

## سنتز نانو ذره اکسید کادمیم به روش رسوب دهی مستقیم و بررسی تاثیر آن بر کاهش

### مقاومت انتقال الکترون در سیستم‌های مبادله الکترون

سید کمال شیردل<sup>۱</sup>، علی پهلوان<sup>۱</sup>، رویا صادقی<sup>۱</sup> و حسن کریمی مله<sup>۲\*</sup>

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه فیزیک، مازندران، ایران

۲- دانشکده علوم و فناوری های نوین، گروه شیمی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۹/۲۱

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱۶

#### چکیده:

در این کار روش رسوب دهی مستقیم را به عنوان یک روش ساده و سریع برای سنتز نانو ذرات اکسید کادمیم در اندازه‌های نانو پیشنهاد می‌شود. سنتز نانو پودرهای اکسید کادمیم در شرایط آزمایشگاهی بهینه شد. فاکتورهای موثر در سایز نانو ذرات مانند نسبت بین هیدروکسید سدیم و نمک کادمیم و دمای کلسینه شدن مورد بهینه سازی قرار گرفت. خصوصیات نانوپودرها با استفاده از روش‌های امپدانس الکتروشیمیایی، TEM و XRD شناسایی شد. نتایج حاصل حضور پودر اکسید کادمیم با استفاده از روش رسوب دهی مستقیم را تایید می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که در نسبت ۰/۲۵ به ۰/۵ از نمک نیترات کادمیم به هیدروکسید سدیم قطر نانو ذرات اکسید کادمیم ۱۷/۵ نانومتر می‌باشد. بررسی‌ها نشان داد که دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌تواند بهترین داده‌ها را در سنتز نانو ذرات در اختیار ما قرار دهد. **واژگان کلیدی:** نانو ذرات اکسید کادمیم، رسوب‌دهی مستقیم، نانوذره، سنتز.

#### مقدمه:

با پیشرفت علم نانو در سال‌های اخیر و کاربردهای متنوعی که برای این دسته از مواد ارائه شده توجه بسیاری از دانشمندان در حوزه های مختلف به آن جلب شده است. از آن جمله هدایت الکتریکی مناسب مواد در اندازه نانو است که می‌تواند کاربرد آن را در حوزه حسگرهای الکتروشیمیایی افزایش دهد [۱-۳]. ویژگی‌های منحصر بفرد نانومواد مانند زیست سازگار پذیری، پایداری گرمایی و ... باعث شده است تا در ساخت اکثر لوازم کاربردی در سال‌های اخیر از نانو مواد استفاده شود. از طرفی تنوع نانو مواد و ویژگی‌های منحصر بفرد هر کدام نسبت به دیگری باعث شده است تا تمایل به سنتز دسته‌های مختلف این نانو مواد افزایش یابد. از طرفی نانو ذرات و نانوکامپوزیت‌ها حتی در سایزهای مختلف نیز از خود ویژگی‌های متمایزی نشان می‌دهند. لذا توجه به بهبود روش‌ها در سنتز نیز از دیگر موضوعات مورد مطالعه پژوهشگران است. اما آنچه در سال‌های اخیر بیش از دیگر موارد خود را نشان داده است توجه به کاربرد این نوع مواد جدید در صنایع است. در این بین نانو ذرات اکسید کادمیم به علت پیوندهای جالب بین فلز و اکسیژن دارای ویژگی‌های اپتیکی، الکتریکی و مکانیکی منحصر بفردی می‌باشند

[۴-۶]. با توجه به کاربرد گسترده ایجاد و پیشنهاد روشی مناسب که در آن بتوانیم این نانو ذرات را بسهولت و در مقادیر فراوان تولید کنیم، بسیار مورد توجه دانشمندان در سال‌های اخیر قرار گرفته است. در این بین روش رسوب دهی مستقیم، روشی است که به علت سهولت ساخت و توانایی برای تولید در مقادیر زیاد و همچنین ارزان بودن بیش از روش‌های دیگر مورد توجه است.

### شرح آزمایش:

#### مواد و تجهیزات:

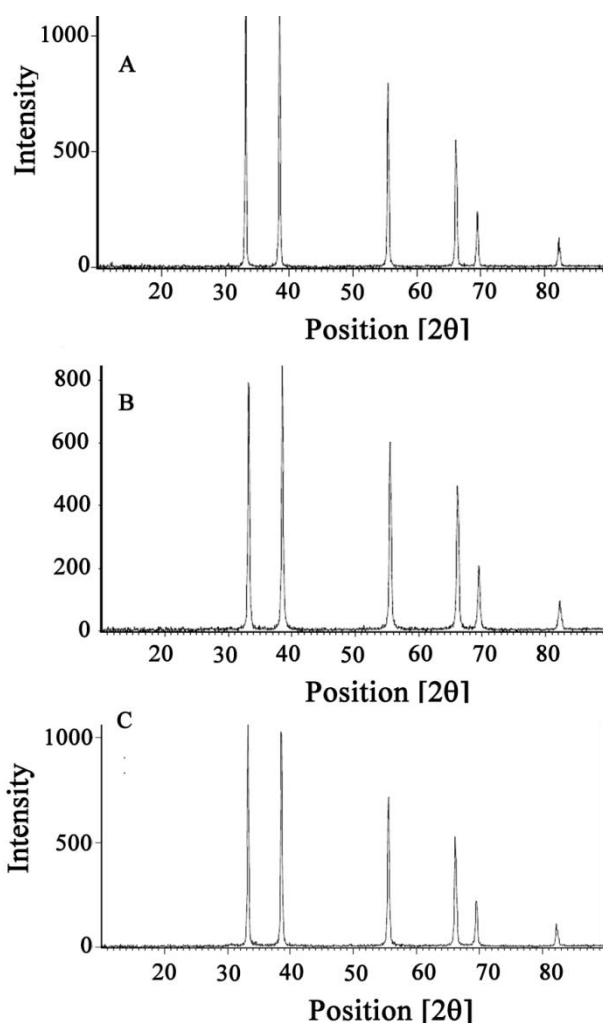
نمک نیترات کادمیم، و هیدروکسید سدیم از شرکت مرک آلمان با خلوص ۹۹/۹٪ خریداری شدند و آب دو بار تقطیر عاری از یون برای محلول سازی‌ها مورد استفاده قرار گرفت. برای توزین مواد از ترازوی Sartorius مدل BP 221S استفاده گردید. برای مطالعات الکتروشیمیایی از دستگاه مطالعات پتانسیواستا/گالوانوستا  $\mu$ Autolab استفاده شد.

#### روش انجام آزمایش:

در این پژوهش، نانو ذرات اکسید کادمیم را بر پایه روش رسوب دهی مستقیم در محلول آبی تهیه شد. در ابتدا هیدروکسید سدیم و نیترات کادمیم را در آب دیونیزه حل می‌کنیم. مقدار ۵/۹۱ گرم نیترات منیزیم ۲/۰ گرم هیدروکسید سدیم را جداگانه درون دو بشر ریخته و روی هر کدام مقداری آب دیونیزه ریخته بعد از حل شدن محلول شفاف بدست می‌آید که با استفاده از قیف محلول به درون بالن انتقال می‌یابد و حجم هر کدام از محلول‌ها به ۱۰۰ میلی لیتر می‌رسد. محلول هیدروکسید سدیم بشدت بهم خورده و در ادامه محلول نیترات کادمیم را بصورت قطره قطره با فاصله زمانی مشخص به آرامی بر روی محلول هیدروکسید سدیم اضافه می‌شود. در ادامه رسوب‌های بدست آمده چندین مرتبه با آب دیونیزه شستشو داده می‌شود. در نهایت رسوب بدست آمده به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد خشک و به سپس به مدت ۴ ساعت در کوره در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک می‌گردد.

#### بحث و نتیجه گیری:

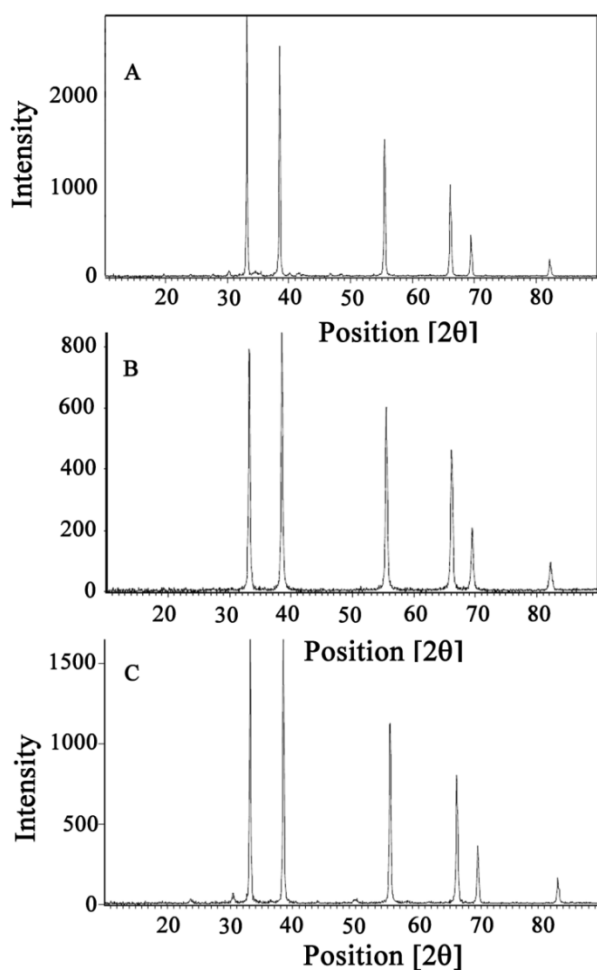
برای بررسی تاثیر نسبت گونه‌های تاثیرگذار در سنتز از پراش پرتوی X استفاده شد. شکل (A-C-۱) طیف‌های پرتوی X مربوط به نانو ذره اکسید کادمیم سنتز شده در نسبت‌های ۰/۲۵ به ۰/۵ و ۰/۵ به ۰/۵ و ۰/۲۵ به ۰/۷۵ به ۰/۷۵ نمک نیترات کادمیم به هیدروکسید سدیم را نشان می‌دهد.



شکل ۱. (A) طیف XRD برای نانو ذرات اکسید کادمیم سنتز شده در نسبت‌های (A) ۰/۵ به ۰/۵ (B) ۰/۲۵ به ۰/۵ و (C) ۰/۲۵ به ۰/۷۵ از نمک نیترات کادمیم به هیدروکسید سدیم

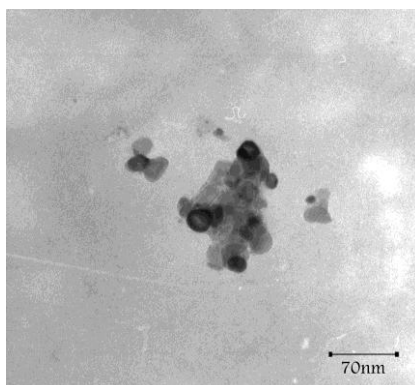
با استفاده از رابطه دبای شرر اندازه ذرات برای نسبت ۰/۲۵ به ۰/۷۵ از نمک کادمیم به هیدروکسید سدیم ۲۳ نانومتر، برای نسبت ۰/۲۵ به ۰/۵ از نمک به هیدروکسید سدیم ۱۷ نانومتر برای نسبت ۰/۲۵ به ۰/۵ از نسبت نمک به هیدروکسید سدیم ۲۵/۲ نانومتر بدست آمده است. براین اساس نتایج نشان می‌دهد در نسبت ۰/۲۵ به ۰/۵ از ترکیبات بهترین شرایط در سنتز حاصل می‌گردد.

برای بررسی دمای کلسینه کردن در اندازه نانو ذرات اکسید کادمیم سه دمای ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ درجه برای کلسینه کردن انتخاب شد. پس از تهیه نانو ذرات طیف‌های XRD این نمونه‌ها ثبت و با استفاده از رابطه دبای شرر اندازه نانو ذرات ثبت محاسبه شد. شکل (A-C-۲) مربوط به طیف‌های XRD نانو ذرات تهیه شده در دماهای مختلف است.



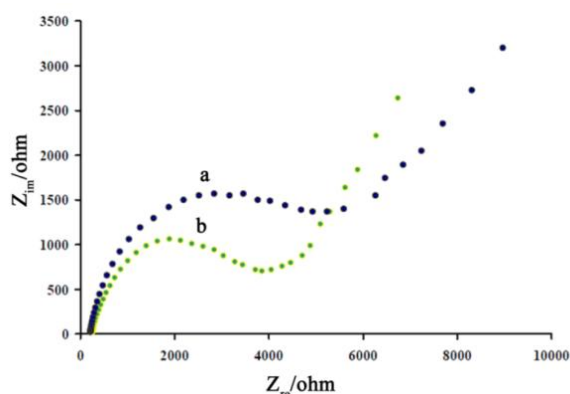
شکل ۲. طیف‌های XRD برای نمونه‌های سنتز شده با نسبت ۰/۲۵ به ۰/۵ از نمک نیترات کادمیم و NaOH را در دماهای کلسینه کردن به ترتیب ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ نشان می‌دهد.

برای نانو ذرات کلسینه شده در دمای ۳۰۰ درجه سانتی گراد اندازه نانو ذرات حدود ۶۰ نانومتر و اندازه نانو ذرات برای دمای کلسینه ۴۰۰ حدود ۱۷/۵ نانومتر و برای دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد اندازه نانو ذرات حدود ۳۰ نانومتر محاسبه شد. همانطور که ملاحظه می‌گردد بهترین شرایط برای سنتز در دمای ۴۰۰ درجه بدست آمده است. از تکنیک TEM برای بررسی‌های بیشتر جهت تعیین اندازه ذرات و نوع متبلور شدن نانو ذرات اکسید کادمیم استفاده شده است. شکل ۳ تصویر TEM را برای نانوذره اکسید کادمیم تنها را نشان می‌دهند. داده‌ها همخوانی مناسبی با طیف‌های نشان داده شده در تصاویر قبل را دارا می‌باشد.



شکل ۳. تصویر TEM بدست آمده از نانو ذره اکسید کادمیم

یکی از جنبه‌های مهم نانو ذرات سنتزی توانایی بالای آن‌ها در افزایش رسانندگی الکتریکی و کاهش مقاومت انتقال الکترون ( $R_{ct}$ ) در سیستم‌های مبادله الکترون در سطح یک رسانا می‌باشد. این موضوع مورد توجه بسیاری از فیزیکدانان و شیمی‌دانان در تهیه سنسورهای الکتریکی و سیستم‌های ذخیره‌سازی اطلاعات می‌باشد. بدین منظور برای بررسی تاثیر ذره حاصله بر روی سیگنال‌های الکتریکی از روش امپدانس الکتروشیمیایی استفاده شد. شکل ۴ طیف نایکوئیست ۱/۰ میلی مولار ترکیب  $K_4[Fe(CN)_6]$  را در محلول ۰/۱ مولار کلرید پتاسیم در سطح الکتروود خمیر کربن ساده و خمیر کربن اصلاح شده با نانو اکسید کادمیم نشان می‌دهد. بدین منظور در محدوده فرکانسی ۱۰۰۰۰۰ تا ۰/۰۱ هرتز طیف امپدانس به صورت جداگانه در حضور این ترکیب و با دو الکتروود مختلف ثبت و مورد ارزیابی قرار گرفت.



شکل ۴. منحنی نایکوئیست الکتروود خمیر کربن ساده و الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانو ذرات اکسید کادمیم

### نتیجه‌گیری:

در این کار ما یک روش ساده و سریع را برای سنتز نانو ذرات اکسید کادمیم با استفاده از روش رسوب دهی مستقیم را در اندازه نانومتری پیشنهاد دادیم. نتایج نشان داد در نسبت ۰/۲۵ به ۰/۰۰۱ از نمک نیترات کادمیم به هیدروکسید سدیم و دمای کلسینه ۴۰۰ درجه سانتی گراد نانو ذرات اکسید کادمیم در اندازه ۱۷.۵ نانومتر قابل سنتز است.

## Synthesis of CdO nanoparticle by chemical precipitation method and its effect on reduction of charge transfer resistant in electron transfer systems

Seyed Kamal Shirdel<sup>1</sup>, Ali Pahlavan<sup>1</sup>, Roya Sadeghi<sup>1</sup> and Hassan Karimi-Maleh<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Mazandaran, Iran

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran

Received: 11 December 2011

Accepted: 4 February 2012

### Abstract

*In this work we describe chemical precipitation method as a simple and fast method for synthesis of CdO nanoparticles. Synthesis of CdO nanoparticle optimize in laboratory condition. Effective factor in nanoparticle size such as ratio between NaOH and Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> concentration and calcinations temperature optimized. Properties of nanoparticles investigate using electrochemical impedance spectroscopy, TEM and XRD methods. Results confirm presence of CdO nanoparticles. Results show that in the ration of 0.25 to 0.5 of Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> and NaOH the diameter of CdO nanoparticle are 17.5 nm. The 400 °C is best calcinations condition for synthesis of CdO nanoparticles.*

**Keywords:** CdO nanoparticles; Chemical precipitation; Nanoparticle, Synthesis

---

\*. **Corresponding author:** Department of Chemistry, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran  
E-mail address: h.karimi.maleh@gmail.com

## مراجع:

- [1] Q. Zhao, Z. Gan and Q. Zhuang, *Electroanalysis* **14** (2002) 1609.
- [2] A. Merkoci, *Microchim. Acta* **152** (2006) 155.
- [3] R. Ojani, J.B. Raof and S. Fathi, *Electrochim. Acta* **54** (2009) 2190.
- [4] P. Manivasakan and V. Rajendran, *J. Am. Ceram. Soc.* **94** (2011) 1410.
- [5] S. T. Shishiyanu T.S. Shishiyanu and O.I. Lupan, *Sens. Actuators B* **107** (2005) 379.
- [6] A. A. Ensafi, H. Karimi-Malehb and S. Mallakpour, *Coll. Surf. B*, **104** (2013) 186.
- [7] A. A. Ensafi, H. Karimi-Maleh, M. Ghiaci and M. Arshadi, *J. Mater. Chem.* **21** (2011) 15022.
- [8] A. A. Ensafi, E. Khoddami, B. Rezaei and H. Karimi-Maleh, *Coll. Surf. B*, **81** (2010) 42.
- [9] M. Keyvanfard, V. Khosravi, H. Karimi-Maleh, K. Alizad and B. Rezaei, *J. Mol. Liq.* **177** (2013) 182.
- [10] E. Afsharmanesh, H. Karimi-Maleh, A. Pahlavan and J. Vahedi, *J. Mol. Liq.* **181** (2013) 8.
- [11] A. A. Ensafi, M. Izadi and H. Karimi-Maleh, *Ionics* **19** (2013) 137.
- [12] Y. Song, M. Zheng, L. Ma and W. Shen, *J. Nanosci. Nanotechn.* **10** (2010) 426.
- [13] H.Y. Wu and H.W. Wang, *Int. J. Electrochem. Sci.* **7** (2012) 4405.
- [14] M. M. Kashani Motlagh, A.A. Youzbashi and L. Sabaghzadeh, *Int. J. Phys. Sci.* **6** (2011) 1471.
- [15] S. Reddy, B. E.K. Swamy, U. Chandra, B.S.Sherigara and H. Jayadevappa, *Int. J. Electrochem. Sci.*, **5** (2010) 10 .
- [16] R. Moradi, S. A. Sebt, H. Karimi-Maleh, R. Sadeghi, F. Karimi, A. Bahari and H. Arabi, *Phys.Chem. Chem. Phys.* **15** (2013) 5888.
- [17] M. Roodbari Shahmiri, A. Bahari, H. Karimi-Maleh, R. Hosseinzadeh and N. Mirnia, *Sens. Actuators B* **177** (2013) 70.
- [18] A. A. Ensafi, H. Bahrami, B. Rezaei and H. Karimi-Maleh, *Mat. Sci. Eng. C* **33** (2013) 831.
- [19] A. A. Ensafi, M. Ghiaci, M. Arshadi and H. Karimi-Maleh, *J. Nanopart. Res.* **15** (2013) 1610.
- [20] R. Soleimani, M. Soleimani, M. Gheisari Godarzi and A. Askari, *J. Fusion. Energ.* **30** (2011) 338.
- [21] M. Zaien, K. Omar and Z. Hassan, *Int. J. Phys. Sci.* **6** (2011) 4176.
- [22] S. Reddy, B. E. Kumara Swamy, U. Chandra, B. S.Sherigara and H. Jayadevappa, *Int. J. Electrochem. Sci.* **5** (2010) 10.
- [23] K. Manickathai, S. K. Viswanathan and M. Alagar, *Ind. J. Pure Appl. Phys.* **46** (2008) 561.