



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

رساله دکتری، مهندسی پزشکی/بیومتریال

ساخت و مشخصه‌یابی پوشش نانو کامپوزیتی بر پایه اکسیداسیون پلاسمای الکترولیتی - هیدروکسی آپاتیت- پلی دوپامین بر آلیاژ WE43 جهت کاربرد ارتوپدی

ارثه دهنده صفورا فرشید

زمان: یکشنبه ۴ تیر ۱۴۰۲ ساعت ۸ صبح سالن سمینار دانشکده مواد

اساتید راهنما: دکتر مهشید خرازیها؛ دکتر حسین صالحی

اساتید مشاور: دکتر مسعود عطاپور، دکتر مزدک گنجعلی خانی حاکمی

اساتید داور: دکتر کیوان رئیسی، دکتر سعید کرباسی، دکتر بهروز موحدی

چکیده:

امروزه به علت مشکلات کاشتنی‌های دائمی ارتوپدی نظیر نیاز به عمل‌های جراحی ثانویه، عفونت و التهاب‌های طولانی، کاشتنی‌های تخریب‌پذیر بر پایه منیزیم و آلیاژهای آن توسعه یافته‌اند. با وجود آن، جهت رفع چالش‌هایی نظیر نرخ بالای تخریب، سرعت پایین اتصال با بافت و نیاز به تسریع رشد و بازسازی استخوان در اطراف آن، در این پژوهش اصلاح سطح با کمک پوشش کامپوزیتی اکسیداسیون پلاسمای الکترولیتی/ هیدروکسی آپاتیت/ پلی دوپامین پیشنهاد شد. ابتدا پوشش اکسیداسیون پلاسمای الکترولیتی با بررسی اثر پارامترهای فرکانس (۵/۰، ۸/۰ و ۱ کیلوهرتز)، زمان پوشش‌دهی (۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه) و سیکل‌های کاری (۴۰-۵۰، ۲۰-۵۰ و ۴۰-۷۰)، بر میزان و اندازه تخلخل‌ها بررسی و نمونه ساخته شده با فرکانس ۸/۰، زمان پوشش‌دهی ۱۰ دقیقه و سیکل کاری ۴۰-۵۰ با تخلخل ۵ و ۳ میکرومتر به‌عنوان نمونه بهینه انتخاب شد. از طرفی استفاده از پوشش‌های زیست‌فعال با مورفولوژی کنترل شده، پاسخ سیستم ایمنی بدن به کاشتنی را به گونه‌ای کنترل می‌نماید که به بهبود استخوان‌سازی منجر خواهد شد. لذا پوشش هیدروکسی آپاتیت با مورفولوژی کنترل شده و صفحه‌ای با روش غوطه‌وری داغ روی پوشش اکسیداسیون پلاسمای الکترولیتی با فرکانس ۸/۰ کیلوهرتز، سیکل کاری ۴۰-۵۰ و زمان پوشش‌دهی ۱۰ دقیقه نشانده شد و خواص آن با نمونه با پوشش هیدروکسی آپاتیت با مورفولوژی تصادفی مقایسه شد. نتایج حاکی از بهبود مقاومت به خوردگی به میزان ۲۰ برابر و بهبود مقاومت به چسبندگی شد. در ادامه، پوشش هیدروکسی آپاتیت/ پلی دوپامین به‌عنوان لایه ثانویه با روش غوطه‌وری داغ، روش رسوب‌دهی الکتریکی بررسی شد. جهت بهینه‌سازی و کنترل مورفولوژی پوشش هیدروکسی آپاتیت در عین حال کنترل ترکیب پوشش و مقاومت به خوردگی، زمان‌های پوشش‌دهی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه و غلظت‌های دوپامین هیدروکلراید ۱، ۲/۵ و ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بررسی شد و نمونه بهینه در زمان پوشش‌دهی ۲۰ دقیقه و غلظت دوپامین ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به دست آمد. مقاومت لایه خودترمیم‌شونده در این نمونه در روز ۲۱ نسبت به در روز ۱ افزایشی ۱۹۵ برابری داشت. همچنین میزان آزادسازی هیدروژن پس از ۷ روز در این نمونه در مقایسه با نمونه بدون پوشش به میزان ۸۵ درصد و در مقایسه با پوشش اکسیداسیون پلاسمای الکترولیتی به میزان ۳۷ درصد کاهش یافت. همچنین نتایج، بهبود معنی‌دار زیست‌فعالی و مقاومت چسبندگی پوشش نسبت به نمونه دارای هیدروکسی آپاتیت به‌تنهایی را در برداشت. در مجموع پوشش اکسیداسیون پلاسمای الکترولیتی/ هیدروکسی آپاتیت/ پلی دوپامین منجر به خودترمیم‌شوندگی، کنترل نرخ تخریب و آزادسازی هیدروژنی و در عین حال بهبود استخوان‌سازی شد. از طرفی نتایج چسبندگی سلولی و زنده‌مانی سلولی در روز ۳ مربوط به نمونه با پوشش اکسیداسیون پلاسمای الکترولیتی/ هیدروکسی آپاتیت/ پلی دوپامین، اختلاف معنادار و زنده‌مانی تا ۱۵۸٪ بوده و نسبت به نمونه‌های با پوشش اکسیداسیون پلاسمای الکترولیتی/ هیدروکسی آپاتیت و اکسیداسیون پلاسمای الکترولیتی و زیرلایه بهبودی قابل توجه به همراه داشت. از طرفی نتایج بررسی پاسخ سیستم ایمنی بیان‌گر افزایش بیان ژن‌های ضدالتهابی BMP2 و TGF- β و تبدیل بیشتر ماکروفاژهای نوع ۱ به نوع ۲ به دنبال بهره‌گیری از کنترل مورفولوژی و افزودن پلی دوپامین به ترکیب پوشش است قابلیت پوشش اکسیداسیون پلاسمای الکترولیتی/ هیدروکسی آپاتیت/ پلی دوپامین برای کنترل پاسخ سیستم ایمنی در کنار خواص خودترمیم‌شوندگی این پوشش را به عنوان کاندیدای برای پوشش کاشتنی‌های ستون فقرات مناسب می‌سازد.