

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی



سمپوزیوم فولاد ۹۳

۵ و ۶ اسفندماه ۱۳۹۳
یزد، مجتمع معدنی و صنعتی اردکان



انجمن آهن و فولاد ایران

اثر تغییر جریان جوشکاری و درصد حجمی ذرات SiC بر سختی و مقاومت به سایش لایه کامپوزیتی ایجاد شده بر روی فولاد ASTM A106 با استفاده از فرآیند GTAW

حسین مظاهری^{۱*}، محمود فاضل^۲

^۱ کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد، گروه مواد، نجف آباد، ایران
^۲ استادیار دانشگاه پیام نور، بخش فنی و مهندسی، گروه مهندسی مکانیک، اصفهان، ایران

چکیده

در این پژوهش ایجاد پوشش کامپوزیتی حاوی ذرات کاربید سیلیسیوم بر سطح فولاد ASTM A106 با به کارگیری فرآیند جوشکاری قوسی تنگستن - گاز بررسی شد. بدین منظور ذرات SiC با درصد‌های حجمی متفاوت بر سطح فولاد مورد نظر پیش نشانی شد. مطالعه ریزساختار پوشش ایجاد شده توسط میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی روبشی انجام گرفت. یافته‌ها نشان داد که پوشش حاصله ساختار دندریتی حاوی تقویت کننده کاربید سیلیسیوم را دارا می‌باشد که می‌تواند باعث بهبود سختی و رفتار سایشی پوشش مذکور شود. سختی پوشش‌ها در آزمون‌های ریزسختی سنجی و رفتار سایشی پوشش‌ها توسط آزمون سایش به صورت رفت و برگشتی ارزیابی شد. نتایج آزمون ریز سختی سنجی نشان‌دهنده افزایش سختی پوشش ایجاد شده نسبت به نمونه بدون پوشش بود. بررسی‌های رفتار سایشی پوشش‌ها بیانگر بهبود چشمگیر رفتار سایشی آنها در اثر افزودن تقویت کننده کاربید سیلیسیوم بود.

کلمات کلیدی: جوشکاری قوسی تنگستن - گاز، پوشش دهی سطحی، کامپوزیت فولاد/کاربید سیلیسیوم.

¹ Mazaheri2646@gmail.com

مقدمه

عملیات سطحی بر روی فولادها می‌تواند مقاومت خوردگی، مقاومت سایشی یا رفتار خستگی آنها را بهبود دهد [۱]. یکی از روش‌های متداول بهبود رفتار سطحی، افزودن عناصر آلیاژی هم‌چون کرم، کربن، کبالت و مولیبدن یا ذرات سرامیکی نظیر SiC ، TiC ، WC و B_4C به مذاب ایجاد شده در سطح و تشکیل لایه‌ای با ضخامت قابل توجه بر روی سطح است [۲]. به عنوان مثال یوچی لین^۱ و همکارانش در پژوهشی به بررسی ریزساختار و عملکرد سایشی لایه SiC پوشش داده شده بر روی فولاد کشته شده‌ی SKD61 با روش GTAW پرداخته‌اند. آنها گزارش داده‌اند که ذرات SiC در طی فرآیند GTAW تجزیه شده و فازهای شبه پایدار مانند Fe_3C و Fe_8Si_2 و هم‌چنین فاز پایدار گرافیت در سیستم سه‌تایی Fe-Si-C به وجود آمده‌اند. این محققین مدعی شده‌اند که همین رخدادها منجر به افزایش سختی و مقاومت به سایش لایه سطحی شده است [۳]. سانر^۲ و همکاران در تحقیقی دیگر سطح فولاد زنگ نزن AISI 304 را با پودر SiC به روش جوشکاری قوسی تنگستن - گاز پوشش دادند. آنها نشان دادند که می‌توان با ترکیب ثابت پودر اولیه و فقط با کاهش حرارت ورودی و افزایش میزان پودر استفاده شده، ناحیه ذوب در زیر لایه را به حداقل رسانده و میزان رقت را به حداقل کاهش داد. با این کار ساختار هیپوئوتکتیک سطحی به ساختار هایپروئوتکتیک تبدیل خواهد شد. آنها پیشنهاد کردند که بیشینه سختی به دست آمده به حضور کاربیدهای M_7C_3 پراکنده در سطح فولاد مربوط باشد [۴]. فولاد مقاوم به حرارت ASTM A106 در صنایع نفت، پتروشیمی و شیمیایی به دلیل پایداری در شرایط سرویس‌دهی با دمای بالا، دارای کاربرد بسیار وسیعی است ولی سختی و مقاومت به سایش ضعیف، محدودیت‌هایی را برای این فولاد ایجاد کرده است [۵]. در این پژوهش از روش جوشکاری GTAW به منظور تشکیل لایه‌ای کامپوزیتی حاوی ذرات SiC بر روی سطح فولاد ASTM A106 استفاده گردید.

روش تحقیق

در این پژوهش از فولاد کربنی ASTM A106 Gr.B با ابعاد $۱۵۰ \times ۴۵ \times ۸$ میلی‌متر استفاده شد. در ابتدا قطعات تا سنباده شماره ۳۲۰ سنباده زده شد تا آلودگی‌های سطحی آن بر طرف گردد. سپس آنالیز عنصری و بررسی ریز ساختار میکروسکوپی روی ماده اولیه انجام شد. برای ایجاد لایه سطحی از پودر SiC با ابعاد متوسط ذرات ۳ تا ۴ میکرومتر استفاده شد. ثابت‌سازی ذرات با آغشته نمودن آنها به اتانول و استفاده از شابلون حاوی حفره با ابعاد ۱۳۰×۱۲ میلی‌متر انجام شد. برای ذوب سطحی فولاد، از روش جوشکاری قوسی تنگستن - گاز استفاده شد. عملیات ذوب سطحی بر روی گروه‌هایی از نمونه‌ها در شرایط مختلف مطابق با جدول ۱ انجام شد. بررسی ریزساختاری پوشش به دست آمده با استفاده از

¹Yo-Chi Lin²Soner

اثر تغییر جریان ... ----- ۷۰۷

میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی روبشی همراه با آنالیز نقطه‌ای انجام شد. برای اچ کردن نمونه‌ها از محلول نایتال ۴ درصد استفاده شد. پروفیل سختی از سطح به طرف فلز پایه و در مقطع عرضی پوشش توسط ریزسختی سنجی و با فرو رونده ویکرز با بار اعمالی ۱۰۰ گرم در مدت زمان اعمال ۵ ثانیه به دست آمد. بررسی‌های سایشی نیز توسط دستگاه سایش رفت و برگشتی، با استفاده از پین‌هایی از جنس فولاد بلبرینگ ۵۲۱۰۰ و با بار ۱۵۰ N انجام شد.

نتایج و بحث

شکل‌های ۱ و ۲ ریزساختار فلز پایه و ذرات کاربید سیلیسیوم مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد. دیده می‌شود، نمونه‌های اولیه از ساختاری فریت - پرلیتی با دانه‌های هم‌محور برخوردار بوده است. همچنین در جدول ۲ ترکیب شیمیایی فولاد مورد استفاده ارائه گردیده است. شکل ۳ سطح مقطع نمونه‌های پوشش داده شده را در بزرگنمایی پایین نشان می‌دهد. تصاویر نشان داده شده در این شکل مشخص می‌کند که در تمامی نمونه‌ها، سطح و فصل مشترک زیر لایه و پوشش خالی از ترک و حفره است [۶]. هم‌چنین شکل ۴ تصاویر میکروسکوپی از ریزساختار پوشش در بزرگنمایی بالاتر را نشان می‌دهد. بررسی این تصاویر مشخص می‌کند که پوشش ایجاد شده ساختار دندریتی دارد. به نظر می‌رسد بوجود آمدن این ساختار در نتیجه انجماد سریع مذاب سطحی در طی فرآیند جوشکاری قوسی تنگستن - گاز باشد [۷]. نتایج حاصل از ریزسختی پوشش‌های ایجاد شده در طی این پژوهش در شکل ۵ ارائه شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود، پوشش‌های کامپوزیتی تشکیل شده بر سطح به دلیل حضور فاز تقویت‌کننده کاربید سیلیسیوم، ورود کربن اضافی به سطح و در نتیجه افزایش میزات پرلیت و نیز دانه‌های ریز ایجاد شده تحت شرایط انجمادی سریع جوشکاری، از سختی بالایی (در محدوده HV ۱۲۰۰-۶۵۰) برخوردار هستند. نمودارهای مربوط به پروفیل سختی پوشش‌ها نشان می‌دهد، با افزایش ذرات تقویت‌کننده، سختی لایه‌های ایجاد شده افزایش می‌یابد. هم‌چنین در خصوص نمونه‌های ۳، ۵ و ۶ که دارای مقدار یکسان از ذرات تقویت‌کننده بوده و با شدت جریان‌های متفاوت جوشکاری تحت عملیات سطحی قرار گرفته‌اند (طبق جدول ۱)، می‌توان گفت کاهش حرارت ورودی منجر به کاهش رقت آهن از زیر لایه و ریزتر شدن ساختار شده است. این عوامل باعث افزایش سختی نمونه ۵ نسبت به نمونه ۶ و ۳ و نیز افزایش سختی نمونه ۶ نسبت به نمونه ۳ گردیده است [۸].

شکل ۶ نمودار کاهش وزن برحسب مسافت طی شده برای نمونه‌های آزمون سایش را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که با افزایش مسافت طی شده میزان جرم از دست داده شده نمونه ۱ به شکل پیوسته و بدون نشان دادن رفتار کند شونده، افزایش می‌یابد. این نتایج با توجه به رفتار سایشی ضعیف فولاد ASTM A106-Gr.B دور از انتظار نمی‌باشد [۹]. این در حالی است که در سایر نمونه‌ها و با افزایش

سختی، میزان مقاومت در برابر سایش افزایش یافته است. شکل ۷ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی حاصل از سطح سایش نمونه شماره ۱ را پس از انجام آزمون سایش نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد که بخشی از سطح به شکل لایه‌ای از آن جدا شده و بخشی دیگر به صورت ورقه‌هایی بر روی سطح تشکیل شده و در آستانه جدا شدن بوده‌اند. این امر می‌تواند بر رخدادهای مکانیزم سایش ورقه‌ای دلالت داشته باشد. معمولاً نمی‌توان به نشانه یا مشخصه تصویری خاصی برای مکانیزم سایش اکسیداسیون در تصاویر SE، اشاره نمود اما در تصاویر BSE، رخداد مکانیزم اکسیداسیون به صورت حضور فاز سیاه‌رنگی در لبه‌ها قابل مشاهده است [۱۰]. شکل ۸ تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی از سطح سایش نمونه شماره ۲ پس از انجام آزمون سایش را نشان می‌دهد. دیده می‌شود، هم‌چنان جدا شدن ورقه‌های سطحی و اکسایش عامل سایش در این نمونه بوده است. خصوصاً آن‌که تصویر به دست آمده از الکترون‌های پس پراکنده شده به وضوح حضور مناطق با چگالی کمتر از فولاد را مشخص نموده است. شکل ۹ تصاویر میکروسکوپی الکترونی حاصل از سطح سایش نمونه‌های گروه ۳، ۴، ۵ و ۶ را نشان می‌دهد. تصاویر "ب" و "ج" به نمونه‌های با سختی بالا مربوط است. آن‌گونه که در این تصاویر قابل مشاهده است، در سطح سایش آثار کنده شدن لایه‌های سطحی توأم با ترک خوردگی در سطح وجود دارد. این بدان معنی است که هم‌چنان مکانیزم سایش ورقه‌ای احتمالاً به همراه سایش چسبان و خراشان رخ داده است. البته وجود این ریز ترک‌ها می‌تواند نتیجه کار سختی سطحی نیز باشد. این ترک‌ها در صورتی که در مراحل اولیه سایش مشاهده شوند، می‌توانند در مراحل بعدی با کاهش شدید جرم همراه شوند. از سوی دیگر دقت در تصاویر "الف" و "د" شکل ۹ نشان می‌دهد، در سطح سایش علاوه بر وجود آثار رخداد مکانیزم‌های سایش ورقه‌ای و اکسایش سطحی، شیارهای ناشی از خراش سطحی نیز وجود دارد. اما میزان این خراش‌ها چندان زیاد نیست. لذا به نظر می‌رسد مکانیزم غالب سایش در تمامی نمونه‌ها ترکیبی از سایش ورقه‌ای، اکسایش سطحی و سایش چسبان باشد [۱۱].

نتیجه‌گیری

اهم نتایج حاصل از این پژوهش به صورت زیر خلاصه می‌گردد:

- ۱) با استفاده از این شیوه، دستیابی به پوشش و فصل مشترک زیر لایه و پوشش خالی از ترک و حفره قابل دستیابی بود.
- ۲) پوشش ایجاد شده دارای ساختاری دندریتی و ریز دانه همراه با تقویت‌کننده‌های کاربید سیلیسیوم در نواحی بین دندریتی بود.
- ۳) دامنه سختی پوشش ایجاد شده بر حسب شرایط ایجاد، در محدوده ۶۵۰ تا ۱۲۰۰ ویکرز قرار داشت.
- ۴) افزایش میزان ذرات کاربید سیلیسیوم و کاهش حرارت ورودی منجر به افزایش سختی پوشش شد.

(۵) مکانیزم سایش در نمونه بدون پوشش از نوع ورقه‌ای و اکسایش سطحی و در نمونه‌های پوشش داده شده ترکیبی از مکانیزم‌های ورقه‌ای، اکسایش سطحی و سایش چسبان بود.

مراجع

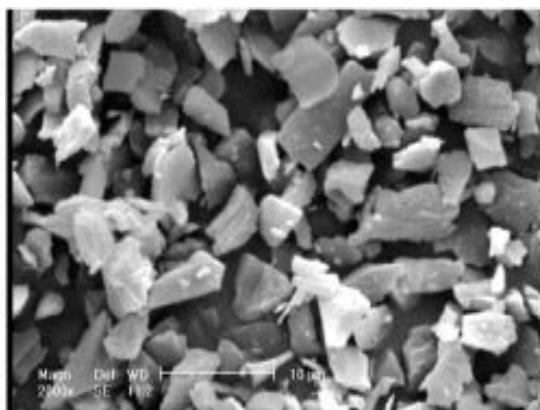
- [1] F. Madadi, " Optimization of pulsed TIG cladding process of stellite alloy on carbon steel using RSM", Journal of Alloy and Compounds, 2012, Vol. 510, pp. 71-77.
- [2] Y. C. Chen, " Reinforcements affect mechanical properties and wear haviors of WC clad layer by gas tungsten arc welding" Materials and Design, 2013, Vol. 45, pp. 6-14.
- [3] Y. Lin, "Analysis of microstructure of SiC clad layer on SKD61 die steel after gas tungsten arc welding", Materials and Design, 2013, Vol. 47, pp. 828-835.
- [4] S. Buytoz, "In situ synthesis of SiC reinforced surface on AISI 304 stainless steel by TIG ", Surface & Coatings Technology, 2006, Vol. 200, pp. 3698-3704.
- [5] ASTM A-106. Standard specification for seamless carbon steel pipe for high temperature service. USA: ASTM International, 2011.
- [6] J. Lippold, D. Kotecki, "Welding metalurgy and weld ability of stanless stells", John Wiley & Sons, New York, 2007.
- [7] S. Buytoz, "Microstructural properties of SiC based hardfacing on low alloy steel" Surface & Coatings Technology, 2006, Vol. 200, pp. 3734-3742.
- [8] J. Majumdar, "Studies on compositionally graded silicon carbide dispersed composite surface on steel developed by laser surface cladding", 2008, Vol. 203, pp. 505-512.
- [9] R. Yang, Z. Liu, "Study of in-situ synthesis TiCp/Ti composite coating on alloy Ti6Al4V by TIG cladding", 2012, Vol. 36, pp. 349-354.
- [10] Y. C. Lin, "Elucidating the microstiucture and wear behavior of tungsten carbide", Journal of Materials Processing Technology, 2010, Vol. 210, pp. 219-225.
- [11] K. Amini, "Investigating the effect of the quench environment on the final microstructure and wear behavior of 1.2080 tool steel after deepcryogenic heat treatment", Materials and design, 2013, Vol. 45, pp. 316-322.

جدول ۱. پارمترهای فرآیند رویه‌سازی به روش GTAW با نرخ دمش ۸ لیتر بر دقیقه آرگون و قطبیت DCEN.

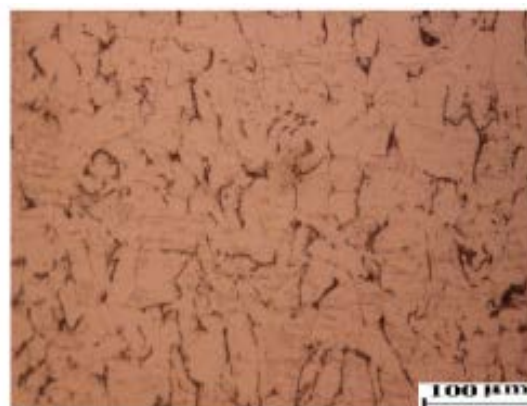
شماره نمونه	درصد حجمی ذرات	شدت جریان (A)	سرعت (mm/min)	حرارت ورودی (kJ/mm)
۱	۰	۰	۰	۰
۲	۴	۹۰	۳۲/۱۶	۲۰/۱۴
۳	۸	۹۰	۱۸/۲۸	۳۵/۴۴
۴	۱۲	۹۰	۱۶/۹۹	۳۸/۱۴
۵	۸	۱۱۰	۲۸/۴۴	۲۷/۸۴
۶	۸	۱۳۰	۲۹/۰۹	۳۲/۱۷

جدول ۲. ترکیب شیمیایی فولاد ASTM A106 Gr.B.

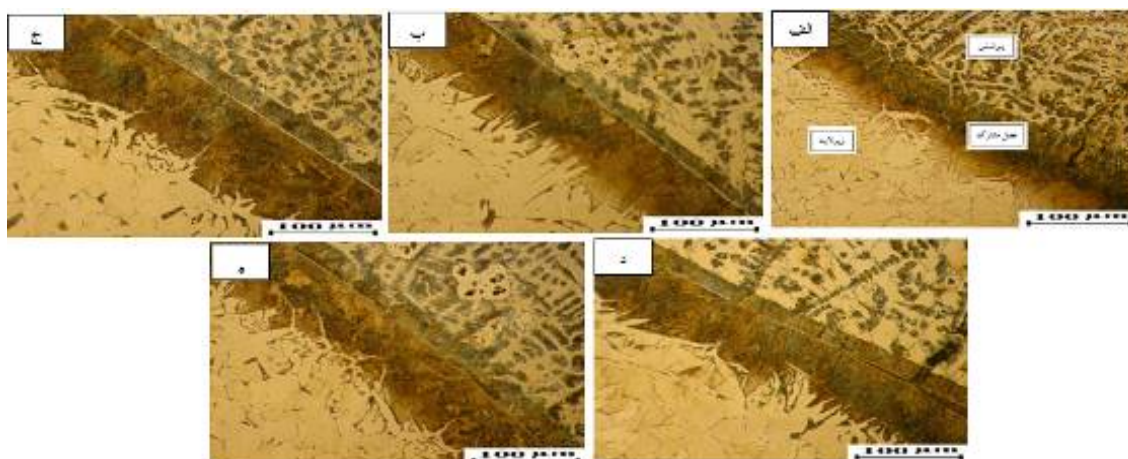
عنصر	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	Nb	Sn	Fe
درصد	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۴۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۹۸	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۰۳۱	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۱۲	بقیه



شکل ۲. تصویر SEM پودر SiC با بزرگنمایی ۲۰۰۰.

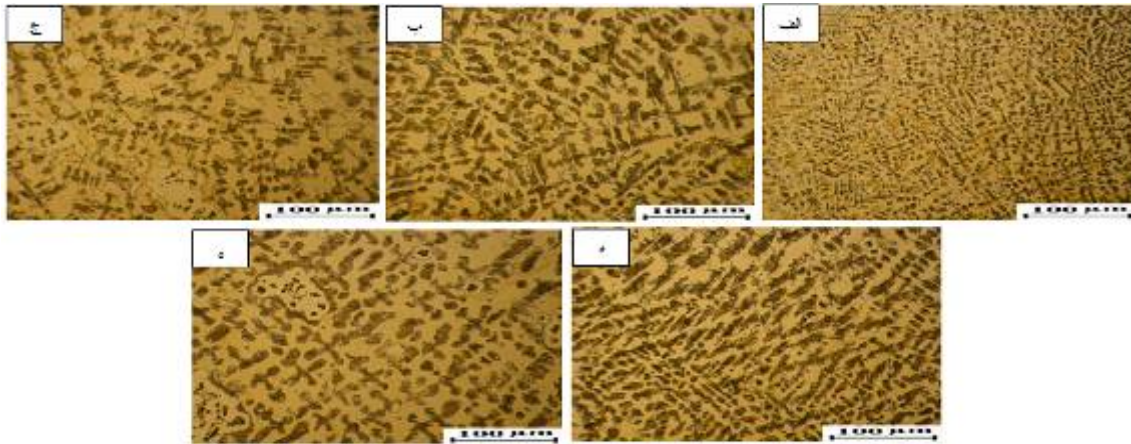


شکل ۱. ریزساختار فولاد ASTM A106-Gr.B.



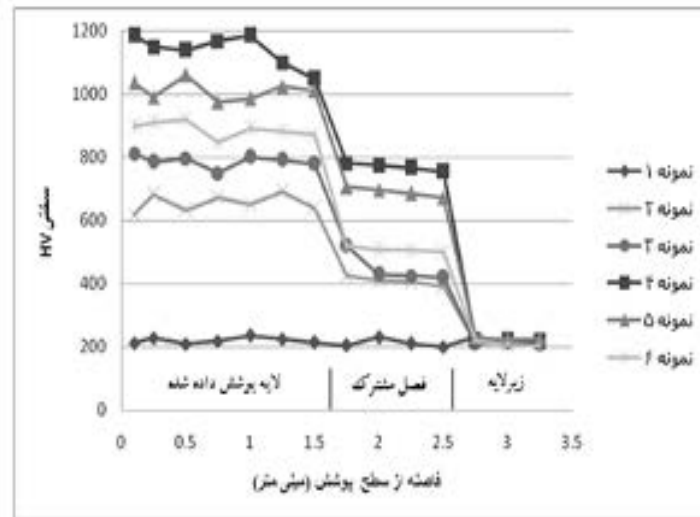
شکل ۳. مقطع جانبی نمونه‌های پوشش داده شده در بزرگنمایی کم نشان‌دهنده‌ی پوشش یکنواخت و فاقد ترک:

الف) نمونه ۲، ب) نمونه ۳، ج) نمونه ۴، د) نمونه ۵، هـ) نمونه ۶.

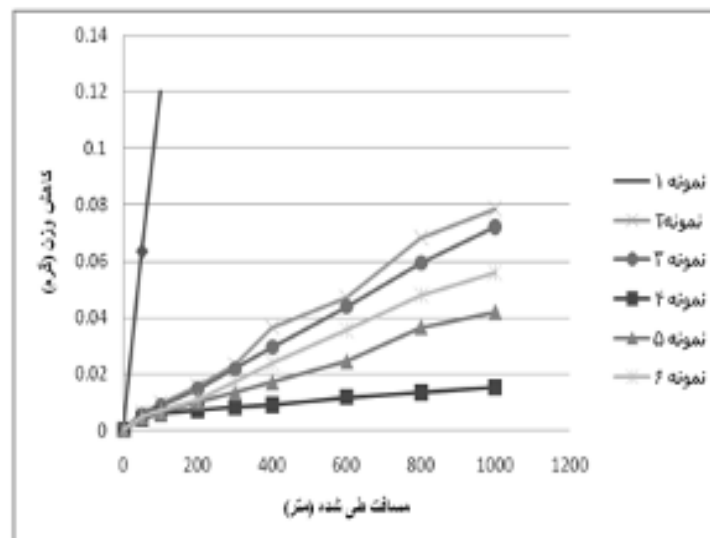


شکل ۴. ریزساختار پوشش سطحی نمونه‌های مختلف:

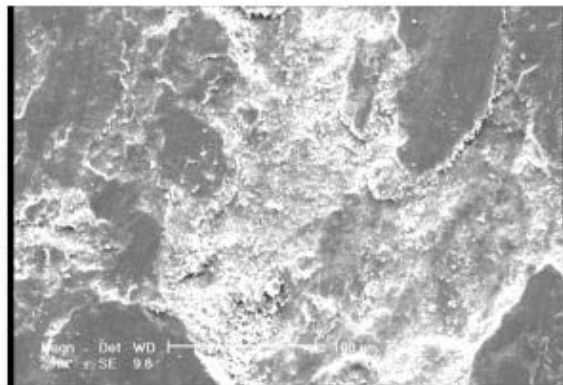
الف) نمونه ۲، ب) نمونه ۳، ج) نمونه ۴، د) نمونه ۵، هـ) نمونه ۶.



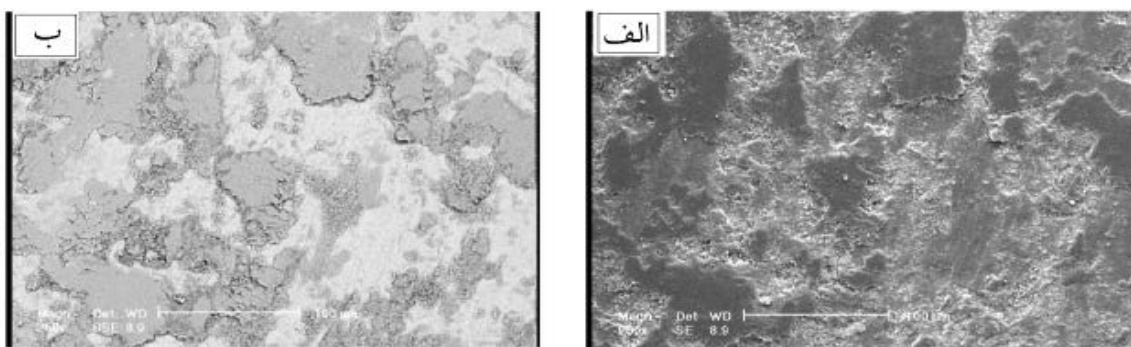
شکل ۵. پروفیل سختی سطح مقطع عرضی.



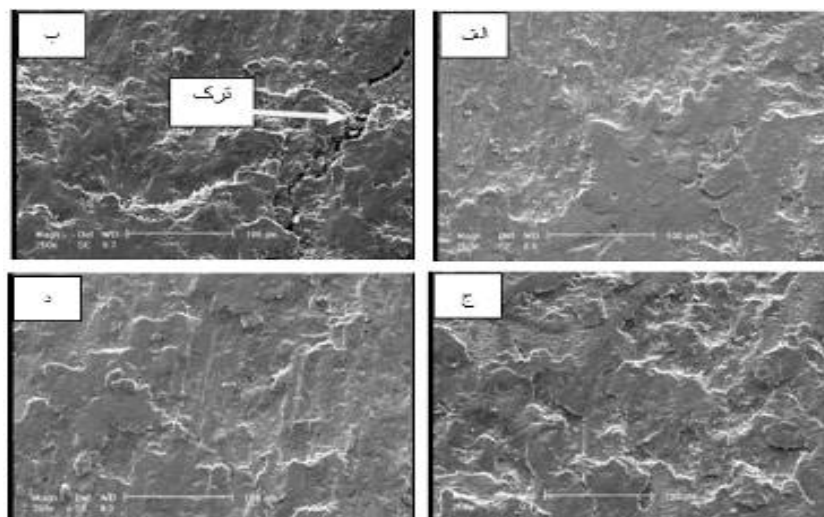
شکل ۶. نمودار کاهش وزن برحسب مسافت طی شده.



شکل ۷. تصویر SEM از سطح سایش نمونه ۱.



شکل ۸. تصویر SEM از سطح سایش نمونه شماره ۲، الف) تصویر به دست آمده از الکترون‌های ثانویه (SE)، ب) همان تصویر با استفاده از الکترون‌های پس پراکنده شده (BSE).



شکل ۹. تصاویر میکروسکوپی الکترونی روبشی از سطح سایش نمونه‌ها:

الف) نمونه ۳، ب) نمونه ۴، ج) نمونه ۵، د) نمونه ۶.

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی