باسمه تعالی

**دانشگاه صنعتی اصفهان**

دانشکده مهندسی مواد

سمینار دفاع از رساله دکتری مهندسی مواد

با عنوان

# ارزیابی متالورژیکی و اصلاح سطح داربست‌های Ti-6Al-4V ساخته شده به روش ذوب با پرتو الکترونی


**ارائه‌کننده: حسام رضوانی**


**زمان:** یکشنبه ۱۴۰۲/۱۱/۰۸ ساعت ۱۵ **مکان:** سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

**اعضای کمیته داوری**

**اساتید راهنما:** دکتر فخرالدین اشرفی‌زاده، دکتر مسعود عطاپور **استاد مشاور:** دکتر عبداله صبوری

**اساتید داور:** دکتر سید مهران نحوی، دکتر عبدالمجید اسلامی، دکتر مهدی ابراهیمیان


**چکیده:**

روش‌های ساخت افزایشی (AM)، به دلیل قابلیت ایجاد ساختارهای هندسی پیچیده و هدفمند، به‌عنوان گزینه‌ای برای ساخت داربست‌های فلزی (در حوزه کاشتنی‌های متخلخل) مد نظر قرار گرفته‌اند. هدف پژوهش حاضر ارزیابی داربست‌های فلزی از جنس آلیاژ Ti-6Al-4V ساخته شده به روش ذوب با پرتو الکترونی (EBM) و مطالعه خواص مکانیکی و خوردگی آنها در راستای امکان‌سنجی استفاده به‌عنوان داربست فلزی بود. بدین منظور، از داربست‌هایی که با دو نوع شبکه رومبیک دودکاهدرون (RD) و الماسی (DO) با اندازه شبکه متفاوت طراحی و ساخته شده بود، استفاده شد تا اثر نوع و اندازه شبکه، به عنوان دو عامل کلیدی در تعیین عملکرد داربست، بر خواص مکانیکی و خوردگی، مورد ارزیابی قرار گیرد. یافته‌ها مؤید آن بود که با انجام عملیات پس‌پردازش اچ شیمیایی می‌توان انحراف هندسی داربست‌های ساخته شده از طرح‌واره‌های اولیه را کاهش داد. ارزیابی ریزساختاری داربست‌ها نشان دادکه با تغییر در اندازه شبکه به دلیل تغییر در ضخامت میله‌ها، حجم حوضچه مذاب دستخوش تغییر شده و به دنبال تفاوت در نرخ سرمایش حین فرایند EBM، ریزساختارهای متفاوتی پدید می‌آید. با این وجود ریزساختار تمامی داربست‌ها متشکل از فاز $\alpha$ و $\beta$ بود که ریزساختاری مطلوب از دیدگاه مکانیکی برای کاشتنی‌های بدن است. رفتار مکانیکی داربست‌های Ti-6Al-4V ساخته شده به روش EBM نیز نشان داد که هر دو گروه داربست‌ها دارای استحکام تسلیم مناسب و مدول الاستیک سازگار با استخوان است که می‌تواند از رخ دادن پدیده سپر تنشی ممانعت به عمل آورد. نتایج بیانگر آن بود که نوع شبکه اثر چشم‌گیری بر ترشوندگی دینامیکی و نفوذپذیری داربست‌ها به عنوان عوامل مؤثر بر رفتار زیستی داربست‌ها ندارد، اما با کاهش اندازه شبکه (کاهش اندازه حفره‌ها)، ترشوندگی دینامیکی و نفوذپذیری کاهش یافت. رفتار خوردگی داربست‌های ساخته شده در کوتاه/بلند مدت نشان داد که صرف‌نظر از نوع شبکه، هر قدر اندازه شبکه داربست بزرگتر باشد، مقاومت به خوردگی بالاتر است؛ این موضوع می‌تواند از سطح در دسترس کمتر آنها نشأت گرفته باشد. داربست‌های Ti-6Al-4V ساخته شده رفتار خوردگی بلند مدت مطلوب و رهایش یون قابل‌قبولی از خود نشان دادند. در ادامه این پژوهش، از روش اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی (PEO) برای اصلاح سطح داربست‌های ساخته شده استفاده شد و تأثیر پوشش اکسیدی مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد که با استفاده از روش PEO می‌توان به توزیع یکنواختی از ریزحفره‌ها با اندازه قطر میانگین ۵–۱ µm در سطوح خارجی و مرکزی داربست دست یافت. پوشش PEO از دو لایه متراکم داخلی و متخلخل خارجی تشکیل شده و دارای ضخامتی در محدوده ۶–۴ µm در نواحی مختلف داربست است. تفاوت‌هایی از دیدگاه مورفولوژی و ضخامت پوشش در نواحی خارجی و مرکزی داربست مشاهده شد به گونه‌ای که در نواحی مرکزی تعداد ریزحفره‌های با اندازه کم بیشتر شده و ضخامت پوشش نیز کمتر بود. این تفاوت‌ها با کاهش اندازه شبکه داربست‌ها مشهودتر شد. ارزیابی‌های فازی نشان داد که داربست‌ها متشکل از فازهای اکسید تیتانیوم در شکل روتیل و آناتاز بوده و نوع و اندازه شبکه بر آن تأثیری نداشته است. تغییر توپوگرافی و مورفولوژی سطح و ایجاد پوشش‌های دو لایه متراکم و متخلخل به واسطه پوشش‌دهی با PEO سبب بهبود رفتار الکتروشیمیایی، زیست‌فعالی، زیست‌سازگاری، چسبندگی و تکثیر سلولی در داربست‌ها گردید.



**کلمات کلیدی:** *داربست‌های فلزی، آلیاژ تیتانیم، ساخت افزایشی، نوع و اندازه شبکه، عملکرد مکانیکی، رفتار الکتروشیمیایی، اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی.*