



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

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

با عنوان

بررسی اثر اصلاح سطحی با لیزر فیبری حکاکی بر بهبود جدایش آب فوتوالکتروشیمیایی نانولوله‌های $\text{TiO}_2\text{-x}$ تحت نور مرئی

ارائه دهنده: سپهر جوانی

مکان: سالن سمینار دانشکده مواد

زمان: سه‌شنبه مورخ ۲۷ خرداد، ساعت ۸:۳۰

اعضای کمیته داوری:

استاد راهنما: دکتر علی اشرفی

اساتید داور: دکتر مهران نحوی – دکتر عباس بهرامی

چکیده

هیدروژن به عنوان یک حامل انرژی پاک، سبک و با چگالی انرژی بالا، از جایگاه ویژه‌ای در آینده انرژی پایدار برخوردار است. یکی از مؤثرترین روش‌های تولید هیدروژن، شکافت آب به روش فوتوالکتروشیمیایی (PEC) است که در آن با استفاده از انرژی نوری، مولکول‌های آب به اکسیژن و هیدروژن تجزیه می‌شوند. در این فرآیند، فوتوکاتالیست‌ها، که عمدتاً از مواد نیمه‌رسانا تشکیل شده‌اند، نقش کلیدی در جذب نور، تولید جفت‌های الکترون-حفره و انجام واکنش‌های اکسایش و کاهش ایفا می‌کنند. با این حال، بسیاری از فوتوکاتالیست‌های متداول مانند TiO_2 به دلیل شکافت باند انرژی بالا، باز ترکیب سریع حامل‌های بار و جذب محدود نور مرئی، از کارایی پایینی برخوردارند. بهبود ساختار، مورفولوژی و خواص سطحی این نیمه‌رساناها، رویکردی مؤثر برای ارتقاء عملکرد آن‌ها در تولید هیدروژن از شکافت آب محسوب می‌شود. در این پژوهش، به منظور بهبود عملکرد فوتوکاتالیستی نانولوله‌های اکسید تیتانیوم کاهش یافته برای واکنش شکافت آب، از روش اصلاح سطحی زیرلایه‌های تیتانیومی به کمک لیزر فیبری حکاکی استفاده شد. ابتدا سطوح تیتانیومی با دو الگوی متفاوت لیزری بافت‌دهی شدند و سپس طی فرآیند آندایزینگ، نانولوله‌های TiO_2 روی آن‌ها سنتز شدند. در ادامه، با اعمال کاهش الکتروشیمیایی، ساختار TiO_2 به فرم کاهش یافته با حضور گونه‌های Ti^{3+} و جای خالی اکسیژن تبدیل شد. تصاویر به دست آمده از میکروسکوپ FE-SEM شکل‌گیری نانولوله‌های اکسید تیتانیوم در تمامی نمونه‌ها رو تایید کردند و قطر داخلی و خارجی نانولوله‌ها با استفاده از نرم افزار ImageJ محاسبه گردید. بررسی ساختاری با XRD برای تمامی نمونه‌ها انجام شد و با نمونه تیتانیوم گرید ۲ خالص که به عنوان زیرلایه در تمامی نمونه‌ها استفاده شده بود مقایسه گردید. نتایج حاصل وجود فازهای آاناتاز و روتایل را در نمونه‌های بافت‌دار تایید کرد، در صورتی که در نمونه‌های ساده که تحت فرایند لیزری قرار نگرفته بودند، تنها فاز آاناتاز مشاهده شد. طیف‌سنجی UV-Vis نشان داد که انرژی باند گپ از ۳ eV در نمونه S به ۲/۲ eV در نمونه T2 کاهش یافته و جذب نور در ناحیه مرئی بهبود یافته است به طوری که لبه جذب تا حدود ۸۰۰ نانومتر افزایش یافت. به کمک آزمون ترشوندگی، زاویه تماس قطره آب با سطح هر نمونه اندازه‌گیری شد که در نمونه‌های لیزر شده زاویه تماس قطره آب صفر درجه مشاهده شد که نشان دهنده ابرآبدوستی سطح این نمونه‌ها بود. آزمون OCP بیشترین فوتولناژ را برای T2 با مقدار ۰/۳۷ ولت ثبت کرد همچنین، مساحت سطح ویژه فعال الکتروشیمیایی در نمونه T2 برابر با 216 cm^2 برآورد شد که نسبت به نمونه شاهد S ($1/15 \text{ cm}^2$) افزایش حدود ۱۸۰ برابر را نشان داد. نتایج آزمون مات-شاکتی در بازه پتانسیلی +۱ تا ۱/۵ ولت نسبت به پتانسیل Ag/AgCl نشان داد که چگالی حامل‌های بار در نمونه T2 به طور چشمگیری افزایش داشته است و همچنین پتانسیل باند تخت تمامی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد، کاهش قابل توجهی از خود نشان دادند؛ به عبارت دیگر، پتانسیل باند تخت آن‌ها منفی‌تر شد. آزمون کروم آمپرومتری چگالی جریان نوری بالاتر از ۰/۷ mA را برای نمونه T2 نشان داد و پایداری تمامی نمونه‌ها در برابر سیکل‌های قطع و وصل نور تأیید شد. تحلیل EIS و نمودارهای باد نیز کاهش مقاومت انتقال بار و بهبود رفتار الکتروشیمیایی را اثبات کردند.

کلمات کلیدی: هیدروژن، شکافت آب فوتوکاتالیستی، فوتوآند، نانولوله‌های اکسید تیتانیوم، کاهش الکتروشیمیایی، بافت‌دهی سطحی، لیزر فیبری