بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی مواد
دفاع از رساله دکتری مهندسی مواد

عنوان: **توسعه پوشش‌های نانومقیاس چندلایه CrN/TiN و CrN/ZrN به روش رسوب فیزیکی بخار- تبخیر قوس کاتدی برای کاربردهای پزشکی**

ارائه کننده: **مهدیس نوری**

زمان(تاریخ و ساعت): **دوشنبه ۱۴۰۲/۱۱/۹ ، ساعت ۱۰ صبح** مکان: **اتاق شورا دانشکده مواد**

اساتید راهنما: **دکتر مسعود عطاپور** و **دکتر فخرالدین اشرفی زاده**

استاد مشاور: **دکتر حسن علم خواه**

اساتید داور: **دکتر رحمت الله عمادی، دکتر مهران نحوی و دکتر بهروز موحدی**

چکیده

مقاومت پایین آلیاژهای تیتانیوم به سایش و خراش باعث تضعیف عملکردشان در کاربردهای ارتوپدی و دندانی می‌شود. چندین دهه است که پوشش‌های نانو ساختار نیتریدی به دلیل زیست‌سازگاری، زیست‌فعالی، سختی، مقاومت به خوردگی و مقاومت به خراش بالا، بسیار مورد توجه قرارگرفته‌اند. در این پژوهش، پوشش‌های نانومقیاس چندلایه CrN/TiN و CrN/ZrN به همراه دو پوشش تک‌لایه TiN و ZrN در ضخامت یکسان با روش CAE-PVD روی زیرلایه Ti6Al4V اعمال شدند. مشخصات فیزیکی-شیمیایی آن‌ها با استفاده از آنالیزهای FE-SEM، EDS و XRD مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین توپوگرافی سطح و ترشوندگی آن‌ها نیز مورد مطالعه قرار گرفت. سختی و استحکام چسبندگی پوشش‌ها با استفاده از سختی‌سنجی نوپ و آزمون خراش بررسی شد. توانایی سطح پوشش‌ها برای تشکیل آپاتیت حین غوطه‌وری ۱۴ روزه نمونه‌ها در محلول SBF از طریق آزمون‌های SEM، EDS، FT-IR، ICP و XRD سنجیده شد. مقاومت به خوردگی پوشش‌ها با آنالیز امپدانس الکتروشیمیایی طی یک دوره غوطه‌وری ۲۸ روزه در محلول SBF بررسی شد. همچنین ترکیب سطح نمونه‌ها بعد از یک دوره ۳۰ روزه غوطه‌وری در محلول PBS با آزمون XPS مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به نتایج، مشخص شد که پوشش‌های چندلایه نسبت به زیرلایه بدون پوشش و پوشش داده شده با فیلم‌های تک‌لایه، سختی و مقاومت به خراش بالاتری دارند. در این بررسی، کندگی پوشش چندلایه CrN/TiN در بار بحرانی برابر 39.6 نیوتن و پوشش CrN/ZrN در باری برابر 39.3 نیوتن رخ داد. درحالی‌که این مقادیر برای پوشش‌های تک‌لایه TiN و ZrN به ترتیب بارهای 22.1 و 23.9 نیوتن بود. ارزیابی زیست فعالی نمونه‌ها نشان داد که همه پوشش‌ها جزء مواد زیست فعال دسته‌بندی می‌شوند چراکه سطح آن‌ها بعد از ۱۴ روز غوطه‌وری، به‌طور کامل با رسوبات آپاتیت پوشیده شده بود. ارزیابی میزان مقاومت به خوردگی نمونه‌ها نشان داد که مورفولوژی سطح و ریزساختار پوشش در میزان مقاومت آن به خوردگی بسیار مؤثر است. به همین علت هم بالاترین میزان مقاومت به خوردگی حین ۲۸ روز غوطه‌وری در SBF برای پوشش CrN/ZrN با مقاومت پلاریزاسیون برابر با $2.02 \times 10^6\ \Omega.cm^2$ ثبت شد. ارزیابی سازگاری سلولی با استفاده از کاشت مستقیم سلول‌های بنیادی مزانشیمی مشتق شده از مغز استخوان روی سطح نمونه‌ها انجام شد. نتایج حاصل از آنالیز هیچ تفاوت معناداری را در میزان فعالیت متابولیکی و مورفولوژی سلول‌ها روی سطح نمونه‌های پوشش‌دار نشان نداد. میزان اثر آنتی‌باکتریال نمونه‌ها در برابر باکتری استوفیلوکوک اورئوس مقاوم به متی‌سیلین مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج، مؤید کاهش فعالیت متابولیکی باکتری‌ها در حدود 44% و 56% به ترتیب روی سطح پوشش‌های CrN/TiN و CrN/ZrN در مقایسه با نمونه Ti6Al4V بدون پوشش به‌عنوان نمونه کنترل بود. علاوه بر آن شمارش واحد تشکیل-دهنده کلونی(CFU) روی سطح پوشش‌های CrN/TiN و CrN/ZrN به ترتیب کاهشی در حدود 2Log و 1Log را نسبت به نمونه کنترل نشان داد.

کلمات کلیدی: Ti6Al4V، CAE-PVD، پوشش چندلایه، CrN/TiN، CrN/ZrN، آزمون امپدانس الکتروشیمیایی، سلول‌های مزانشیم.