

سنتز و مطالعه رفتار الکتروشیمیایی NMC811 به عنوان ماده فعال کاتدی در باتری‌های لیتیوم-یون

میرقاسم حسینی^{۱*}، فردین موسوی^۲

۱ و * - میرقاسم حسینی: استاد، شیمی فیزیک، الکتروشیمی، شیمی، مرکز تحقیقاتی الکتروشیمی سیستم های تولید و ذخیره سازهای انرژی و تبریز، (mg-hosseini@tabrizu.ac.ir)

۲ - فردین موسوی، دانشجو، شیمی فیزیک، الکتروشیمی، شیمی، مرکز تحقیقاتی الکتروشیمی سیستم های تولید و ذخیره سازهای انرژی و دانشگاه تبریز، (fardinmousavi75@gmail.com)

واژگان کلیدی: باتری لیتیوم-یون، مواد فعال کاتدی NMC811، مواد فعال آندی، شارژ و دشارژ.

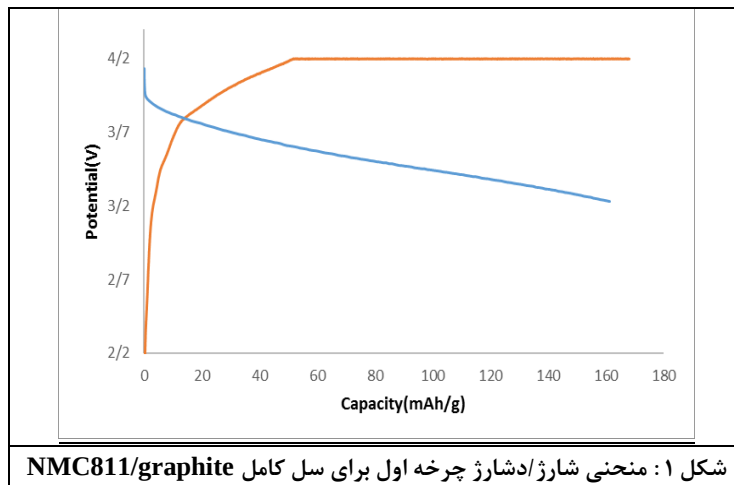
۱- مقدمه

انواع مختلفی از باتری‌های لیتیومی وجود دارد که از رایج‌ترین آن‌ها می‌توان به باتری‌های لیتیوم-یون اشاره کرد زیرا در مقایسه با سایر باتری‌های قابل شارژ بالاترین چگالی انرژی را دارد. همچنین بدلیل سبک وزن بودن، ولتاژ کاری بالا، پتانسیل شارژ سریع و دشارژ خود به خود پایین، چرخه عمر طولانی و ایمن بودن توجه زیادی را در مقایسه با سایر باتری‌ها به خود جلب کرده است [۱]. باتری‌های لیتیوم-یون با استفاده از تبادل الکترون‌ها از طریق واکنش‌های اکسیداسیون و احیا جریان مستقیم تولید می‌کنند. ساختار کاتد و آند به صورت لایه لایه است که یون‌های لیتیوم بین این لایه‌ها قرار می‌گیرند و منجر به شارژ و دشارژ باتری‌های لیتیوم-یون می‌شوند. در زمان شارژ، در الکتروود مثبت لیتیوم به یون لیتیوم مثبت تبدیل می‌شود و یون‌های لیتیوم از کاتد به سمت آند حرکت می‌کنند و در زمان دشارژ، یون‌های لیتیوم در الکتروود منفی به لیتیوم فلزی تبدیل شده و از سمت آند به طرف کاتد حرکت می‌کنند. به هنگام دشارژ کامل باتری تمام یون‌های لیتیوم در اطراف الکتروود مثبت یا کاتد جمع می‌شوند. مواد کاتدی باتری‌های لیتیوم-یون باید دارای یونی مثل یک فلز واسطه باشند تا هم به آسانی واکنش اکسایش/کاهش در آن رخ دهد و هم هادی الکترونی خوبی در انتقال الکترون باشند. همچنین واکنش ماده انتخابی با لیتیوم سریع و برگشت پذیر باشد و از لحاظ زیست محیطی هیچ گونه آلاینده‌ای ایجاد نکند. از سایر ویژگی‌های مواد کاتدی باتری‌های لیتیومی می‌توان به ظرفیت و ولتاژ بالا در واکنش با لیتیوم، عدم تغییر ساختار ماده بر اثر واکنش با لیتیوم و ارزان قیمت بودن اشاره کرد. در این مقاله کاتد لیتیوم نیکل منگنز کبالت دی‌اکسید مورد مطالعه قرار گرفته است.

۲- روش

هم‌رسوبی یکی از انواع روش‌های سنتز از فاز محلول می‌باشد [۲]. نمک‌های سولفات فلزات واسطه نیکل، منگنز و کبالت به نسبت ۸:۱:۱ (Ni:Mn:Co) درون بشر حاوی ۱۵۰ mL آب مقطر ریخته تا حل شوند. پس از حل شدن کامل نمک‌ها چند قطره آمونیوم هیدروکسید به منظور تثبیت pH در ۱۱ اضافه شد. محلول به مدت ۱۲ ساعت هم‌زده شد تا یک سوسپانسیون به رنگ آبی حاصل شود. مخلوط بدست آمده ۲۴ ساعت در دمای محیط بصورت ساکن نگهداری گردید تا ماده ژل مانند ایجاد شود. سپس به وسیله کاغذ صافی از آب جدا و رسوبات قهوه‌ای رنگ حاصل روی کاغذ صافی، برای خشک شدن به آون با دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد منتقل شد. بعد از آنکه حلال بصورت کامل تبخیر شد، پودر قهوه‌ای رنگ NMC حاصل شد. در ادامه پودر حاصل شده با لیتیوم کربنات به‌عنوان منبع لیتیوم ترکیب و جهت آماده سازی الکتروود کاتد در برابر گرافیت تجاری با

الکترولیت LiPF_6 استفاده شد. به منظور بررسی مورفولوژی سطح الکتروود $\text{Li}(\text{Ni}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1})\text{O}_2$ با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از نقاط مختلف ماده تست شناسایی طیفسنجی آنالیز عنصری (EDAX) گرفته شد. نتایج حاصل درستی سنتز را تایید می‌کنند. جهت ارزیابی رفتار سینتیکی سل، از تست امپدانس الکتروشیمیایی مقادیر مقاومت بالک و مقاومت انتقال بار برای این الکتروود به ترتیب برابر با ۱۸/۱۸ و ۳۹۰ اهم بدست آمد. پیک‌های موجود در ولتاژهای ۳/۴ و ۳/۸ ولت واکنش‌های ردوکس را در تست ولتامتری چرخه‌ای نشان می‌دهد. همچنین مطابق شکل ۱ براساس عملکرد سل بسته شده در جریان ۲mA، ظرفیت شارژ و دشارژ برای چرخه اول به ترتیب برابر ۱۶۸mAh/g و ۱۶۱mAh/g است.



۹- نتیجه‌گیری

در این کار پژوهشی کاتد لیتیوم نیکل منگنز کبالت اکسید ۸۱۱ را با خلوص بالا سنتز و رفتار شیمیایی آن را در سل بسته شده در برابر گرافیت تجاری بررسی کردیم. تکنیک‌های شناسایی درستی سنتز را اثبات نمودند. همچنین پایداری چرخه‌ای منحنی CV، تست امپدانس الکتروشیمیایی و شارژ/دشارژ مشخص می‌کند که ماده سنتز شده به‌عنوان الکتروود کاتدی عملکرد خوبی دارد.

منابع و مراجع

- [1] Blomgren, G. E. (2016). The development and future of lithium ion batteries. Journal of The Electrochemical Society, 164(1), A5019.
- [2] Liang, L., Du, K., Peng, Z., Cao, Y., Duan, J., Jiang, J., & Hu, G. (2014). Co-precipitation synthesis of $\text{Ni}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ precursor and characterization of $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ cathode material for secondary lithium batteries. Electrochimica Acta, 130, 82-89.