

## بررسی اثر الکترولیت بر رفتار صوتی پوشش‌های سرامیکی ایجادشده به شیوه اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی روی تیتانیوم

عباس بحرینی<sup>۱</sup>، علی عبوضزاده<sup>۲</sup>، محمد تلافی نوغانی<sup>۳\*</sup>، مرتضی ثقفی یزدی<sup>۱</sup>

۱. گروه مواد، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

۲. دانشکده مهندسی متالورژی و مواد، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

### چکیده

در این مقاله، پوشش اکسید تیتانیوم ( $\text{TiO}_2$ ) به روش اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی (پی‌ای) روی آلیاژ تیتانیوم  $\text{Ti6Al4V}$  ایجاد شده است. الکترولیت‌های بر پایه سدیم سیلیکات ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) و سدیم آلومینات ( $\text{NaAlO}_2$ ) در فرآیند پی‌ای انتخاب شدند. تأثیرات غلظت سدیم آلومینات (۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ گرم بر لیتر) بر ریزساختار و رفتار صوتی پوشش‌های ایجادشده مطالعه شدند. نتایج نشان دادند که مقدار بیشینه ضریب جذب صدا از ۰/۱۷ برای نمونه بدون پوشش به ۰/۴۸ برای نمونه‌ای که از الکترولیتی با ترکیب ۱۰ گرم بر لیتر سدیم سیلیکات و ۱۰ گرم بر لیتر سدیم آلومینات (نمونه  $\text{A10}$ ) به‌دست‌آمده، ارتقاء یافته است. این رفتار صوتی با مشخصات پوشش در ارتباط است. به طوری که نمونه با ۱۰ گرم بر لیتر سدیم آلومینات ( $\text{A10}$ ) کمینه اندازه حفرات و بیشینه ضخامت و تخلخل در مقایسه با سایر پوشش‌ها را دارد.

**کلیدواژه‌ها:** تیتانیوم، اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی (پی‌ای)، رفتار صوتی، سدیم آلومینات.

### ۱. مقدمه

موج صوتی یک موج طولی مکانیکی است که می‌تواند در جامدات، مایعات و گازها منتشر شود ولی قابل انتشار در خلأ نیست [۱]. امروزه علی‌رغم پیشرفت‌های صنعتی، مواجهه با صدای بیش از حد مجاز یکی از معضلات جدی در دنیا محسوب می‌شود. به همین دلیل، تولید مواد برای کنترل صدا و نوفه (نویز) بواسطه تغییرات فن‌آورانه و الزامات محصول در بسیاری از زمینه‌ها از جمله هوافضا (مثل کابین هواپیما)، وسایل حمل‌ونقل دریایی و زمینی، ساختمان‌ها و تأسیسات افزایش یافته است [۲-۴]. تیتانیوم و آلیاژهای آن، به دلیل خواص عالی مانند نسبت استحکام به وزن بالا، دمای ذوب بالا، خواص مکانیکی مناسب و زیست‌سازگاری در صنایع مختلف مانند هوافضا، صنایع شیمیایی و پزشکی به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند [۵]. فرآیندهای اصلاح سطحی عموماً برای بهبود خواص صوتی، مکانیکی، برقی و حرارتی استفاده

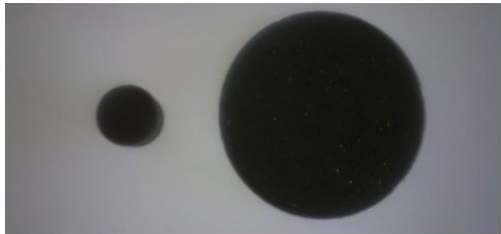
می‌شوند. بنابراین برای بهبود عملکرد تیتانیوم در زمینه‌ی خواص صوتی و مکانیکی می‌توان از پوشش‌های سطحی استفاده کرد [۶-۷]. برای این منظور پوشش‌های بسیاری (پلیمری)، کاشت یونی و پوشش‌های تبدیلی مانند فرآیند پوشش‌دهی اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی (پی‌ای)<sup>۱</sup> و آندایزینگ<sup>۲</sup> قابل استفاده هستند [۸]. روش اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی بر پایه‌ی پلاریزاسیون آندی مواد تحت فرآیند در یک الکترولیت آبی در شرایط تخلیه‌ی پلاسمایی بر سطح آند، استوار است. این فرآیند برای فلزاتی چون آلومینیم، تیتانیوم، منیزیم و آلیاژهای آن‌ها به‌کار برده می‌شود. در واقع ایجاد حفره‌ها و تخلخل‌های متعدد در مقیاس نانو به‌وسیله پوشش‌های متخلخل پی‌ای باعث می‌شوند که آلودگی‌های صوتی و نوفه‌های مزاحم در داخل پوشش به دام افتاده و انرژی این امواج صوتی به‌صورت انرژی گرمایی در پوشش آزاد شوند [۹].

<sup>۱</sup> PEO; Plasma Electrolytic Oxidation

<sup>۲</sup> Anodizing

\* نویسنده پاسخگو: noaghani@eng.ikiu.ac.ir

چربی‌زدایی در محفظه فراآوایی (آلتراسونیک) حاوی استون به مدت ۳ دقیقه؛ نمونه‌ها توسط آب مقطر شستشو شدند و سپس در هوای گرم، خشک گردیدند. در ادامه نمونه‌ها درون سامانه پوشش‌دهی قرار گرفتند و مراحل پوشش‌دهی انجام شد.



شکل ۱ نمونه‌های دایره‌ای تیتانیوم مورد آزمایش.

## ۲-۲. اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی

به‌منظور ایجاد پوشش‌های اکسیدی (پی‌ای) از الکترولیت‌های با ترکیب مختلف سدیم آلومینات استفاده شد. برای بررسی اثر غلظت یون آلومینیوم، پنج غلظت متفاوت از سدیم آلومینات در نظر گرفته شد؛ که ترکیب و غلظت الکترولیت‌های مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده‌اند. برای انجام این فرآیند از منبع تغذیه جریان تپی (پالسی) با چگالی جریان ۲۵۰ میلی‌آمپر بر سانتی‌متر مربع استفاده شد. سایر مؤلفه‌ها مانند زمان پوشش‌دهی ۴ دقیقه، بسامد ۱۰۰۰ هرتز و دوره کاری ۴۰ درصد برای تمام نمونه‌ها به‌صورت یکسان انتخاب شدند.

جدول ۱ ترکیب الکترولیت‌های پوشش‌دهی.

الکترولیت	سدیم سیلیکات (گرم بر لیتر)	سدیم آلومینات (گرم بر لیتر)
A۰	۱۰	۰
A۲.۵	۱۰	۲.۵
A۵	۱۰	۵
A۷.۵	۱۰	۷.۵
A۱۰	۱۰	۱۰

## ۲-۳. روش‌های مشخصه‌یابی پوشش

ریخت‌شناختی (مورفولوژی) سطحی، ضخامت و ساختار سطح مقطع پوشش اعمالی با میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی مورد بررسی قرار گرفتند. به‌منظور دستیابی به

بررسی خواص صوتی پوشش‌های اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی به ندرت در پژوهش‌های سایر محققان مشاهده می‌شود.

لیو و همکاران رفتار صوتی پوشش‌های اکسیدی پی‌ای ایجادشده روی فوم‌های تیتانیومی را بررسی نمودند. آن‌ها نشان دادند که با اعمال پوشش‌های اکسیدی پی‌ای، میزان حفرات میکرومتری و نانومتری روی سطح افزایش می‌یابد. آن‌ها بالاترین میزان ضریب جذب صدا را در بسامد ۴۰۰۰ هرتز مشاهده نمودند [۱۰].

چین و همکاران با ایجاد پوشش‌های پی‌ای روی فوم‌های آلومینیومی به بررسی ضریب جذب صدای این پوشش‌ها پرداخته‌اند. در این تحقیق میزان ضریب جذب صدا بعد از فرایند پی‌ای حدود ۵.۵ درصد بهبود یافته است. هم‌چنین براساس نتایج حاصل از این تحقیق، با کاهش اندازه حفرات و افزایش میزان تخلخل پوشش پی‌ای، امواج صوتی بیشتری به دام افتاده و ضریب جذب صدا افزایش می‌یابد [۱۱].

برخورداری و همکاران پژوهش تجربی با عنوان بررسی ضریب جذب صدا بر روی نانوکامپوزیت‌های آلومینیوم را انجام دادند [۱۲].

برای اینکه پوشش ایجادشده بتواند جذب صوتی خوبی از خود نشان دهد باید ساختار مناسبی از نظر قطر حفرات، باز و بسته بودن حفرات، ضخامت پوشش، میزان تخلخل، چگالی، ساختار شیمیایی ترکیب و غیره داشته باشد. بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی اثر تغییرات سدیم آلومینات بر ریزساختار و خواص صوتی پوشش‌های ایجادشده به روش اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی بر روی زیرلایه فلز تیتانیوم می‌باشد.

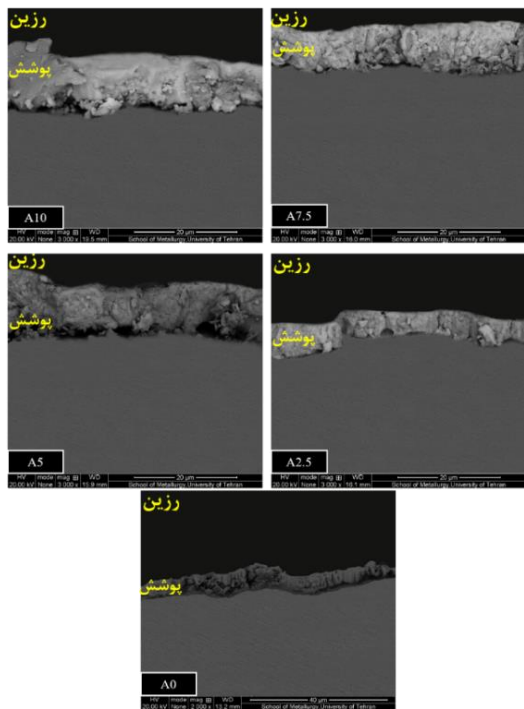
## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲-۱. آماده‌سازی نمونه

در این تحقیق نمونه‌های دایره‌ای شکل به ضخامت ۳ میلی‌متر و قطر ۳۰ و ۱۰۰ میلی‌متر از جنس آلیاژ تیتانیوم (Ti۶Al۴V) مورد استفاده قرار گرفته‌اند (تصاویر نمونه‌ها در شکل ۱ ارائه شده‌اند) از کاغذهای سمباده کاربید سیلیسیم با مش ۶۰ الی ۱۵۰۰ به‌منظور ایجاد سطح صیقلی و حذف آلودگی‌های سطحی استفاده شد. بعد از

ارائه شده‌اند.

در هر پنج پوشش ساختار شبه آتشفشانی شامل اکسیدها و مجراهای تخلیه (مسیرهای خروج مذاب در حین فرایند پوشش‌دهی) مشاهده شد. تشکیل این ساختار به دلیل ماهیت روش اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی و آزاد شدن گاز در طول فرآیند اکسیداسیون است [۱۳]. هم‌چنین به دلیل حضور سدیم آلومینات تنش‌های حرارتی ایجادشده افزایش یافته و ریزترک‌های متعددی بر روی پوشش دیده می‌شوند؛ اما به دلیل تفاوت در غلظت الکترولیت مورد استفاده برای هر یک از نمونه‌ها، اندازه و شکل توزیع حفرات و هم‌چنین ضخامت پوشش‌های ایجاد شده متفاوت خواهند بود [۱۴]. همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است با تغییر غلظت الکترولیت، ضخامت‌های متفاوتی برای پوشش اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی بدست آمده است.



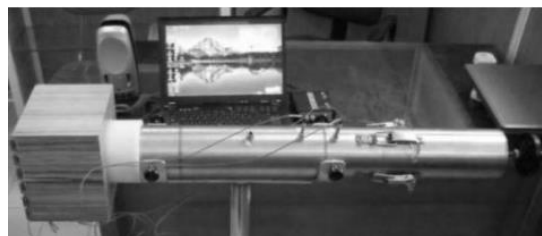
شکل ۳ تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از مقطع عرضی پوشش‌ها.

در شکل ۴ اندازه حفرات سطحی پوشش حاصل از روش اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی با تغییر غلظت سدیم آلومینات در الکترولیت تغییر می‌کند، که این تغییرات با پژوهش‌های قبلی نیز هم‌خوانی داشته است [۱۵-۱۶].

تصاویری با وضوح مناسب پوشش‌دهی لایه‌نازک طلا روی نمونه‌ها قبل از قرارگیری در محفظه میکروسکوپ انجام شد. هم‌چنین برای بررسی اندازه ضخامت، قطر حفرات و میزان تخلخل از نرم‌افزارهای تحلیل تصاویر استفاده شد.

## ۲-۴. اندازه‌گیری صوتی

جهت اندازه‌گیری ضریب جذب صوتی از روش دو میکروفون در دستگاه لوله مقاومت ظاهری (امپدانس تیوب) استفاده شد که تصویر آن در شکل ۲ ارائه گردیده است. برای انجام آزمون، یک نمونه از تیتانیوم به قطر ۳۰ میلی‌متر برای محدوده بسامدی ۵۰۰ تا ۶۰۰۰ هرتز مورد آزمایش قرار گرفتند. در یک سمت این دستگاه نمونه و در سمت دیگر بلندگو قرار می‌گیرد. از سمت بلندگو امواج صوتی به سمت نمونه منتشر می‌شوند. این امواج پس از برخورد به نمونه به سه قسمت تقسیم می‌شوند، مقداری از ماده عبور می‌کنند، مقداری جذب ماده می‌شوند و مقداری از سطح ماده برگشت داده می‌شوند. اندازه‌گیری ضریب جذب صدا بر طبق استاندارد ای‌اس‌تی‌ام‌ئی ۱۰۵۰-۳۰۸ انجام گرفته است.



شکل ۲ دستگاه لوله مقاومت ظاهری مورد استفاده در این پژوهش.

## ۳. نتایج و بحث

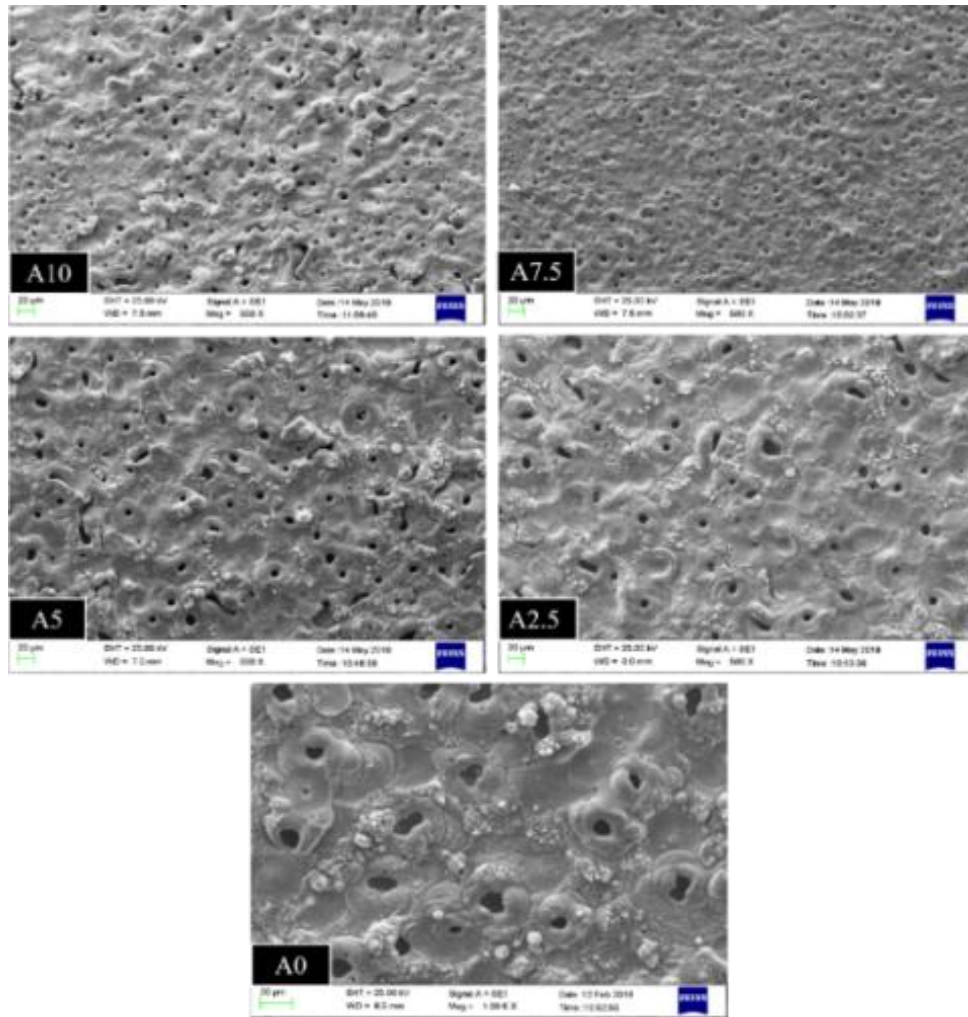
### ۳-۱. بررسی ریزساختاری پوشش

شکل ۳ تصویر مقطع عرضی پوشش‌ها (به صورت مانته شده) در الکترولیت‌های مختلف را نشان می‌دهد هم‌چنین در شکل ۳ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطح پوشش‌ها نشان داده شده است.

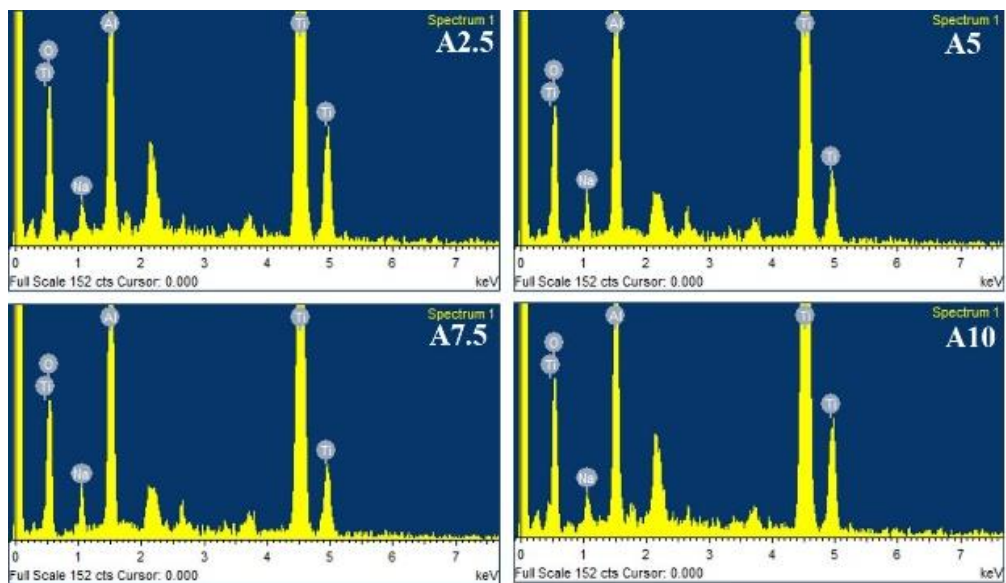
برای اطلاع از میزان حضور عناصر مختلف در پوشش دارای سدیم آلومینات از روش طیف‌سنجی توزیع انرژی (ای‌دی‌اس<sup>۴</sup>) استفاده شد که نتایج آن در شکل ۵

<sup>۳</sup> ASTM E1050-08

<sup>۴</sup> EDS; Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy

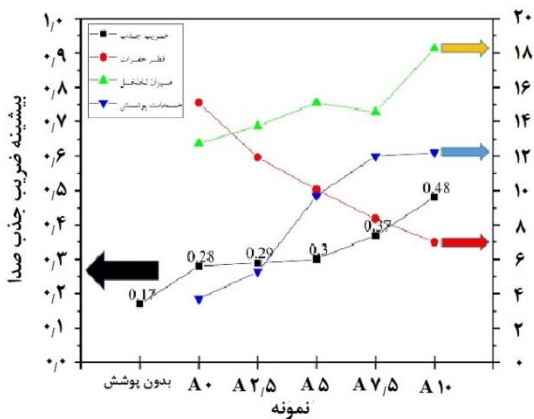


شکل ۳ تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطح پوشش‌ها.



شکل ۵ نتایج طیف‌سنجی توزیع انرژی (ای‌دی‌اس) نمونه‌های داری سدیم آلومینات.

هر پنج نمونه پوشش‌دهی شده ضریب جذب صدای بالاتری را نسبت به نمونه بدون پوشش داشته‌اند. هم‌چنین با افزایش ضخامت پوشش، تعداد حفرات و کاهش اندازه حفرات ضریب جذب صدا در بسامدهای متوسط افزایش می‌یابد. الگوی نتایج حاصل شده مشابه نتایج به‌دست‌آمده در تحقیقات سایر محققین بر روی فوم‌های آلومینیومی و تیتانیومی است [۱۷-۱۸]. از طرف دیگر مشاهده شد که بالاترین ضریب جذب صدا در هر پنج پوشش مربوط به محدوده بسامدی ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ هرتز می‌باشد. ارتباط بین بالاترین ضریب جذب صدا، غلظت الکترولیت سیلیکاتی-آلومیناتی، میزان تخلخل و قطر حفرات در شکل ۷ نشان داده شده‌اند.



شکل ۷ ارتباط بین ریخت‌شناختی (مورفولوژی) و ضریب جذب صدای پوشش.

بنابراین با افزایش غلظت آلومینات، بیشینه ضریب جذب صدا برای نمونه‌های پوشش‌دهی شده افزایش می‌یابد. هم‌چنین در نمونه‌های A0، A2.5 و A5 تفاوت چشم‌گیری در ضریب جذب صدا حاصل نشد و این در حالی است که نمونه‌های A7.5 و A10 عملکرد بهتری را نسبت به سایر نمونه‌ها نشان داده‌اند. به نظر می‌رسد با افزایش غلظت آلومینات؛ اندازه حفرات کاهش یافته و تعداد حفرات و ضخامت پوشش افزایش می‌یابد. بنابراین ارتعاش هوا در پیچ‌وخم‌های پوشش افزایش می‌یابد و انرژی امواج صدا به دلیل اصطکاک بین هوا و دیواره‌های حفره‌ها به صورت حرارتی تلف می‌شود. پوشش‌های سرامیکی ایجادشده در این تحقیق، ضریب جذب صدا را ۱۸۲ درصد نسبت به نمونه بدون پوشش بهبود دادند. این

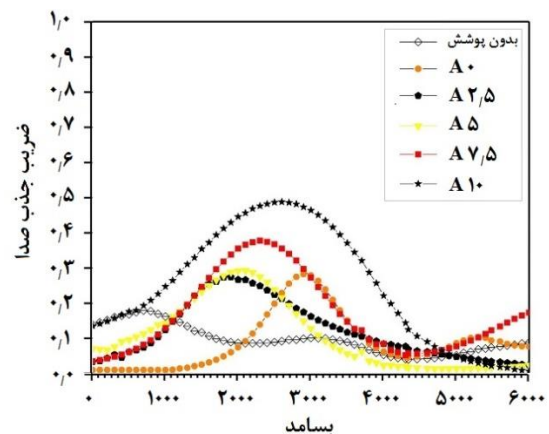
اندازه میانگین حفرات سطحی، ضخامت و میزان تخلخل پوشش‌ها براساس تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی محاسبه و نتایج در جدول ۲ ارائه شده‌اند. مطابق اطلاعات جدول ۲، با افزایش غلظت سدیم آلومینات از ۰ تا ۱۰ گرم بر لیتر، اندازه حفرات سطحی از ۱۵/۱۰ تا ۷/۰۱ میکرومتر کاهش یافته است که این کاهش مربوط به کاهش انرژی در مجراهای تخلیه است. از طرفی افزایش در غلظت سدیم آلومینات باعث افزایش میزان تخلخل و هم‌چنین سبب افزایش در ضخامت پوشش اعمالی از ۳/۷۱ تا ۱۲/۲ میکرومتر می‌شود.

جدول ۲ میانگین قطر حفرات، ضخامت پوشش و میزان تخلخل پوشش‌ها.

الکترولیت	قطر حفرات	تخلخل	ضخامت پوشش
A0	۱۵/۱۰	۱۲/۷۵	۳/۷۱
A2.5	۱۱/۹۴	۱۳/۸۷	۵/۲۷
A5	۱۰/۰۵	۱۵/۱۰	۹/۷۰
A7.5	۸/۳۶	۱۴/۵۶	۱۲/۰۰
A10	۷/۰۱	۱۸/۲۵	۱۲/۲۰

### ۳-۲. بررسی رفتار صوتی

در شکل ضریب جذب صدای نمونه‌های پوشش سیلیکاتی-آلومیناتی با اندازه حفرات، ضخامت و میزان تخلخل متفاوت نشان داده شده‌اند.



شکل ۶ ضریب جذب صدای نمونه‌های پوشش‌دهی شده.

با استفاده از نتایج به‌دست‌آمده از شکل ۶، مشاهده شد که



- [3] B. Castagnede, A. Aknine, B. Brouard, V. Tarnow, "Effects of compression on the sound absorption of fibrous materials," *Applied Acoustics*, vol. 61, no. 2, pp. 173-182, 2000.
- [4] T.J. Lu, A. Hess, M. Ashby, "Sound absorption in metallic foams," *Journal of Applied Physics*, vol. 85, no. 11, pp. 7528-7539, 1999.
- [5] M. Peters, J. Kumpfert, C.H. Ward, C. Leyens, "Titanium alloys for aerospace applications," *Advanced Engineering Materials*, vol. 5, no. 6, pp. 419-427, 2003.
- [6] H. Dong, "Surface Engineering of Light Alloys: Aluminium, Magnesium and Titanium Alloys," Woodhead Publishing, 2010.
- [7] H.S. Seddeq, "Factors influencing acoustic performance of sound absorptive materials," *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, vol. 3, no. 4, pp. 4610-4617, 2009.
- [8] A. Yerokhin, X. Nie, A. Leyland, A. Matthews, "Characterisation of oxide films produced by plasma electrolytic oxidation of a Ti-6Al-4V alloy," *Surface and Coatings Technology*, vol. 130, no. 2-3, pp. 195-206, 2000.
- [9] P. Bai, X. Yang, X. Shen, X. Zhang, Z. Li, Q. Yin, G. Jiang, F. Yang, "Sound absorption performance of the acoustic absorber fabricated by compression and microperforation of the porous metal," *Materials & Design*, vol. 167, pp. 107637, 2019
- [10] P. Liu, H. Qing, H. Hou, "Primary investigation on sound absorption performance of highly porous titanium foams," *Materials & Design*, vol. 85, pp. 275-281, 2015.
- [11] W. Jin, J. Liu, Z. Wang, Y. Wang, Z. Cao, X. Zhu, "Sound absorption characteristics of aluminum foams treated by plasma electrolytic oxidation," *Materials*, vol. 8, no. 11, pp. 7511-7518, 2015.
- [12] A. Barkhordari, A. Abbasi, Sh. Hekmati Moghaddam, H. Fallahzadeh, A. Jebali, "The study of sound absorption coefficient of aluminium nanocomposites," *Occupational Medicine Quarterly Journal*, vol. 9, no. 4, pp. 1-7, 2017.
- [13] D.-d. Wang, X.-t. Liu, Y.-k. Wu, H.-p. Han, Z. Yang, Y. Su, X.-z. Zhang, G.-r. Wu, D.-j. Shen, "Evolution process of the plasma electrolytic oxidation (PEO) coating formed on aluminum in an alkaline sodium hexametaphosphate ((NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>) electrolyte," *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 798, pp. 129-143, 2019.
- [14] S. Luo, Q. Wang, R. Ye, C.S. Ramachandran, "Effects of electrolyte concentration on the microstructure and properties of plasma

در حالی است که در پژوهش جین و همکاران [۱۱] ضریب جذب صدا ۵/۵ درصد بهبود یافته است. نتایج برخورداری و همکاران [۱۲] نشان داد که بیشترین ضریب جذب صدا در بسامد ۲۰۰۰ هرتز است که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد؛ با این حال میزان ضریب جذب صدا در این پژوهش افزایش ۳۶ درصدی را نشان می‌دهد. در واقع حفره‌های نانومتری و میکرومتری ایجادشده بر روی تیتانیوم مسیره‌های نانومتری در داخل پوشش ایجاد می‌کنند و این مسیرها باعث افزایش مقاومت در برابر امواج صوتی می‌شوند؛ لیو و همکاران [۱۰] معتقدند افزایش حفره‌ها و مسیرهای حرکت امواج درون پوشش‌ها باعث افزایش ضریب جذب صدا می‌شود. در برخورد امواج با هوای میکروحفرات و دیواره تخلخل‌ها نه تنها اصطکاک ایجادشده بلکه تبادل حرارتی نیز باعث استهلاک انرژی امواج صوتی می‌شود.

#### ۴. نتیجه‌گیری

در این پژوهش مشخصه‌یابی و بررسی رفتار صوتی پوشش‌های سرامیکی ایجادشده از طریق روش اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی بر روی فلز تیتانیوم در غلظت‌های مختلف الکترولیت سدیم آلومینات انجام شد و نتایج زیر حاصل گردید:

- ایجاد پوشش‌های اکسیدی تأثیر قابل توجهی روی ضریب جذب صدا دارند و از این خاصیت می‌توان برای ساخت نانو کامپوزیت‌های جاذب صدا در صنعت استفاده کرد.
- نمونه حاوی ۱۰ گرم بر لیتر سدیم آلومینات به دلیل قطر حفرات کوچک‌تر، میزان تخلخل و ضخامت پوشش بیشتر، ضریب جذب صدای بهتری نسبت به سایر نمونه‌ها از خود نشان می‌دهد.

#### فهرست منابع

- [1] T.J. Lu, F. Chen, D. He, "Sound absorption of cellular metals with semiopen cells," *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 108, no. 4, pp. 1697-1709, 2000.
- [2] S. Sengupta, "Sound reduction by needle-punched nonwoven fabrics," *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, vol. 35, no. 3, pp. 237-242, 2010.

- alloy,” *Surface and Coatings Technology*, 1351, 2018.
- [16] V. Koshuro, A. Fomin, I. Rodionov, “Composition, structure and mechanical properties of metal oxide coatings produced on titanium using plasma spraying and modified by micro-arc oxidation,” *Ceramics International*, vol. 44, no. 11, pp. 12593-12599, 2018.
- electrolytic oxidation coatings on Ti-6Al-4V 2019.
- [15] M. Roknian, A. Fattah-alhosseini, S.O. Gashti, “Plasma electrolytic oxidation coatings on pure Ti substrate: Effects of  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  Concentration on Morphology and Corrosion behavior of coatings in Ringer’s physiological solution,” *Journal of Materials Engineering and Performance*, vol. 27, no. 3, pp. 1343-

(Research Article)

**Investigation of the effect of electrolyte on acoustical behaviour of ceramic coatings produced by method Plasma Electrolytic Oxidation (PEO) on titanium**

**A. Bahreini<sup>1</sup>, A. Eyvazzadeh<sup>2</sup>, M. Talafi Noughani<sup>\*1</sup>, M. Saghafi Yazdi<sup>1</sup>**

1. Department of Materials Science and Engineering, Faculty of Technology and Engineering, Imam Khomeini International University

2. School of Metallurgy and Materials Engineering, University of Tehran

**Abstract**

In this paper, titanium oxide coating ( $\text{TiO}_2$ ) was produced on titanium alloy Ti6Al4V by Plasma Electrolytic Oxidation (PEO) Method. Sodium Silicate ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) and Sodium Aluminate ( $\text{NaAlO}_2$ ) based electrolytes were selected in PEO process. The effects of concentration of Sodium Aluminate (0, 2.5, 5, 7.5, and 10 g/L) on the microstructure and acoustical behaviour of the formed coatings were studied. The results show that maximum value of sound absorption coefficient from 0.17 for the bare sample increased to 0.48 for the sample which was coated in an electrolyte with the combination of 10g/L  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  and 10g/L  $\text{NaAlO}_2$  (sample A10). This acoustical behaviour was related to the coating characteristics. So that in the sample with 10g/L  $\text{NaAlO}_2$  (A10) has minimum size of the pores and maximum thickness and porosity comparison to other coatings.

**Keywords:** Titanium, Plasma Electrolytic Oxidation (PEO), Acoustical behaviour, Sodium Aluminate.

pp. 7-13 (In Persian)

---

\* Corresponding author E-mail: [noughani@eng.ikiu.ac.ir](mailto:noughani@eng.ikiu.ac.ir)