



دانشگاه صنعتی اصفهان  
دانشکده مهندسی مواد  
با عنوان

## ساخت و مشخصه‌یابی حسگر پوشیدنی خودتوان میکروسیال بر پایه‌ی مکسین جهت پایش گلوکز در عرق انسان

Fabrication and characterization of wearable microfluidic sensor based on biofuel cells using  
Mxene for glucose monitoring in human sweat

ارائه کننده: فاطمه طاهری

مکان: سالن سمینار دانشکده مواد

زمان: دوشنبه ۵ آذر ماه ۱۴۰۳ ساعت ۱۰:۳۰

اساتید راهنما و مشاور: دکتر فتح‌اله کریم‌زاده - دکتر محمدحسن عباسی - دکتر علیرضا صنعتی

اساتید داور: دکتر مهران نحوی - دکتر شیدا لباف

### چکیده

با توجه به اهمیت پایش گلوکز در مدیریت بیماری دیابت، روش‌های متعددی جهت پایش گلوکز توسعه یافته‌اند. بسیاری از این روش‌ها تهاجمی بوده و علاوه بر ایجاد ناراحتی و درد، خطر عفونت را نیز افزایش می‌دهند. بنابراین، هدف اصلی این پژوهش، ساخت و مشخصه‌یابی حسگر پوشیدنی میکروسیال گلوکز مبتنی بر پیل سوختی است که علاوه بر پایش غیرتهاجمی گلوکز انرژی مورد نیاز را در سیال زیستی عرق با  $\text{pH} = 6$  تأمین کند. در این راستا، الکترودهای کربنی با نانوذرات طلا و نانوصفحات مکسین - پلاتین اصلاح‌شد تا به ترتیب به‌عنوان آند و کاتد حسگر سوخت‌زیستی عمل کنند. جهت سنتز مکسین - پلاتین در ابتدا، نانوصفحات مکسین از فاز مکس  $\text{Ti}_3\text{AlC}_2\text{T}_x$  با استفاده از روش اچ انتخابی آلومینیوم در محلول حاوی اسید هیدروکلریک و فلورید لیتیوم سنتز شد. پس از تأیید ساختار و مورفولوژی نانوصفحات مکسین با آنالیزهای XRD و FE-SEM، نانوذرات پلاتین با روش کاهش خودبه‌خودی به روی سطح مکسین قرار گرفت و نانوساختارهای مکسین - پلاتین را تشکیل و سطح الکترود کاتد اصلاح شد. جهت اصلاح سطح الکترود آند نانوذرات طلا به دو روش احیای شیمیایی با سترات سدیم و رسوب الکتریکی سنتز شدند. نتایج بررسی‌های میکروسکوپی الکترونی و ولتامتری چرخه‌ای نشان داد که نانوذرات طلا تهیه‌شده به روش رسوب الکتریکی از فعالیت الکتروشیمیایی مناسب‌تری برخوردارند بنابراین سطح الکترود آند با این روش اصلاح شد. پس از اصلاح سطح الکترودهای آند و کاتد، عملکرد حسگر زیستی ساخته‌شده در محلول‌های بافر فسفات با  $\text{pH} = 7.5$  و عرق مصنوعی با  $\text{pH} = 6$  حاوی غلظت‌های ۰ تا ۵ میلی‌مولار گلوکز به وسیله آزمون ولتامتری روبشی خطی (LSV) مورد بررسی قرار گرفت. با رسم منحنی‌های چگالی توان در هر غلظت و تعیین حداکثر چگالی توان، منحنی‌های کالیبراسیون برای محیط‌های بافر فسفات و عرق مصنوعی رسم شدند و با محاسبه شیب خط منحنی کالیبراسیون حسگر حساسیت  $0.05 \mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{mM}$  در بافر فسفات و  $0.04 \mu\text{w}/\text{cm}^2/\text{mM}$  در عرق مصنوعی را نشان داد. حسگر گزینش‌پذیری مناسبی را در محلول عرق مصنوعی حاوی ۱ میلی‌مولار گلوکز با حضور گونه‌های مزاحم نسبت به نمونه بافر فسفات حاوی ۱ میلی‌مولار گلوکز در  $\text{pH} = 7.5$  نشان داد و قابلیت ساخت مجدد و تکرارپذیری به ترتیب ۹۲٪ و ۹۴٪ اندازه‌گیری شد. در بخش میکروسیال، مخزن میکروسیال با تعداد ورودی‌های مختلف ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ شبیه‌سازی شد و زمان تازه‌سازی (Refresh time) به عنوان پارامتر اصلی ارزیابی شد. پس از آن، مخزن میکروسیال با ۱۰ ورودی که زمان تازه‌سازی ۱۵۵ ثانیه برای رسیدن به ۹۰ درصد غلظت املاح جدید را داشت به عنوان بهترین گزینه انتخاب و به روش قالب‌گیری ساخته شد. نتایج این بررسی می‌تواند در راستای توسعه حسگرهای خودتوان و غیرآزمی برای تشخیص غیرتهاجمی بیماری‌ها استفاده شود.

کلمات کلیدی: دیابت، حسگر سوخت‌زیستی، سیستم غیرآزمی، میکروسیال، نانوذرات طلا، مکسین