = (M_1 - M_2) / S \quad (1)$$

در این رابطه M جرم پوشش فسفات بر واحد سطح (بر حسب گرم بر متر مربع)،  $M_1$  جرم نمونه منیزیم فسفات شده (بر حسب گرم)،  $M_2$  جرم نمونه منیزیم فسفات شده پس از فسفات‌زدایی (بر حسب گرم) و S مساحت سطح نمونه (بر حسب متر مربع) می‌باشد.

### ۳- نتایج و بحث

اثر غلظت‌های متفاوت سدیم دودسیل سولفات بر وزن پوشش فسفات در شکل ۲ نشان داده شده است. همان طور که در شکل مشخص است، افزایش غلظت سدیم دودسیل سولفات افزایش جرم پوشش فسفات تشکیل شده بر واحد سطح آلیاژ منیزیمی را در بر خواهد داشت. این مسأله بیانگر این مطلب می‌باشد که استفاده از سدیم دودسیل سولفات در حمام فسفات به جای نیتريت سدیم می‌تواند به ایجاد پوشش‌های فسفات با وزن مناسب‌تری بیانجامد. مکانیسم شتاب‌دهندگی سدیم دودسیل سولفات در ادامه بررسی خواهد شد.

ساختار سدیم دودسیل سولفات در شکل ۱ نشان داده شده است. چگالی این ماده ۱,۰۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب و غلظت بحرانی مایسل برای این ماده در آب خالص و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برابر با ۲,۳۶ گرم بر لیتر است [۱۲].



شکل ۱: ساختمان شیمیایی سدیم دودسیل سولفات (سدیم لوریل سولفات).

### ۲-۲- روش کار

ابتدا نمونه‌ها بوسیله کاغذهای سنباده شماره ۶۰، ۳۲۰ و ۱۰۰۰ سیقل داده شدند. سپس به مدت ۱۰ دقیقه در دمای محیط در محلول ۱۰ درصد هیدروکسید پتاسیم (KOH) چربی زدایی گردیدند. در نهایت با آب مقطر شستشو داده شدند و مدت زمان ۵ دقیقه در جریان هوای گرم ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند.

نمونه‌های آماده‌سازی شده برای پوشش‌دهی در حمام فسفات قرار داده شدند. برای این منظور حمام فسفات با مشخصات ذکر شده در جدول ۲ تهیه گردید. پوشش‌های فسفات با غوطه‌وری در حمام فسفات روی برای مدت زمان ۵ دقیقه در دمای ۴۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد و محدوده pH ۱,۹-۲,۱ تشکیل شدند. از اتانول آمین برای تنظیم کردن pH حمام فسفات استفاده گردید. کدگذاری و مشخصات پنج نمونه فسفات شده مورد بررسی در این تحقیق در جدول ۳ آمده است. برای انجام آزمون‌های متفاوت و با در نظر گرفتن دو یا سه بار تکرارپذیری آزمون‌ها، تعداد ۸ نمونه از هر یک از فرمول‌ها تهیه گردید.

pH متر دیجیتال مدل CONSORT-C832 ساخت بلژیک برای اندازه‌گیری pH محلول‌های حمام فسفات به کار گرفته شد. از میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FE-SEM) مدل Philips-XL30 و آنالیز عنصری اشعه ایکس (EDX) برای بررسی ریزساختار و ریخت‌شناسی پوشش‌های فسفات ایجاد شده در شرایط مختلف و ترکیب درصد عناصر موجود در پوشش‌ها استفاده گردید.

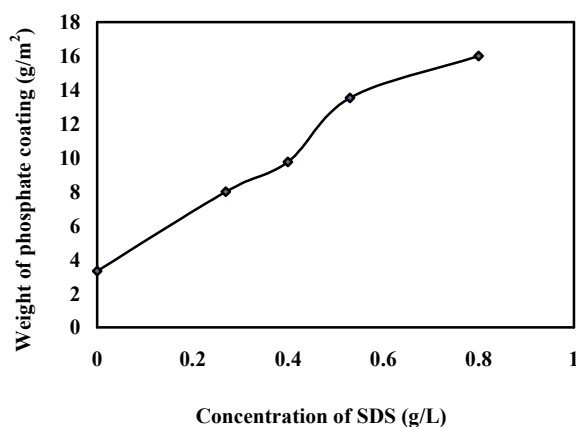
جدول ۳: کد و مشخصات نمونه‌ها.

کد نمونه	غلظت SDS (g/L)	غلظت نیتريت سدیم (g/L)
B <sub>1</sub>	۰	۰,۸
B <sub>2</sub>	۰,۲۷	۰,۵۳
B <sub>3</sub>	۰,۴	۰,۴
B <sub>4</sub>	۰,۵۳	۰,۲۷
B <sub>5</sub>	۰,۸	۰

ترک‌های ریز ناشی از احیای ناگزیر هیدروژن در نمونه‌های نیتريت‌دار مشاهده می‌شود که در مورد نمونه حاوی SDS به تنهایی باز هم به دلیل رشد بیشتر و یکنواخت‌تر بلورها این ترک‌ها بسیار کمتر هستند. در حین فرآیند فسفات‌دهی، سطح نمونه به نواحی میکروآندی (نواحی با چگالی الکترونی پایین‌تر) و نواحی میکروکاتیدی (نواحی با چگالی الکترونی بالاتر) تقسیم می‌شود [۱۰]. در نمونه نیتريت‌دار (B<sub>1</sub>) نیتريت به عنوان یک شتاب‌دهنده یون‌های هیدروژن موجود در حمام فسفات‌دهی را مصرف می‌کند و pH حمام را در نزدیکی سطح آلیاژ منیزیمی به سرعت افزایش می‌دهد. این رخداد منجر به واکنش یون‌های تشکیل‌دهنده پوشش فسفات‌دهی ( $Zn^{2+}, H_2PO_4^-$ ) بر روی سطح نواحی میکروکاتیدی و تشکیل هرچه بیشتر پوشش بر روی سطح آلیاژ منیزیمی می‌شود [۷].

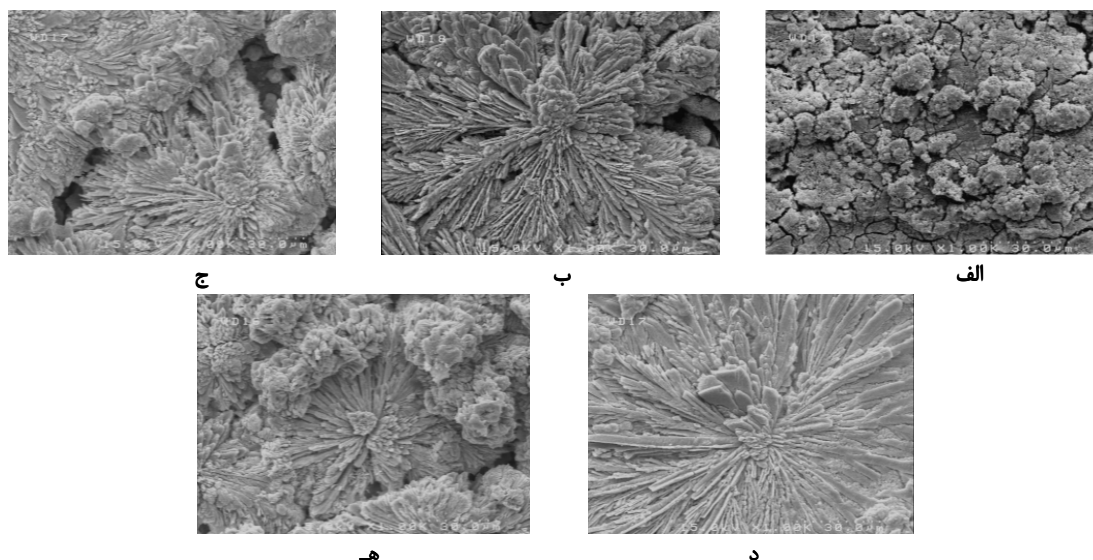
همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، سدیم دودسیل سولفات ( $C_{12}H_{25}SO_4Na$ ) یک ماده فعال سطحی از نوع آنیونی است. به همین دلیل مولکول‌های این ماده هنگام اضافه شدن در حمام فسفات‌دهی در نواحی میکروآندی جذب می‌شوند و سبب می‌شوند این نواحی به عنوان نواحی میکروکاتیدی عمل کنند. بنابراین میزان نواحی میکروکاتیدی را در حمام فسفات‌دهی افزایش می‌دهد. در نتیجه با شتاب دادن به فرآیند فسفات‌دهی باعث تشکیل بلورهای ریز و درشت فسفات روی (هوپتیت) بر روی سطح فلز می‌شود.

#### 1- Slab

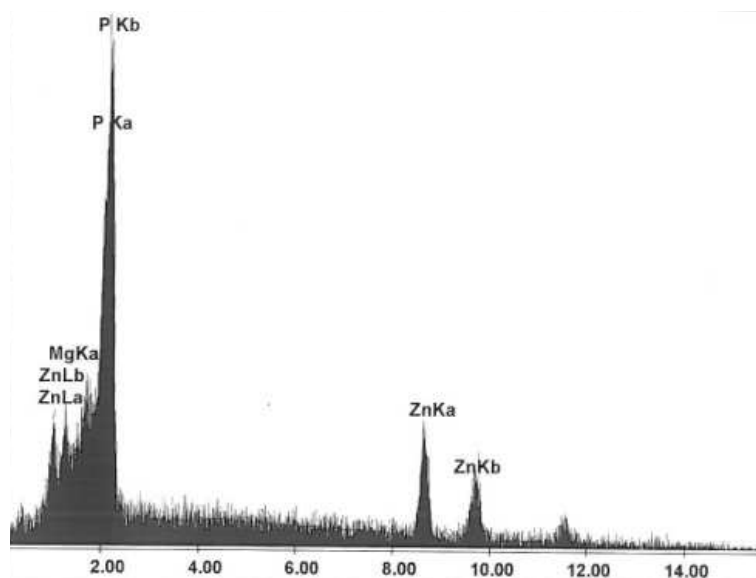


شکل ۲: اثر غلظت‌های متفاوت سدیم دودسیل سولفات بر وزن پوشش فسفات‌دهی.

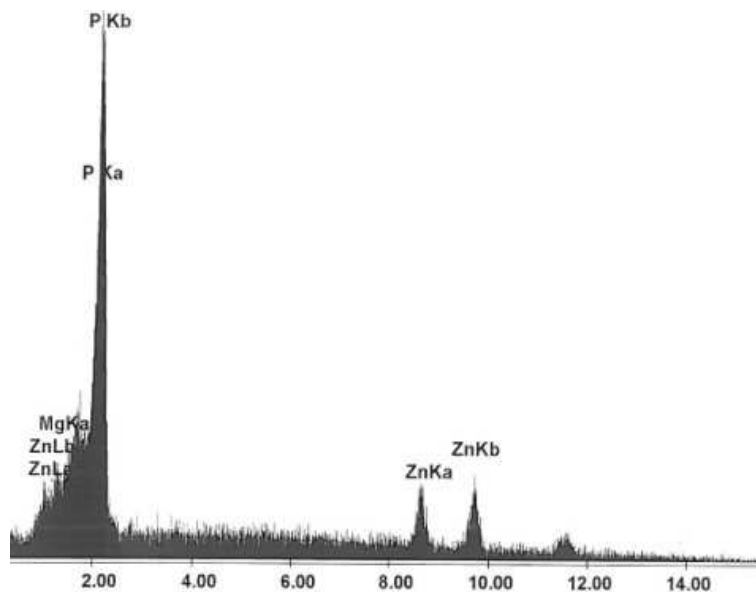
شکل ۳: ریخت‌شناسی سطح پوشش‌های فسفات‌دهی مورد بررسی را با ۱۰۰۰ برابر بزرگنمایی نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، بلورهای فسفات‌دهی تشکیل شده در حمام نیتريت‌دار شامل تعدادی خوشه و ذرات ریز هستند. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌های EDX که به صورت انتخابی برای دو نمونه B<sub>1</sub> و B<sub>5</sub> در شکل ۴ آمده است، خوشه‌های به شکل گل کلم هوپتیت ( $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ ) و ذرات ریز ذرات فلز روی می‌باشند [۷]. اما بلورهای فسفات‌دهی تشکیل شده در حمام حاوی سدیم دودسیل سولفات علاوه بر اشکال مذکور دارای بلورهای با شکل ورقه‌ای<sup>۱</sup> نیز هستند که نشانگر رشد بیشتر بلورهای فسفات‌دهی در این حمام می‌باشد. تعدادی



شکل ۳: تصاویر میکروسکوپ الکترونی مربوط به ریخت‌شناسی سطح پوشش‌های فسفات‌دهی با بزرگنمایی ۱۰۰۰ (الف: نمونه B<sub>1</sub>؛ ب: نمونه B<sub>2</sub>؛ ج: نمونه B<sub>3</sub>؛ د: نمونه B<sub>4</sub>؛ ه: نمونه B<sub>5</sub>).



الف



ب

شکل ۴: آنالیز EDX پوشش فسفات تشکیل شده بر روی آلیاژ منیزیم: الف) پوشش حاصل از حمام حاوی شتاب‌دهنده نیتريت سدیم به تنهایی (B<sub>1</sub>)، ب) پوشش حاصل از حمام حاوی شتاب‌دهنده سدیم دودسیل سولفات به تنهایی (B<sub>5</sub>).

این رویداد افزایش وزن پوشش فسفات در اثر افزایش غلظت SDS در حمام است که در شکل ۲ بررسی گردید. تصاویر میکروسکوپ الکترونی ارائه شده نیز مؤید این مطلب است که با افزودن SDS به جای نیتريت در حمام، پوششی با یکنواختی بالاتر و نفوذپذیری کمتر خواهیم داشت.

نمودارهای پلاریزاسیون برای هر یک از نمونه‌های فسفات شده در شکل ۵ آمده است. از مقایسه پتانسیل خوردگی نمونه‌ها این نتیجه به

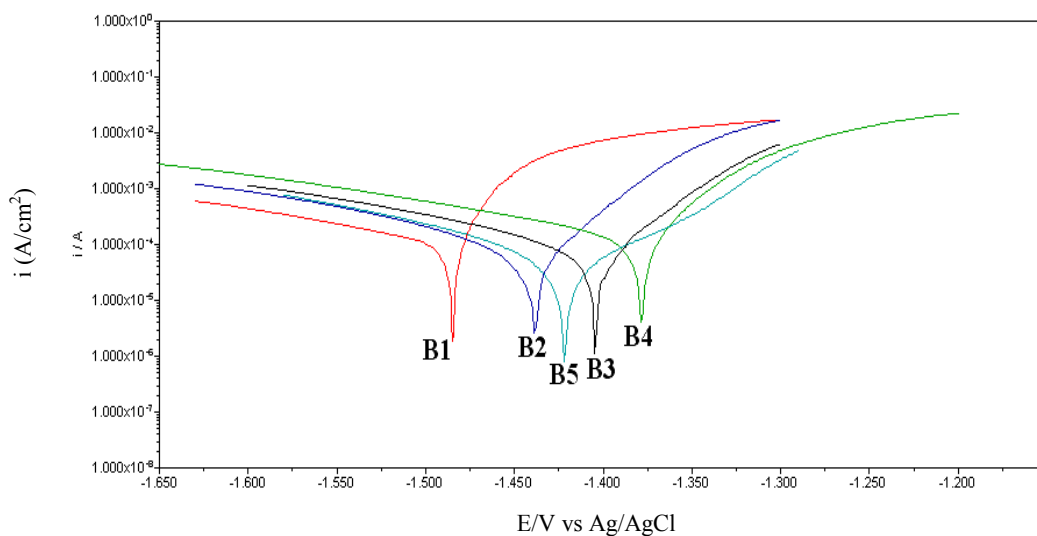
برای مطالعه سرعت خوردگی و مقاومت در برابر خوردگی نمونه‌های منیزیمی فسفات شده، آزمون پلاریزاسیون بر روی نمونه‌ها صورت پذیرفت. نتایج حاصل از آزمون پلاریزاسیون انجام گرفته بر روی نمونه‌ها به طور کامل در جدول ۴ آمده است. همان‌طور که مشخص است با افزایش غلظت SDS در حمام چگالی جریان خوردگی کاهش می‌یابد. این پدیده بیانگر بهبود مقاومت در برابر خوردگی در پوشش حاصل از حمام محتوی SDS بیشتر می‌باشد. یکی از دلایل

شدن بر روی نواحی میکروآندی و جلوگیری از انحلال زیاد منیزیم در حمام فسفات از احیای یونهای  $Zn^{2+}$  و ترسیب آن‌ها بر روی سطح می‌کاهد. بنابراین با تأیید تصاویر میکروسکوپ الکترونی پوشش حاصل شده در حمام فسفات محتوی SDS دارای مقادیر بالاتری از فاز هوپتیت (فسفات روی) در مقایسه با پوشش حاصل از حمام فسفات محتوی نیتريت سدیم می‌باشد.

دست می‌آید که با حضور SDS در حمام، همراه با کاهش چگالی جریان خوردگی پتانسیل خوردگی به پتانسیل‌های مثبت‌تر جابجا می‌شود. این به معنای کاهش میزان خوردگی پوشش در اثر افزودن SDS می‌باشد همه مشاهدات بالا بیانگر این موضوع هستند که SDS جذب در نواحی آندی از یک سو باعث افزایش سطوح کاتدی می‌شود و تشکیل فاز هوپتیت را بر روی سطح فلز تسریع می‌کند و از سوی دیگر از انحلال زمینه منیزیمی جلوگیری می‌کند. همچنین با جذب

جدول ۴: نتایج حاصل از آزمون پلاریزاسیون.

کد نمونه	$i_{corr.} (\mu A/cm^2)$	$E_{corr.} (V)$	$R_p (Ohm)$	$b_c (mV/dec)$	$b_a (mV/dec)$
B <sub>1</sub>	۹۳,۸۳	-۱,۴۸۶	۱۸,۷۳	۲۵	۱۶۱
B <sub>2</sub>	۷۱,۹۹	-۱,۴۴۰	۳۷,۰۳	۴۷	۱۲۹
B <sub>3</sub>	۵۹,۶۰	-۱,۴۱۹	۵۰,۳۸	۵۲	۱۲۷
B <sub>4</sub>	۶۴,۲۱	-۱,۴۳۱	۴۷,۷۹	۵۰	۱۲۱
B <sub>5</sub>	۳۳,۰۱	-۱,۴۲۲	۷۷,۸۳	۷۵	۷۹



شکل ۵: نمودارهای پلاریزاسیون نمونه‌های فسفات شده.

هستند و تعدادی ذرات بلوری روی نیز در پوشش وجود دارد. با جایگزینی SDS به جای نیتريت در حمام، فاز هوپتیت در جهات مختلف شروع به رشد کرد و مقدار فلز روی به سرعت کاهش یافت. با افزایش غلظت SDS در حمام، چگالی جریان خوردگی کاهش یافت. بنابراین افزایش غلظت SDS در حمام باعث افزایش مقاومت به خوردگی پوشش فسفات حاصل گردید. سدیم دودسیل سولفات با جذب بر روی نواحی میکروآندی آلیاژ منیزیم از انحلال زیاد زمینه منیزیمی جلوگیری کرد و همچنین هسته‌سازی فسفات روی را در این نواحی تسهیل نمود. بدین ترتیب بلورهای ریز و درشت فسفات بر روی زمینه آلیاژ منیزیمی AZ31 تشکیل شدند.

#### ۴- نتیجه‌گیری

اثر سدیم دودسیل سولفات (SDS) بر ریخت‌شناسی و خواص ضد خوردگی پوشش فسفات ایجاد شده بر روی آلیاژ منیزیم AZ31 بررسی گردید. افزایش غلظت سدیم دودسیل سولفات در حمام فسفات، جرم پوشش فسفات تشکیل شده بر واحد سطح آلیاژ منیزیمی را افزایش داد. نتایج حاصل از میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان داد بلورهای فسفات به شکل گل کلم و ورقه‌ای هستند که با جایگزینی SDS به جای نیتريت در حمام فسفات، تراکم این بلورها بیشتر می‌شود. آنالیز EDX پوشش فسفات تشکیل شده نشان داد بلورهای فسفات به شکل گل کلم و ورقه‌ای که فاز اصلی پوشش را تشکیل می‌دهند، هوپتیت

## ۵- مراجع

1. N. Scharnagl, C. Blawert, W. Dietzel, Corrosion protection of magnesium alloy AZ31 by coating with poly(ether imides) (PEI). *Surf. Coat. Technol.* 203(2009), 1423-1428.
2. L. H. Chiu, C. C. Chen, C. F. Yang, Improvement of corrosion properties in an aluminum-sprayed AZ31 magnesium alloy by a post-hot pressing and anodizing treatment. *Surf. Coat. Technol.* 191(2005), 181-187.
3. T. Ishizaki, I. Shigematsu, N. Saito, Anticorrosive magnesium phosphate coating on AZ31 magnesium alloy. *Surf. Coat. Technol.* 203(2009), 2288-2291.
4. L. Y. Niu, Z. H. Jiang, G. Y. Li, C. D. Gu, J. S. A. Lian, Study and application of zinc phosphate coating on AZ91D magnesium alloy. *Surf. Coat. Technol.* 200(2006), 3021-3026.
5. H. W. Huo, Y. Li, F. H. Wang, Corrosion of AZ91D magnesium alloy with a chemical conversion coating and electroless nickel layer. *Corros. Sci.* 46(2004), 1467-1477.
6. W. Zhou, D. Shan, E. Han, W. Ke, Structure and formation mechanism of phosphate conversion coating on die-cast AZ91D magnesium alloy. *Corros. Sci.* 50(2008), 329-337.
7. N. Li-yuan, L. Guang-yu, J. Zhong-hao, S. Li-ping, H. Dong, L. Jian-she, Influence of sodium metanitrobenzene sulphonate on structures and surface morphologies of phosphate coating on AZ91D. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China.* 16(2006), 567-571.
8. C. Ying-liang, W. Hai-lan, C. Zhen-hua, W. Hui-min, L. Ling-ling, Phosphating process of AZ31 magnesium alloy and corrosion resistance of coatings. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China.* 16(2006), 1086-1091.
9. Z. C. Kwo, S. S. Teng, Conversion-coating treatment for magnesium alloys by a permanganate-phosphate solution. *Mater. Chem. Phys.* 80(2003), 191-200.
10. L. Kouisnia, M. Azzi, M. Zertoubi, F. Dalard, S. Maximovitch, Phosphate coatings on magnesium alloy AM60 (part 1): Study of the formation and the growth of zinc phosphate films. *Surf. Coat. Technol.* 185(2004), 58-67.
11. L. Kouisnia, M. Azzi, S. Maximovitch, Phosphate coatings on magnesium alloy AM60 (part 2): Electrochemical behaviour in borate buffer solution. *Surf. Coat. Technol.* 192(2005), 239-246.
12. [http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium\\_dodecyl\\_sulfate](http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_dodecyl_sulfate), accessed online 8 Nov. 2010.