



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

## تهیه ذرات کاتالیستی PtAu بر روی الکتروود مثبت باتری لیتیم / هوا با

### استفاده از آبکاری پالسی

#### چکیده:

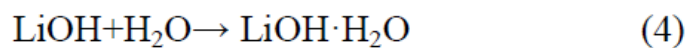
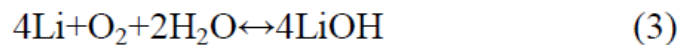
برای کاهش استفاده از فلزات گرانبها بر روی الکتروود هوا، تکنولوژی آبکاری پالسی برای آماده سازی کاتالیزور PtAu استفاده شد. با آزمون ولتاموگرامهای چرخه ای (CV)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و انرژی طیف سنج انتشاری (EDS)، فرآیند ترکیب بندی و گواهی حمام بهینه سازی شده، تعیین شد به این شرح:  $\text{HAuCl}_4$  of 13.3 mmol/L,  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$  of 6.7 mmol/L,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  of 0.5mol/L چگالی جریان پیک 2100 mA/cm<sup>2</sup>، عرض پالس 5٪ و فرکانس 1 kHz. کاتالیزورهای PtAu که تحت فرآیند بهینه سازی شده آماده شدند، بر روی الکتروود هوا به طور یکنواخت با اندازه ذرات 200 ~ 300 nm توزیع شده و ظرفیت ویژه ی تخلیه باتری لیتیم/ هوا تا رسیدن به 1300 mAh / gcarbon + PVDF را سبب می شود که بیش از دو برابر بدون کاتالیزور آن بود.

#### مقدمه:

باتری های لیتیم/ هوا انتخابی ممکن با چگالی انرژی بالا برای پاسخگویی به نیازانتقال برق گرفتگی طولانی در بازه زمانی است. در مقایسه با سلول های لیتیوم یون خودرویی امروزی محدود رانندگی که تقریباً 110 کیلومتر برای یک بسته 200 کیلوگرمی محدود شده است، باتری های لیتیم/ هوا می توانند محدود رانندگی الکتریکی 610 کیلومتری با یک بار شارژ فراهم کنند که یک مقدار نزدیک به خودروی بنزینی پودری است. [1] با این حال، چالش های متعددی برای مغلوب کردن قبل از تجاری کردن باتری های لیتیم/ هوا نیاز دارید. واکنشهای ممکن درگیر کردن لیتیم و اکسیژن به محیط شیمیایی و نحوه عمل بستگی دارد، که مقادیر مختلف انرژی ویژه و چگالی انرژی باتری ها را سبب می شود. در باتری های لیتیم/ هوای غیرآبی، دو واکنش الکتروود اصلی وجود دارد:



ابراهیم و همکاران از اولین کسانی بودند که چنین سلول های لیتیم/ هوا غیرآبی موفق را گزارش کردند. [2] کاهش کامل اکسیژن به  $\text{Li}_2\text{O}$  مطلوب است که به دلیل انرژی خاص بالاتر آن ( $1794 \text{ mAh / g}$ ) است، اما به نظر می رسد که  $\text{Li}_2\text{O}_2$  با انرژی ویژه پایین تر ( $1168 \text{ mAh / g}$ ) یک محصول است که به راحتی بیش از  $\text{Li}_2\text{O}$  شکل میگیرد. [3] در یک محیط آبی، واکنش های مربوط به لیتیم و  $\text{O}_2$  به مقدار pH بستگی دارد. در کاهش  $\text{O}_2$  محلول آبی اساسی از جمله نتایج  $\text{H}_2\text{O}$  در شکل گیری  $\text{LiOH}$  محلول و  $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  نامحلول است که بستگی به غلظت  $\text{LiOH}$  دارد. [4]



واکنش کاهش اکسیژن (ORR) در طول واکنش تخلیه و واکنش سنجش اکسیژن (OER) در هنگام شارژ بر الکتروود هوای متخلخل به سستی در لیتیم حاوی الکترولیت های اپروتیک بدون کاتالیزور قرار گرفته است [5]، که خواص باتری لیتیم/هوا به طور قابل توجهی موثر است. به منظور افزایش ظرفیت ویژه و کاهش ولتاژ بار باتری هوا/لیتیم، برای سرعت بخشیدن به ORR و OER باید کاتالیزور استفاده شود. [6] فعالیت و پایداری کاتالیزوری بسیار عالی در الکترولیت الزامات مورد نیاز برای کاتالیزور ORR و OER هستند. فلزات نجیب و آلیاژها [7] و اکسید فلزات واسطه [8، 9] به عنوان کاتالیزور بر روی الکتروود هوا در گزارش های منتشر شده استفاده شد. دبارت و همکاران اثر چندین کاتالیزور بر خواص باتری های لیتیم / هوا مورد مطالعه قرار دادند و متوجه شد که کاتالیزور اثر کمی بر ولتاژ تخلیه، اما اثر قابل توجهی بر ظرفیتهای ویژه، ولتاژهای بار و خواص چرخه ای دارد.

کاتالیزورها تشکیل شده توسط نانو ذرات برای ORR و OER بهتر است با توجه به مساحت سطح بزرگ خود نسبت به نوع بالک آنها . [10] با استفاده از نانوسیم کاتالیزور  $\alpha\text{-MnO}_2$  ، ظرفیت سلول لیتیم/هوا به  $3000\text{mAh/g}$  از کربن می رسد. در این کار از لو و همکارانش [11]، مخلوط نانو ذرات طلا-پلاتین در مواد فعال الکتروکاتالیزورهای دو عملکردی موفق هستند که در آن ذرات طلا و ذرات پلاتین به ترتیب ORR و OER هدفگیری شدند. نانو ذرات Au-Pt بالاترین بهره وری رفت و برگشت از  $\sim 77\%$  تاکنون نشان می‌دهد و دوباره جلب توجه با وجود هزینه های بالای فلزات گرانبها کرده است.

در مقایسه با کاتالیزور مخلوط شده در دوغاب، تکنولوژی آبکاری پالسی [12] می تواند کاتالیزور فلزی سایز کوچک به اندازه وبا ضخامت کنترل شده در الکترودها آماده کند. در این مقاله، بررسی اثر پارامترهای آبکاری پالسی و ترکیب بندی حمام بر روی خواص کاتالیزوری ذرات PtAu در الکترودهای کربن مطالعه قرار گرفت.

## 2. تجربی

### 2.1 پالس الکتریکی ذرات PtAu

0.75 گرم از پلی فلوراید (PVDF,AR)، در 3.0 گرم از N-methyl pyrrolidone (NMP, AR) حل می شود. 0.5 گرم از استیلن سیاه به مخلوط PVDF / NMP اضافه شده و توسط یک روتور مغناطیسی برای 12 ساعت مخلوط شد. الکترودها متخلخل به عنوان کاتدهایی استفاده شدند که با بارگذاری مخلوط (دوغاب) Carbon/PVDF/NMP بر روی صفحات فوم نیکل (thickness of 1.8 mm, Changsha Liyuan new materials Co. Ltd.) و سپس به مدت 12 ساعت خشک می شود آماده شدند. یک بشقاب طلا به عنوان آند استفاده شده است. حمام های  $50\text{ }^\circ\text{C}$  شامل  $\text{HAuCl}_4$  حدود 6.7 الی 13.3 میلی مول بر لیتر،  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$  حدود 6.7 الی 13.3 میلی مول بر لیتر و سولفوریک اسید 0.5 میلی مول بر لیتر. آبکاری پالسی 60 ثانیه برای یک تکه از کاتد توسط یک قدرت پالس (DMC-30M, Shenzhen Yuanshunda Electronic

(Machinery Co., Ltd.) با پارامترهای تنظیم به عنوان چگالی جریان پیک  $250 \text{ MA} / \text{cm}^2 \sim 100$  به،  
عرض پالس از  $5\% \sim 30\%$  انجام شد و فرکانس  $0.1 \sim 1 \text{ KHZ}$  حمل شد.

## 2.2 مونتاز سلول لیتیم/هوا

سلول های سکه ای CR2025 با سوراخهایی به قطر  $1 \text{ mm}$  ساخته در بالای پوشش به جمع آوری غیرآبی سلول های لیتیم/هوا در یک Glove box پر از آرگون استفاده شد. الکتروود مثبت الکتروود هوا متخلخل با یا بدون کاتالیزور PtAu بود. الکتروود منفی برشهای دیسک لیتیم با قطر  $14 \text{ mm}$  باشد. غشاهای پلی پروپیلن (thickness of  $20 \mu\text{m}$ , Celgard) در یک الکتروولیت مایع یونی آماده با اضافه کردن Li-TFSI به مایعات EMI-TFSI و مهیج برای  $8 \text{ H} \sim 6$  غوطه ور شد، و سپس در سلولها مونتاز شد، که در آن TFSI به معنی تری فولورو متیل سولفونیل ایمید، EMI به معنی 1-اتیل -3-متیل ایمیدازولیوم است.

## 3.2 اندازه گیری

پایداری کاتالیزور PtAu توسط ولتامتری چرخه ای (CV) اندازه گیری با استفاده از یک تحلیل گر الکتروشیمیایی (CHI630B, CH Instruments) در سرعت اسکن از  $10 \text{ mV} / \text{s}$  در محلول های آبی  $1 \text{ mol} / \text{L KOH}$  که با اکسیژن 20 دقیقه [13] هوادهی شد مشخص شد.

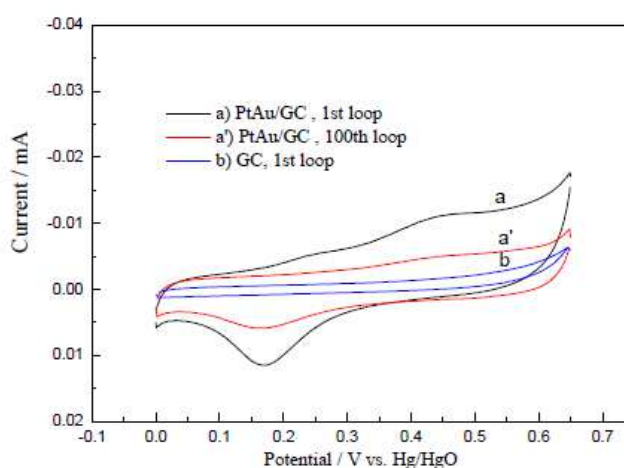
پوشش آلیاژ PtAu پالس الکتریسیته و در الکتروودهای شیشه کربن (GC) ( $\text{geometric area: } 0.2 \text{ cm}^2$ ) بود، جلا داده شده توسط  $1.5 \mu\text{m } \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  به، که به عنوان الکتروود کار مورد استفاده قرار گرفت. الکتروود Hg/HgO و صفحه پلاتین یک سانتی متر مربعی به ترتیب الکتروود مرجع و الکتروود شمارنده بودند. مورفولوژی ها و ترکیب کاتالیزور PtAu توسط میکروسکوپ الکترونی اسکن (SEM) و انرژی پراکنده اشعه ایکس (EDX) اندازه گیری شد. رفتار شارژ و دشارژ سلول های لیتیم/ هوا در اتمسفر هوا با استفاده از سیستم تست باتری (Neware CT-

3008W) در مراحل جریان ثابت (CC) 0.05 میلی آمپر /  $\text{cm}^2$  در محدوده ولتاژ از 1.8V ~ 4.0V در مقابل  $\text{Li/Li}^+$  در دمای محیط ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) مورد آزمایش قرار گرفتند

### 3. نتایج و بحث

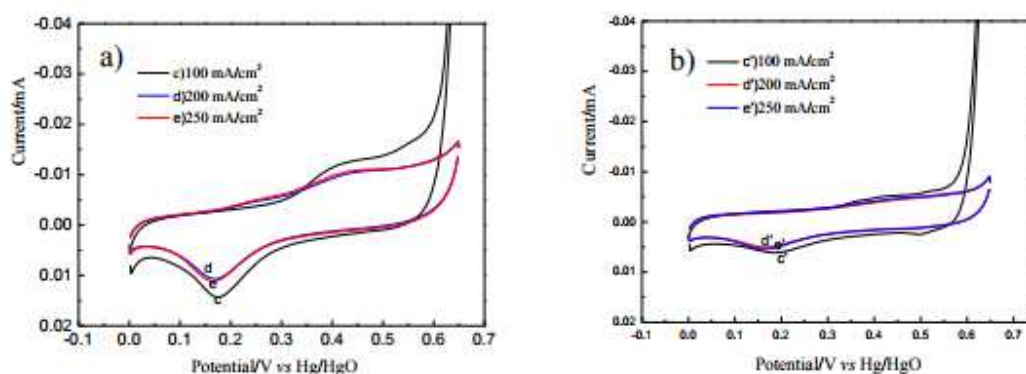
#### 3...1 اثر پارامترهای آبکاری پالسی در خواص کاتالیزوری از ذرات PtAu

الکترودهای GC جلا شده داده با سطوح یکسان به عنوان سوپسترا به منظور بررسی اثر پارامترهای آبکاری پالسی در فعالیت های کاتالیزوری کاتالیزور PtAu استفاده شد. همانطور که در شکل 1a نشان داده شده است، موج بزرگ در مورد 0.17V (در مقابل Hg/HgO، همان زیر) در طول اسکن در جهت منفی نشان می دهد که کاهش اکسیژن جذبی یا اکسید، و افزایش جریان از 0.35 ولت تا 0.7 ولت تکامل اکسیژن در طول اسکن جهت مثبت را نشان می دهد. [14] جریان پیک 0.006mA در مورد 0.17V در شکل 1a، کمتر از 0.011mA در شکل 1a است، که نشان می دهد فعالیت و پایداری ذرات کاتالیزور PtAu پس از استفاده طولانی کاهش می یابد. با این حال، امواج مشابه در شکل 1c وجود ندارد، که نشان می دهد پوشش PtAu دارای فعالیت کاتالیزوری واضح در اکسیژن و GC روی سنجش کاتالیزور اثری نداشت.



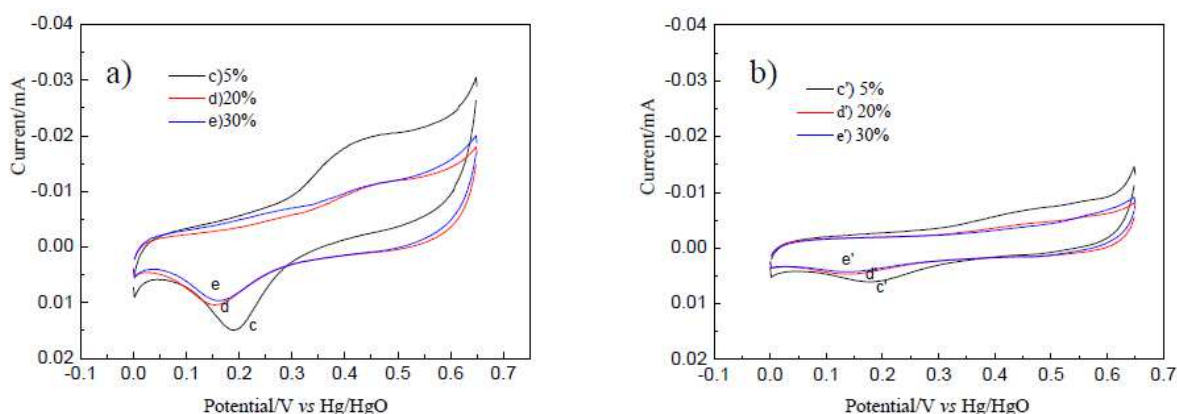
شکل 1a) اولین و صدمین حلقه CV پالسی پوششی PtAu نشسته بر روی الکترودهای GC از یک حمام حاوی  $10 \text{ HAuCl}_4$  میلی مول بر لیتر،  $10 \text{ H}_2\text{PtCl}_6$  میلی مول بر لیتر و  $0.5 \text{ H}_2\text{SO}_4$  مول در دانسیته جریان پیک 150 میلی آمپر بر سانتی متر مربع. عرض پالس 10 درصد و فرکانس 100 Hz، (b) اولین حلقه CV الکترودهای GC در محلول  $\text{O}_2$  اشباع  $1 \text{ KOH}$  مول بر لیتر

همانطور که در شکل 2a، نشان داده شده است با افزایش چگالی های جریان پیک از 100 تا 250 میلی آمپر بر سانتی متر مربع، مقادیر جریان پیک در حدود 0.17 ولت از 0.014 تا 0.01 میلی آمپر کاهش می یابد. سپس 100 بار گردش همانطور که در شکل 2b نشان داده شد، مقادیر جریان پیک در مورد 0.17 ولت نیز کاهش می یابد که در آن در 100 میلی آمپر نشسته، مقدار بزرگتر 0.06 میلی آمپر باقی می ماند. بدیهی است، فعالیت و پایداری پوششی در 100 میلی آمپر بر سانتی متر مربع به دست آمد که از بقیه بهتر است. شاید توسط نسبت اجزای سازنده و مورفولوژی مناسب پوششی PtAu به دست آمده در چگالی جریان پیک پایینتر تحت تاثیر قرار است.



(a) اولین (b) صدمین حلقه CV پالسی پوششی PtAu از یک حمام حاوی  $10 \text{ HAuCl}_4$  از 10 میلی مول بر لیتر،  $10 \text{ H}_2\text{PtCl}_6$  از 10 میلی مول بر لیتر و  $0.5 \text{ H}_2\text{SO}_4$  مول در دانسیته جریان پیک، پهنای پالس 10٪ و 100 Hz فرکانس.

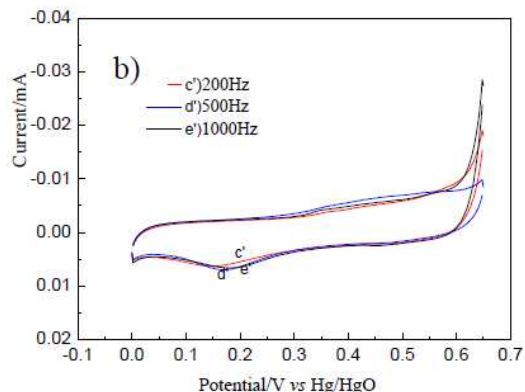
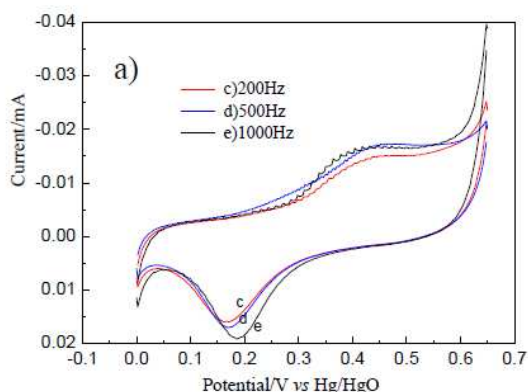
Fig.3 نشان می دهد که پوشش PtAu نشسته در عرض پالس سپرده 5٪ دارای پایداری و فعالیت کاتالیزوری بهتر ، که جریان پیک در حدود 0.19V در اولین و صدمین حلقه، 0.015 میلی آمپر و 0.006 میلی آمپر است. عرض پالس یک درصد زمانی پالسی از تناوب پالسی کل .



شکل 3. در محلول O<sub>2</sub> اشباع 1 مول بر لیتر (a: KOH) اولین (b) صدمین حلقه CV پالسی پوششی PtAu از یک حمام حاوی 10 میلی مول بر لیتر، H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> 10 میلی مول بر لیتر H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 مول بر لیتر در چگالی جریان پیک 150 میلی آمپر بر سانتی متر مربع، عرض پالس مختلف و فرکانس 100 هرتز.

در یکمین حلقه CV همانطور که در Fig.4a نشان داده شده است، مقادیر جریان پیک در مورد 0.18V متناسب با فرکانس پالس هستند. فعالیتهای کاتالیزوری پوشش PtAu با فرکانسهای پالسی بالا به طور قابل توجهی افزایش می یابد. هنگامی که پالس مکرر 1000Hz است، جریان پیک به 0.019 میلی آمپر در اولین حلقه CV می رسد. (Fig.4a-C) به طور کلی، فرکانس پالس بالا برای کاهش قطبش غلظتی و ریز دانه کریستال خوب است که مساحت سطح ویژه پوششی کاتالیست را افزایش می دهد و فعالیت کاتالیزوری بهبود می دهد. [15] بنابراین، یک فرکانس پالسی سریع تر برای نشستن پوشش کاتالیست با فعالیت های بالاتر بهتر است.

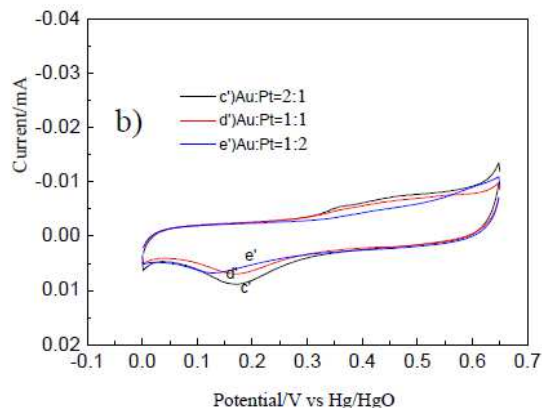
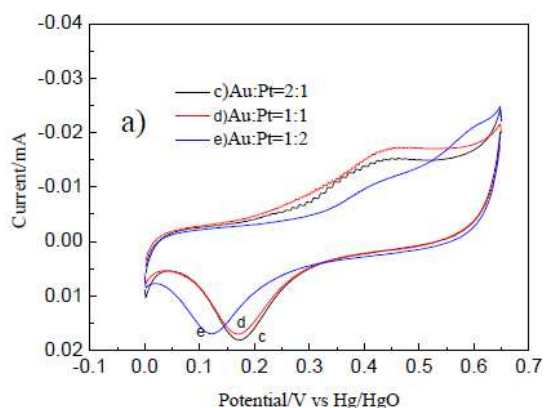




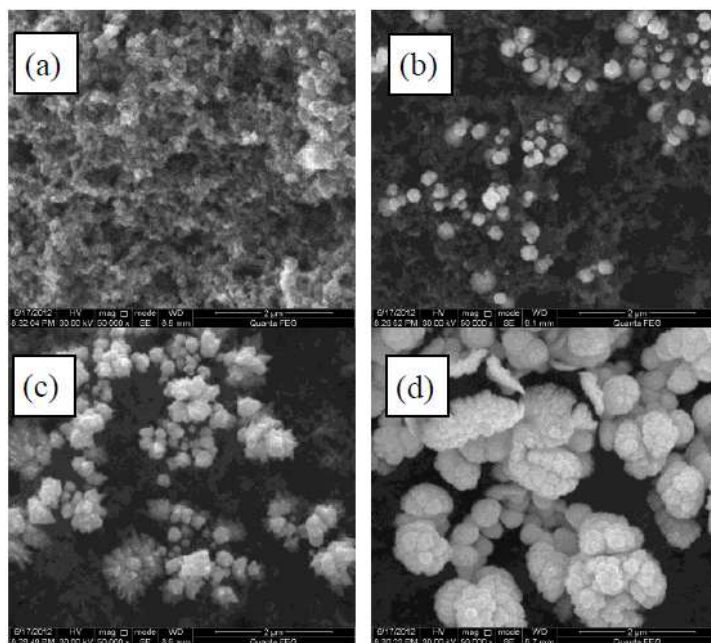
شکل 4. در محلول  $O_2$  اشباع 1 مول بر لیتر (KOH: a) اولین b) صدمین حلقه CV پالسی پوششی PtAu از یک حمام حاوی 10 میلی مول بر لیتر،  $H_2PtCl_6$  10 میلی مول بر لیتر  $H_2SO_4$  0.5 مول بر لیتر در چگالی های جریان پیک 150 میلی آمپر بر سانتی متر مربع، عرض پالس 10٪ و فرکانس مختلف.

هنگامی که عرض پالس افزایش می یابد، مقدار مصرف شده ی یون های فلزی نیز افزایش می یابد. با این حال، یونهای فلزی به اندازه کافی زمان برای مهاجرت از محلول بالک به سطح الکتروود، که یک قطبش غلظت بزرگتر و ذرات با اندازه بزرگتر را سبب می شود. [16] بنابراین، یک پالس عرض کوچکتر برای تشکیل و رشد ذرات اندازه کوچکتر بهتر است.

### 2.3 اثر ترکیب حمام بر خواص ذرات PtAu



شکل 5. در محلول  $O_2$  اشباع 1 مول بر لیتر (KOH: a) اولین (b) صدمین حلقه CV پالسی پوششی PtAu در جگالی های جریان پیک 100 میلی آمپر بر سانتی متر مربع عرض پالس 5٪ و فرکانس پالس یک کیلوهرتز از یک حمام حاوی c) و c')  $HAuCl_4$  13.3 میلی مول بر لیتر،  $H_2PtCl_6$  6.7 میلی مول بر لیتر  $H_2SO_4$  0.5 مول بر لیتر، d) و d')  $HAuCl_4$  10 میلی مول بر لیتر،  $H_2PtCl_6$  10 میلی مول بر لیتر  $H_2SO_4$  0.5 مول بر لیتر، e) و e')  $HAuCl_4$  6.7 میلی مول بر لیتر،  $H_2PtCl_6$  13.3 میلی مول بر لیتر  $H_2SO_4$  0.5 مول بر لیتر.



شکل 6. تصاویر SEM از الکتروده هوا (a) بدون آبکاری پالسی، (b)، (c) و (d) آبکاری پالسی در چگالیهای جریان پیک 100 mA / cm<sup>2</sup>، عرض پالس 5٪ و فرکانس پالس یک کیلوهرتز از حمام حاوی H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> 6.7 میلی مول بر لیتر + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 میلی مول بر لیتر، H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> 10 میلی مول بر لیتر + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 میلی مول بر لیتر، و H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> 13.3 میلی مول بر لیتر + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 میلی مول بر لیتر، به ترتیب.

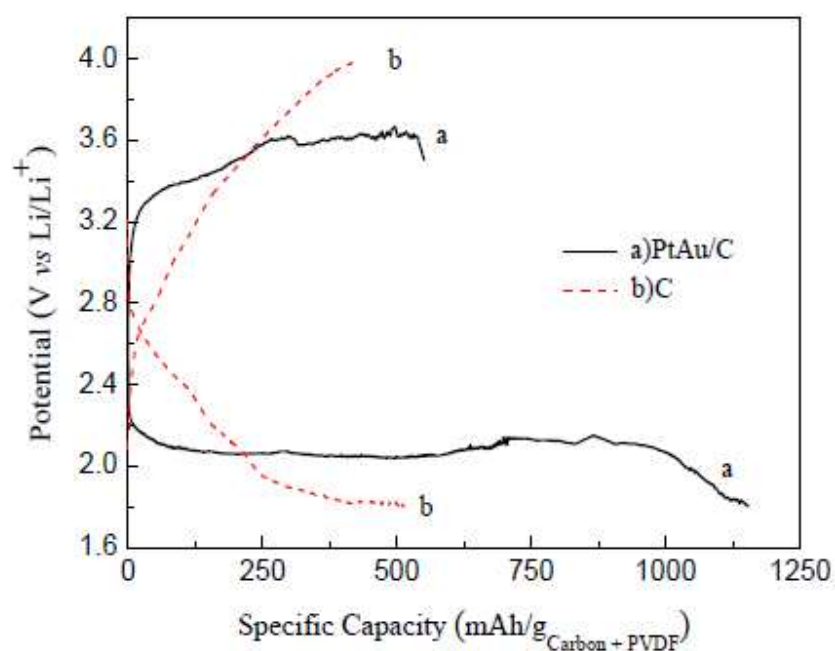
با نسبت غلظت H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> و H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> در تغییر حمام، مقادیر و موقعیت های جریان پیک مختلف می باشد. هنگامی که نسبت مولی طلا: پلاتین در حمام 2:1 است، پوشش PtAu بالاترین جریان پیک در Fig.5a و Fig.5b که به ترتیب 0.018 و 0.009 میلی آمپر هستند، نشان می دهد که با نسبت بالای از طلا در حمام، فعالیت کاتالیزوری پوشش PtAu افزایش می یابد. همانطور که در Fig.6 نشان داده شده است، ترکیب حمام های مختلف نیز به مورفولوژی مختلف ذرات PtAu منجر می شود. در مقایسه با الکتروده هوا بدون آبکاری پالسی (Fig.6a)، ذرات سفید با اشکال گوناگون در شکل 6b و 6c و 6d نشان داده شده است، کاتالیزور PtAu هستند. هنگامی که نسبت مولی طلا: پلاتین در حمام 2:1 می باشد، ذرات PtAu به طور یکنواخت روی الکتروده هوا با کوچکترین اندازه یعنی 200 ~ 300nm می نشیند و نسبت محتوای جرم Pt: Au در نشست 34:57 است، که تقریباً 1:1 است و با گزارش مرجع همسان است که آلیاژ 50٪ پلاتین-50٪ طلا دارای بهترین فعالیت کاتالیزوری است. [11]

### 3.3 شارژ / اموال تخلیه باتری های لیتیوم هوا

در مقایسه با سیکل اول منحنیهای شارژ / دشارژ باتری لیتیوم/هوا با استفاده از الکترودهای هوای مختلف هم‌تنطور که در شکل 6 نشان داده شده است. ، مشخص شده است که باتری لیتیوم/هوا با استفاده از الکتروده کربن با کاتالیست ذرات PtAu دارای عملکرد بهتر نسبت به بدون کاتالیزور آن است. تخلیه و شارژ سطوح باتری لیتیوم/هوا با استفاده از الکتروده کربن با ذرات کاتالیزور PtAu به ترتیب حدود 2.1 ولت (در مقابل Li/Li<sup>+</sup>، زیر همان) و

3.6 ولت هستند که در آن ولتاژهای تخلیه و شارژ سلول همه پایین تر از آن که در مراجع گزارش شده می باشند. [11، 17]. با این حال، باتریای تیمم/ هوا با استفاده از الکتروود کربن بدون کاتالیزور است تخلیه و شارژ واضحی ندارد. علاوه بر این، ظرفیت ویژه ی تخلیه باتری لیتیوم / هوا با استفاده از کاتالیزور PtAu 1150 mAh/g carbon+PVDF است که به وضوح بیشتر از آن است که به وسیله باتری لیتیوم/ هوا بدون کاتالیزور 520 mAh/g carbon+PVDF می باشد. با استفاده از آبکاری پالسی ذرات کاتالیزور PtAu از حمام حاوی H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> of 6.7 mmol/L and HAuCl<sub>4</sub> of 13.3 mmol/L

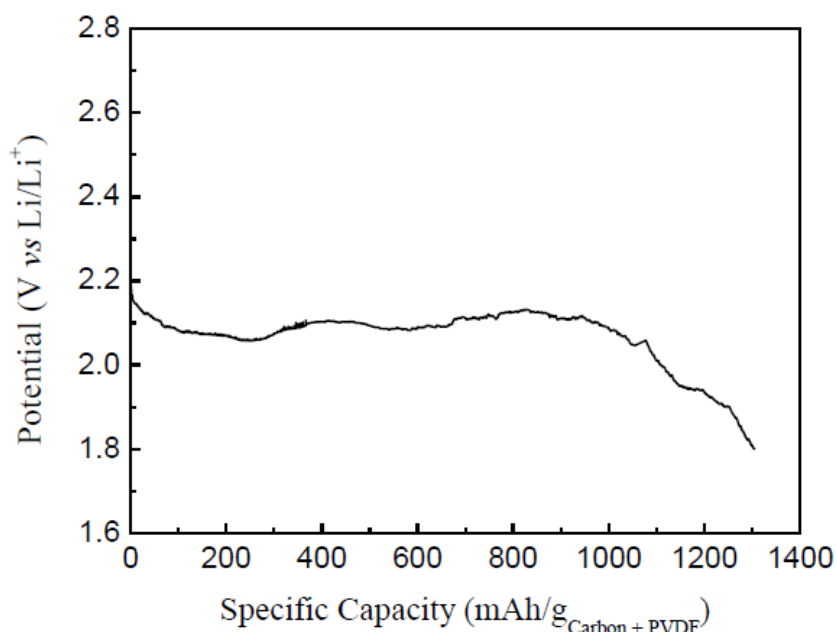
ظرفیت ویژه تخلیه ی باتری لیتیوم/ هوا به 1300mAh/g carbon+PVDF افزایش می یابد، که نشان می دهد کاتالیزوری بهتر است که با نتایج در بخش 3.2 همسان باشد.



شکل 7. چرخه اول منحنی شارژ / دشارژ باتری لیتیوم/ هوا با استفاده از الکتروود هوا کربن (a) بدون کاتالیزور و (b) با ذرات PtAu آبکاری پالسی شده در چگالیهای جریان پیک 100 میلی آمپر بر سانتی متر مربع، عرض پالس

5٪ و فرکانس پالس از 1KHZ از حمام حاوی 10 میلی مول بر لیتر  $\text{HAuCl}_4$  و 10 میلی مول بر لیتر  $\text{H}_2\text{Pt}$

$\text{Cl}_6$  و 0.5 مول بر لیتر  $\text{H}_2\text{SO}_4$



شکل 8. اولین منحنی تخلیه چرخه لی /باتری هوا با استفاده از کربن الکتروود هوا با پالس PtAuparticles الکتریسیته و در چگالی جریان پیک از 100 mA / cm<sup>2</sup> به، عرض پالس 5٪ فرکانس pulse از 1KHZ از حمام حاوی 13.3 میلی مول  $\text{HAuCl}_4$  6.7 میلی مول  $\text{H}_2\text{Pt}$  / L +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.5mol / L

متاسفانه، شارژ و خواص قابل برگشت این باتری لیتیم/هوا به خوبی خواص تخلیه اش نیست. خوردگی الکتروود منفی لیتیم، تجزیه الکترولیت و تولید محصولات الکتروود غیر قابل برگشت، دلایل ممکن است و همچنین چالش هایی در آینده می باشد. [17]

#### 4. نتیجه گیری

ذرات کاتالیزور PtAu آبکاری پالسی شده روی الکترودهای هوای کربن بوده و در باتری های لیتیوم /هوا جمع شده بودند. در نتیجه، آبکاری پالسی ذرات PtAu بر روی سطح الکتروود هوا کربن، فعالیت کاتالیزوری برای ORR و OER دارد، که همچنین هزینه فلزات گرانبها را کاهش می دهد. فرایند آبکاری پالسی بهینه شده و ترکیب حمام برای گرفتن ذرات کاتالیست PtAu بهتر، چگالی های جریان پیک 100 میلی آمپر بر سانتی متر مربع، عرض پالس 5٪، فرکانس پالس 1KHZ و حمام حاوی  $\text{HAuCl}_4$  13.3 میلی مول بر لیتر،  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$  6.7 میلی مول لیتر و  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.5 مول بر لیتر می باشند. با استفاده از ذرات PtAu که در پارامترهای بالا نشسته، ظرفیت ویژه تخلیه باتری لیتیوم/ هوا به  $1300\text{mAh/gcarbon+PVDF}$  می رسد. کار آینده در آماده سازی ذرات PtAu مورفولوژی کنترل شده برای عملکرد کاتالیزوری بهتر توسط آبکاری پالسی تمرکز خواهد کرد.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی