

مطالعه رفتار الکتروشیمیایی و ابرخازنی کمپلکس کاتوسن خودانباشته بر روی الکتروکد فیبر کربنی

زهرا سمیعی^۱، سجاد دمیری^{۲*}، حمید رضا پور اعتدال^۳

۱- دانشجوی دکتری شیمی تجزیه، دانشکده شیمی کاربردی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، شاهین شهر، اصفهان، (M.c.z.samiei@gmail.com)

۲- نویسنده مسئول: دانشیار، دانشکده شیمی کاربردی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، شاهین شهر، اصفهان، (SajjadDamiri@chmail.ir)

۳- استاد، دانشکده شیمی کاربردی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، شاهین شهر، اصفهان، (Pouretedal@gmail.com)

چکیده

در این تحقیق، رفتار ابرخازنی فیلم لایه نازک ماده ردوکسی و مایع کاتوسن روی الکتروکد میکرو فیبر کربنی (Cat/CMF) در الکترولیت سولفات سدیم بررسی شده است. اصلاح سطح الکتروکد با LIBS، SEM و ATR-IR/ARIZIYI شد. و کارایی الکتروکدها و ظرفیت ویژه آنها تکنیک‌های با ولتاژمتری سیکلی (CV)، طیف سنجی امپدانس الکتروشیمیایی (EIS) و شارژ-دشارژ گالوانواستاتیک (GCD) در سیستم سه الکتروکدی ارزیابی و مقایسه شدند. آزمون‌های الکتروشیمیایی نشان داد که ظرفیت ویژه در دانسیته جریان ۰.۵۵ A/g برابر ۳۹.۷۶۴/g و در دانسیته جریان ۰.۸۳۴ A/g، دانسیته انرژی ۲.۵ Wh/kg و دانسیته توان ۳۷۳.۸ W/kg است. همچنین، ظرفیت ویژه پس از ۳۰۰۰ سیکل شارژ-دشارژ حدود ۳۰٪ کاهش می‌یابد.

واژگان کلیدی: ابرخازن، کاتوسن، میکرو فیبر کربنی، ظرفیت ویژه.

۱- مقدمه

ابرخازن‌های الکتروشیمیایی به دلیل دانسیته توان بالا و شارژ و دشارژ سریع، گزینه مناسبی برای ذخیره‌سازی انرژی نسبت به باتری‌ها هستند. این دستگاه‌ها با مکانیسم‌هایی مانند ذخیره‌سازی انرژی لایه دوگانه (EDLC) و واکنش‌های شبه‌خازنی کار می‌کنند. مواد الکتروکدی مانند فروسن و کاتوسن به دلیل ویژگی‌های الکتروشیمیایی عالی مورد توجه قرار گرفته‌اند. کاتوسن، به عنوان یک ماده ردوکسی مایع جدید، ظرفیت خازنی الکتروکدهای کربنی را افزایش می‌دهد. در این تحقیق، با لایه‌های خودانباشته کاتوسن روی الکتروکد میکرو فیبر کربنی (CMF)، رفتار الکتروشیمیایی و ذخیره انرژی آن بررسی شده است.

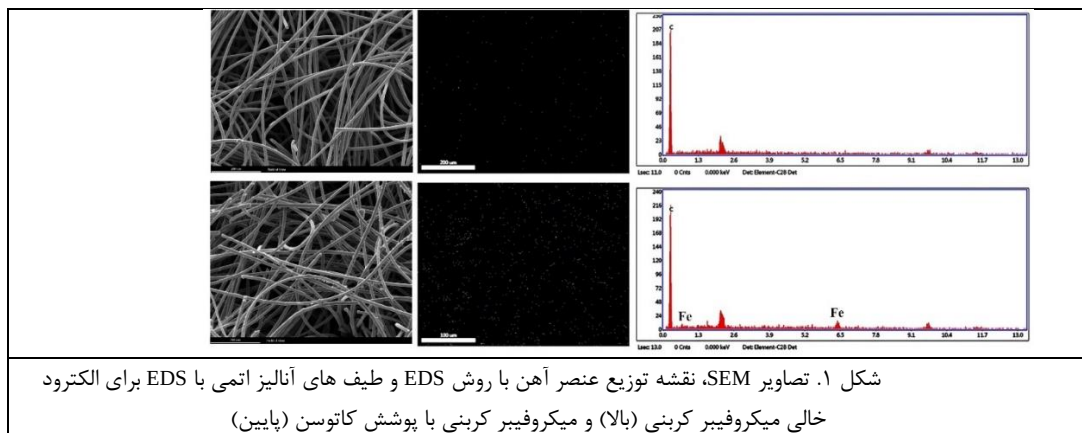
۲- روش

الکتروکدها با پوشش‌دهی و ایجاد فیلم نازکی از محلول کاتوسن در حلال DMF روی فیبر کربنی (Cat/CMF) تهیه شدند. الکتروکد آغشته به محلول‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در آن خشک شد تا فیلم کاتوسن بر روی سطح متخلخل فیبر تثبیت شود. اندازه‌گیری‌های ولتاژمتری چرخه‌ای (CV) در محلول الکترولیت ۰.۱ مولار Na₂SO₄ با سرعت‌های روبش پتانسیل بین ۲۰ تا ۱۴۰ mV/s انجام شد. آزمون‌های شارژ-دشارژ گالوانواستاتیک (GCD) در دانسیته جریان‌های مختلف ثبت و ظرفیت خازنی ویژه طبق رابطه (۱) محاسبه شد:

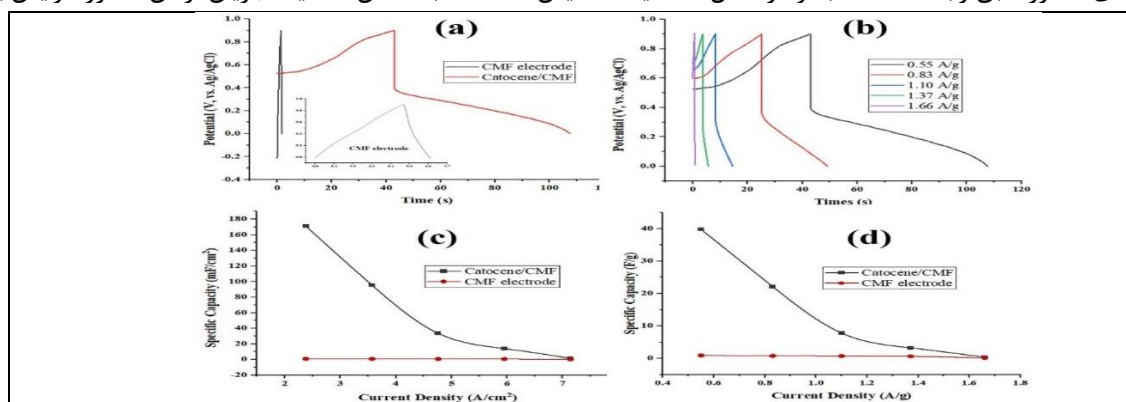
$$C_{sp} = \frac{I \cdot \Delta t}{\Delta V} \quad (1)$$

۳- نتایج و بحث

جهت ارزیابی کیفیت و کمیت تشکیل فیلم کاتوسن بر روی سطح نسبتاً متخلخل فیبر کربنی از تکنیک‌های مختلف میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM)، طیف سنجی پاشندگی انرژی اشعه X (EDS)، LIBS، و ATR/FT-IR استفاده شد. تصاویر SEM و کیفیت توزیع عنصر Fe بر روی سطح با EDS در سطح الکتروکدهای Cat/CMF در شکل (۱) نشان داد که اتم‌های آهن در کاتوسن با غلظت نسبتاً کم و توزیع تقریباً یکنواختی در تمام پنجره نقشه برداری عنصری توزیع شده‌اند.



در این بخش، منحنی های ولتاژ-زمان و شارژ-دشارژ گالوانواستاتیک (GCD) نمونه ها در محدوده ۰.۰ تا ۰.۹ ولت بررسی شدند. مطابق شکل ۲-ا، الکترود میکروفیبر کربنی رفتار خازنی مشابه EDLC و الکترود Cat/CMF رفتار شبه خازنی نشان داد. ظرفیت ویژه (F/g) از منحنی های دشارژ طبق رابطه ۱ محاسبه و در شکل (۲-ب یا د) نمایش داده شد. با کاهش دانسیته جریان، زمان دشارژ افزایش یافت.



شکل ۵. مقایسه GCD الکترود Cat/CMF و فیبر کربنی بدون پوشش، (b) منحنی های GCD الکترودها در دانسیته های جریان مختلف، (c) ظرفیت ویژه وزنی (F/g) بر حسب دانسیته جریان و (d) ظرفیت ویژه الکترودها بر واحد سطح الکترود

همچنین نمودارهای دانسیته انرژی بر حسب دانسیته توان (نمودار راگون) و تست های پایداری سیکلی الکترود اصلاح شده در دانسیته جریان ۱/۱ A/g برای ۳۰۰۰ سیکل شارژ-دشارژ انجام شد. در دانسیته جریان ۱/۱ A/g، رفتار ابرخازنی کاتوسن دارای دانسیته انرژی ۲/۵ Wh/kg در دانسیته توان ۳۷۳/۸ W/kg می باشد.

۴- نتیجه گیری

به طور خلاصه، در این تحقیق رفتار ابرخازنی الکترود Cat/CMF نشان داد که ظرفیت ویژه الکترود در دانسیته جریان ۰/۵۵ A/g برابر ۳۹/۷۶ F/g است. در یک سطح ثابت از الکترود ظرفیت خازنی الکترود Cat/CMF برابر ۱۸۰ mF/cm^۲ و برای الکترود CMF با رفتار EDLC تقریباً ۰/۹۱ mF/cm^۲ است. در دانسیته جریان ۱/۱ A/g، رفتار ابرخازنی کاتوسن دارای دانسیته انرژی ۲/۵ Wh/kg در دانسیته توان ۳۷۳/۸ W/kg می باشد. همچنین با افزایش دانسیته های توان، مقادیر دانسیته انرژی روند نزولی دارد. ظرفیت کلی خازن ها در شارژ-دشارژهای متوالی، تا ۳۰۰۰ سیکل نشان میدهند که ظرفیت الکترود Cat/BPPG تقریباً ۳۰٪ کاهش می یابد.

منابع

- [۱] Sharma S., Chand P. (۲۰۲۳). Supercapacitor techniques: A brief review. Results in Chemistry.
- [۲] Shaikh N. S., Ubale S. B., Mane V. J., et al. (۲۰۲۲). Novel electrodes for supercapacitors. Journal of Alloys and Compounds.