

بسمه تعالی



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

سمینار دفاع از پایان نامه ارشد گرایش خوردگی و حفاظت از مواد

با عنوان

## اصلاح سطح نانو ذرات $TiO_2$ به وسیله $SiO_2$ و فرآیند الکتروفوریتیک آنها روی فولاد زنگ نزن 316L

Modification of the surface of  $TiO_2$  nanoparticles by  $SiO_2$  and electrophoretic process on 316L stainless steel

ارائه کننده: زهره حیاتی کردآبادی

مکان: سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

زمان (تاریخ و ساعت): چهارشنبه ۱۴۰۲/۶/۲۹ - ساعت ۱۲:۰۰

اعضای کمیته داوری:

استاد راهنما: دکتر کیوان رئیسی

اساتید داور: دکتر علی اشرفی - دکتر رحمت الله عمادی

### چکیده

فولادهای زنگ نزن به طور گسترده‌ای به عنوان ایمپلنت‌های موقت برای آسیب‌های استخوانی استفاده می‌شوند، لیکن استعداد رهایش یون در آنها استفاده از پوشش را الزامی می‌کند. پوشش تیتانیا علاوه بر قابلیت افزایش تکثیر و چسبندگی سلول‌های استخوانی می‌تواند از رهایش یون جلوگیری کند. در این پژوهش، نانوذرات کامپوزیتی  $TiO_2-SiO_2$  از طریق روش سل-ژل-سونوشیمیایی سنتز شدند. نانوذرات حاصل که از هسته‌های دی‌اکسید تیتانیوم (میله‌هایی به طول  $4/4 \pm 35/54$  نانومتر) احاطه شده توسط ذرات سیلیکا بسیار ریز (کره‌های  $0/63 \pm 3/22$  نانومتر) به صورت پوسته‌ای نازک تشکیل شده بودند و نیز دی‌اکسید تیتانیوم خالص به روش الکتروفوریتیک روی زیرلایه فولاد زنگ نزن 316L آندایز شده پوشش دهی و اثر پارامترهای مهم الکتروفوریتیک مانند ولتاژ، زمان پوشش دهی، غلظت اصلاح کننده بار سطحی (دوپامین) و چسباننده (پلی‌اتیلن‌ایمین) بر کیفیت پوشش‌های حاصل بررسی شد. از مشاهدات میکروسکوپی الکترونی روبشی و عبوری جهت بررسی ذرات استفاده شد. آزمون‌های اسپکتروسکوپی مادون قرمز تبدیل فوریه، طیف سنجی رامان و تفرق اشعه ایکس جهت بررسی ساختار ذرات بکار گرفته شدند. مورفولوژی سطح و ساختار مقطع پوشش‌های حاصل توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی مجهز به طیف سنج پراش انرژی الکترون و ساختار فازی آنها توسط آزمون تفرق اشعه ایکس بررسی شدند. از پروفیل سنج لیزری و گونیومتر جهت اندازه‌گیری زبری و زاویه ترشوندگی سطح پوشش‌ها استفاده شد. خواص سدی پوشش‌ها با تکنیک طیف سنجی امپدانس الکتروشیمیایی به صورت بلند مدت مطالعه شد. بر اساس نتایج به دست آمده، پوشش بهینه حاصل از نانوذرات  $TiO_2-SiO_2$  (ولتاژ ۱۰ ولت، زمان ۱۵ دقیقه، غلظت دوپامین و پلی‌اتیلن‌ایمین به ترتیب برابر ۷/۵ و ۱/۸ درصد وزنی) بدون ترک بود در حالی که پوشش تشکیل شده از نانو ذرات  $TiO_2$  (ولتاژ ۱۰ ولت، زمان ۱۰ دقیقه، غلظت دوپامین و پلی‌اتیلن‌ایمین به ترتیب برابر با ۷/۵ و ۰/۹ درصد وزنی) دارای ترک‌های متعدد بود. پوشش‌های ایجاد شده در دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد سینتر شدند. پوشش  $TiO_2$  یک ترکیب فاز روتیل را نشان داد که شامل یک سطح ترک خورده با یک منطقه نفوذی گسترده غنی از عنصر کروم در نزدیکی زیرلایه بود، در حالی که پوشش کامپوزیتی  $TiO_2-SiO_2$  یک سطح بدون ترک با فاز آناناز شامل یک لایه میانی متراکم و پوسته را نشان داد. تشکیل لایه میانی متراکم از نفوذ عناصر زیرلایه به سمت پوشش در طی عملیات سینترینگ جلوگیری کرد. بر اساس مطالعات طیف سنجی امپدانس الکتروشیمیایی، مقادیر مقاومت کل فارادیک برای پوشش  $TiO_2-SiO_2$  پس از یک روز غوطه ور شدن نمونه‌ها در محلول بافر فسفات  $(10 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-2})$ ، ۲۵-۲۶٪ بیشتر از  $TiO_2$  ( $8 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-2}$ ) بود. همچنین پس از عملیات سینترینگ، بالاترین عملکرد سدی با مقاومت کل فارادیک  $84 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-2}$  برای پوشش کامپوزیتی  $TiO_2-SiO_2$  به دست آمد که تقریباً ۱۲۹۲ برابر بیشتر از پوشش  $TiO_2$  ( $0/056 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-2}$ ) و ۵/۶ برابر بیشتر از زیرلایه آندایز شده ( $10^6-10^7 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-2}$ ) در روز اول غوطه وری بود. در طی ۲۸ روز غوطه وری، مقاومت کل فارادیک پوشش کامپوزیتی  $TiO_2-SiO_2$  (در مرتبه  $10^6-10^7 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-2}$ ) به طور قابل توجهی بیشتر از پوشش  $TiO_2$  (در مرتبه  $10^4 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-2}$ ) بود. به دلیل تاثیر زیست‌فعالی پوسته سیلیکا، پوشش کامپوزیتی  $TiO_2-SiO_2$  در مقایسه با پوشش  $TiO_2$  یا زیرلایه آندایز شده دارای زیست‌فعالی بالاتری بواسطه ترویج تشکیل هیدروکسی آپاتیت در محلول شبیه سازی شده بدن بود.

**کلمات کلیدی:** پوشش دهی الکتروفوریتیک، فولاد زنگ نزن 316L، پوشش  $TiO_2$ ، پوشش کامپوزیتی  $TiO_2-SiO_2$ ، لایه میانی، زیست‌فعالی، خوردگی.