



به نام خدا

ارزیابی رفتار الکتروشیمیایی نمونه فولاد پزشکی LVM ۳۱۶ پوشش داده شده بانانو کامپوزیت HA-YSZ

مهرنوش اسکندری^۱

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد پژوهشگاه مواد و انرژی

سید محمد مهدی هادوی^۲

۲. دانشیار پژوهشگاه مواد و انرژی

منیره گنجعلی^۳

۳. استادیار پژوهشگاه مواد و انرژی

محمد رضا واعظی^۴

۴. دانشیار پژوهشگاه مواد و انرژی

چکیده:

فولادهای زنگ زن آستنیتی ، یا آلیاژهای فلزی به خصوص نوع LVM ۳۱۶ با دارا بودن خواص مکانیکی مناسب ، به عنوان ماده زیستی کاربردهای متعددی در مواد کاشتنی و ارتوپدی در بدن پیدا کرده‌اند [۸]. کاربرد فولادهای زنگ‌زن آستنیتی در کاشتنی‌های مورد استفاده در بدن همچون جایگزین بافت‌های سخت مانند مفاصل مصنوعی، ترمیم شکستگی‌های استخوان ، و سایل تثبیت ستون فقرات و ... مطرح است [۱، ۶۲]. این فولاد علی‌رغم محاسن عمده‌ای که دارند در محیط‌های کلریدی مستعد خوردگی حفره‌ای هستند و از طرفی محیط بدن به علت داشتن مقادیر زیاد یون‌های کلر محیط خورنده‌ای برای این دسته از مواد زیستی محسوب می‌شود. در حالت کلی زیست ماده به کار رفته در محیط بدن بایستی از زیست سازگاری مطلوبی به خصوص در زمان‌های طولانی برخوردار باشد. زیست مواد بکار رفته در بدن در معرض محیط خورنده یعنی مایعات بدن حاوی یون‌های کلر ، آمینواسیدها و پروتئین‌های مختلف قرار دارند. زیست‌سازگاری مواد کاشتنی در بدن بسته به مقاومت آنها در برابر واکنش‌های بیولوژیکی مضر مانند خورده شدن کاشتنی فلزی در محیط پلاسمای خون ارزیابی می‌شود. به منظور اصلاح رفتار بیولوژیکی (زیست سازگاری) این آلیاژ همچون ارتقاء رفتار مقاومت به خوردگی و جلوگیری از انتشار یون نیکل از سطح کاشتنی در محیط بدن اصلاح سطح به عنوان راهکار منطقی و مقرون به صرفه توجه بسیاری از محققین در زمینه ساخت مواد پزشکی را به خود جلب نموده است [۶، ۷]. بررسی برون‌تنی انجام گرفته در شرایط شبیه‌سازی شده با محیط بدن انسان عمدتاً به بهبود مقاومت به خوردگی و در نتیجه بهبود زیست سازگاری فولاد زنگ زن آستنیتی از طریق عملیات سطحی متعدد از جمله پوشش‌دهی سطح آن با ترکیبات مقاوم به خوردگی مطرح است.

در این تحقیق از پوشش دهی کامپوزیت HA-YSZ با ترکیب ۷۰٪ HA و ۳۰٪ YSZ بر روی سطح فولاد LVM ۳۱۶ جهت بررسی رفتار خوردگی آن در محیط شبیه سازی بدن بهره گرفته شد. تست های انجام شده شامل آزمون پتانسیو استات ، شامل اندازه گیری آزمایش پتانسیل مدار باز^{۴۶} (ocp) و تافل می باشد.

کلمات کلیدی: فولادهای زنگ نزن آستنیتی . پوشش دهی . نانوکامپوزیت HA-YSZ

۱. مقدمه:

فولادهای زنگ نزن به دلیل مقاومت عالی در برابر خوردگی در اکثر محیط ها مورد توجه و مصرف قرار دارند. همه انواع فولاد زنگ نزن حداقل حدود ۱۲ درصد کروم دارند که امکان ایجاد یک لایه سطحی محافظ نازک از اکسید کروم را بر سطح آلیاژ تشکیل می دهد. محیط بدن معمولاً به صورت یک محلول آبی با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد و $\text{PH}=7/2$ همراه با الکترولیت ها ، سلول ها و پروتئین ها و گازهای محلول مثل اکسیژن در نظر گرفته می شود. خون بدن انسان مخلوطی از پلاسما (آب ، نمک و پروتئین ها) سلول های مختلف و پلاکت هاست. غلظت بالای یون های کلراید در سرم خون و مایعات میان بافتی و توانایی آنها برای ایجاد خوردگی موضعی برای بسیاری از فلزات و آلیاژها یک محیط بسیار تهاجمی و خورنده است. قرارگیری فلزات در این محیط با انجام واکنش شیمیایی و خوردگی فلز همراه خواهد بود. پدیده مطرح دیگر آزاد شدن یون های فلزی از زیست مواد فلزی می باشد. یون های فلزی منتشر شده ممکن است باعث پدیده های مختلفی از جمله انتقال به قسمت های دیگر بدن، تأثیر بر متابولیسم، انباشته شدن در اندام ها ، آلرژی و سرطان شوند. افزایش انتشار یون های فلزی می تواند نهایتاً باعث عوارض شدید و شکست کل سیستم کاشتنی شود. بنابراین بررسی آزاد شدن یون های فلزی برای بحث در مورد ایمنی و زیست سازگاری مواد بایستی درک شود [۵، ۱۱]. اصول خوردگی در محلول آبی و در دمای محیط فرآیند پیچیده ای است که تابع واکنش های الکتروشیمیایی، خواص متالورژیکی،

وضعیت محیط و حضور و خواص فیلم سطحی آب می باشد. تخریب فلزی توسط انحلال آندی انجام می شود و نرخ خوردگی ، به سرعت فرآیندهایی همچون نفوذ یونی و واکنش های انتقال الکترون بستگی دارد. با توجه به خسارات ناشی از خوردگی محققین را بر این وا داشته تا در حل مسائل خوردگی نهایت تلاش خود را بنمایند. مسأله قابل مطرح خوردگی الکتروشیمیایی فلزات و آلیاژها می باشد. پارامترهای خوردگی عملاً توسط روش های الکتروشیمیایی بررسی می شود. تعاریف زیادی توسط محققین علوم خوردگی ارائه شده است که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد :

-واکنش الکتروشیمیایی فلزات با محیط اطراف خود

-فساد و تخریب فلزات در اثر ترکیب آن با اکسیژن محیط و با سایر مواد شیمیایی

-از بین رفتن مواد در اثر عواملی که صد درصد مکانیکی نیستند به نظر می رسد تعریف جامع تری که در برگیرنده کلیه مواد باشد عبارت است از اینکه خوردگی در واقع انهدام و فساد یا تغییر و دگرگونی در خواص و مشخصات مواد به علت واکنش آنها با محیط اطراف خود می باشد [۴].

۲. روش تحقیق:

رفتار الکتروشیمیایی نمونه فولاد زنگ نزن به وسیله دستگاه پتانسیو استات که توسط یک کامپیوتر کنترل می شود مطالعه گردید در این تحقیق از فولاد زنگ نزن LVM ۳۱۶ به شکل ایمپلنت و با ضخامت حدود ۵ میلی متر که به صورت