

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی

## استفاده از روش فیلیپس برای سنتز فریت کبالت هسته‌پوسته: بررسی ساختاری و نورتابی

هوشیار، محبوبه؛ میری صادق؛ افشاری‌زند، بهار؛ حسین‌چاقویی، پویا

دانشکده فیزیک، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران

### چکیده

نانو ذرات مغناطیسی فریت کبالت به روش رسوب‌گذاری ساخته شدند و سپس پوسته گذاری آن‌ها با سیلیسیم اکسید  $SiO_2$  به روش فیلیپس صورت گرفته است. بررسی خواص ساختاری، اپتیکی و مغناطیسی نمونه با پوسته توسط طیف پراش پرتو  $X(XRD)$ ، اندازه‌گیری فوتولومینسانس (PL)، طیف سنجی UV-Vis و VSM صورت گرفته است. برای نمونه با پوسته اندازه بلورک‌ها از معادله شرر  $27.1\text{ nm}$  و گاف انرژی مستقیم توسط اندازه‌گیری های PL و UV-Vis برابر  $2.76\text{ eV}$  بدست آمد و در نهایت مشخصه های مغناطیسی نمونه  $M_s$  و  $M_r$  با استفاده از منحنی پسماند به ترتیب  $68.00\text{ emu/g}$  و  $31.7\text{ emu/g}$  برای نمونه بدون پوسته و  $58.38\text{ emu/g}$  و  $11.34\text{ emu/g}$  برای نمونه با پوسته محاسبه گردید.

## Synthesis of $SiO_2@Fe_2O_4$ using Phillips method: Structural and Photoluminescence investigation

Houshiar, Mahboubeh; Miri, Sadegh; AfshariZand, Bahar; Chaghoe, Hossain

Faculty of Physics, Shahid Beheshti University, Tehran

### Abstract

The magnetic Cobalt Ferrite nano particles were synthesized by coprecipitation method and Phillip's approach has been applied for coating the nano particles with Silica. The structural, optical and magnetic properties of the coated samples have been investigated by X-Ray diffraction(XRD), photoluminescence(PL), UV-vis spectrometer and Vibrating Sample Magnetometer(VSM). The crystallite size of the nano particles were obtained to be  $27.1\text{ nm}$  using scherer's formula and the direct band gap was calculated to be  $2.76\text{ eV}$  by PL and UV-vis. And finally magnetic characterization  $M_s$  and  $M_r$  of the sample were determined to be  $68.00\text{ emu/g}$  and  $31.70\text{ emu/g}$  for the sample without shell and  $58.38\text{ emu/g}$  and  $11.34\text{ emu/g}$  for the sample with shell, respectively, using the hysteresis curve.

PACS No. 75,78,81

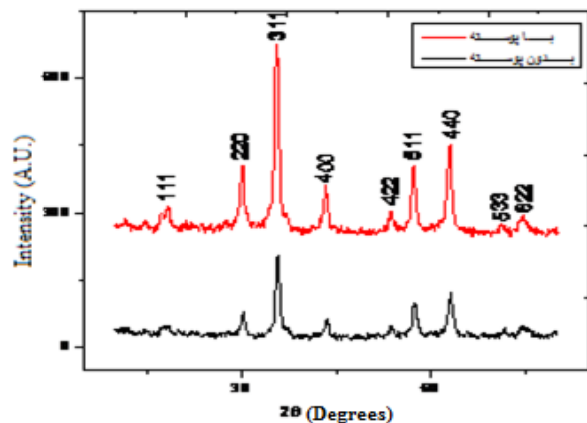
### مقدمه

انجام گرفته است [۵ و ۴]. در این پژوهش از روش رسوب‌گذاری [۶] برای تولید نانو ذرات فریت کبالت استفاده شده است. همچنین برای ارزیابی امکان استفاده از این نانو ذرات فروفلوئیدی در روش دارورسانی هدفمند [۷]، نانو ذرات فریت کبالت به روش فیلیپس [۸] با پوشش سیلیکا که قابلیت پیوند با اکثر پروتئین‌ها و مواد دارویی را دارد، پوسته‌گذاری شده است.

### روش انجام آزمایش

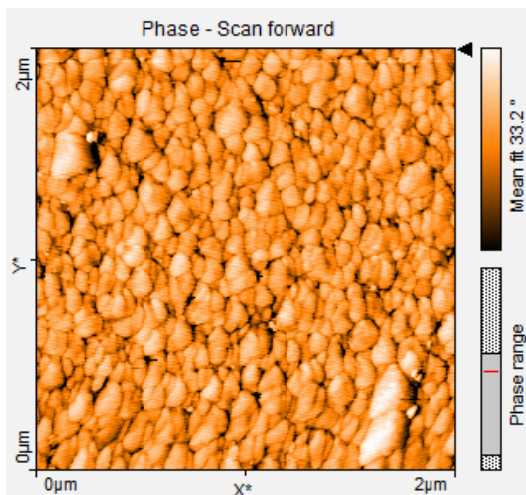
برای تهیه نانو ذرات فریت کبالت، مواد اولیه با استوکیومتری مناسب ترکیب شده است. ابتدا محلول‌هایی از کلرید کبالت با هیدروکلرید اسید و کلرید آهن در آب دوبار تقطیر تهیه و گرم شده و تا دمای  $50^\circ\text{C}$  درجه سانتی‌گراد رسانده شده و سپس با یکدیگر مخلوط شدند و تا دمای  $95^\circ\text{C}$  درجه سانتی‌گراد حرارت داده و بعد

با پیشرفت روز افزون نانو فناوری در عرصه‌های مختلف تکنولوژی و به خصوص استفاده از آن در زمینه پزشکی، نیاز به نانو ذرات روز به روز بیشتر احساس می‌شود. به طور مثال در عرصه پزشکی به کمک نانو ذرات فروفلوئید مناسب به دنبال درمان بیماری‌هایی همچون سرطان، به روش دارورسانی هدفمند هستند. فریت‌های اسپینلی با فرمول کلی  $MFe_2O_4$  (که در آن M یون فلزی دوظرفیتی است) به علت دارا بودن خواص مغناطیسی منحصر بفرد در زمینه پزشکی و دارورسانی هدفمند مورد توجه بسیار قرار گرفته‌اند [۱-۳]. به علاوه فریت‌ها به عنوان گروه مهمی از مواد نیمه رسانا، دارای خواص اپتیکی مهمی می‌باشند و تا به حال تحقیقات فراوانی در زمینه بررسی خواص اپتیکی این مواد



شکل ۱: طیف‌های پراش پرتو X نمونه‌های بدون پوسته و با پوسته.

که در آن  $D$  اندازه بلورک،  $\lambda$  طول موج پرتوی  $X$ ،  $\beta$  پهنای ارتفاع شدیدترین قله (FWHM) و  $\theta$  زاویه براگ قله می‌باشد، برای



شکل ۲: تصویر AFM نمونه پوسته‌گذاری شده

نمونه‌های بدون پوسته و با پوسته به ترتیب  $23.2\text{nm}$  و  $27.1\text{nm}$  به دست آمد. برای تعیین ثابت شبکه نمونه بدون پوسته و با پوسته از رابطه  $a = d(h^2 + k^2 + l^2)^{1/2}$  استفاده کرده که به ترتیب مقادیر  $27.5\text{nm}$  و  $27.9\text{nm}$  به دست آورده شد.

شکل ۲ تصویر AFM ریخت شناسی سطح برای فریت کبالت پوسته گذاری شده می‌باشد. مطالعه AFM یکنواختی سطح را معلوم می‌کند که دلیلی بر توزیع همگن ذرات فریت می‌باشد.

شکل ۳ طیف فوتولومینسانس (PL) نانوبلورهای فریت کبالت با پوسته در دمای اتاق با طول موج برانگیزش  $225\text{nm}$  را نشان

محلول سود به محلول قبلی اضافه شده و به دمای اتاق رسانده شده است تا رسوب سیاه‌رنگ تشکیل گردد. سپس این رسوب چند مرتبه شست و شو داده شده و برای مدت سه هفته دیالیز شده است.

در مرحله بعد، این فرو فلوئید را با سیلیکا به روش فیلیس پوسته‌گذاری می‌کنیم. در این روش ابتدا سیتریک اسید را اضافه کرده تا فروفلوئید لخته شود سپس تترامتیل‌آمونیم‌هیدروکسید را اضافه و در پی آن بی‌درنگ اتانول و آمونیم‌هیدروکسید اضافه می‌شوند. در آخرین مرحله TEOS را طی ۱۰ ساعت به محلول اضافه کرده تا سوسپانسیون قهوه‌ای رنگ تشکیل گردد که برای مدت یکروز روی هم‌زن مغناطیسی قرار داده می‌شود. سپس، بعد از دیالیز ده روزه نمونه را خشک کرده و با هاون آسیاب کرده تا به صورت پودر یک‌دست دربیاید.

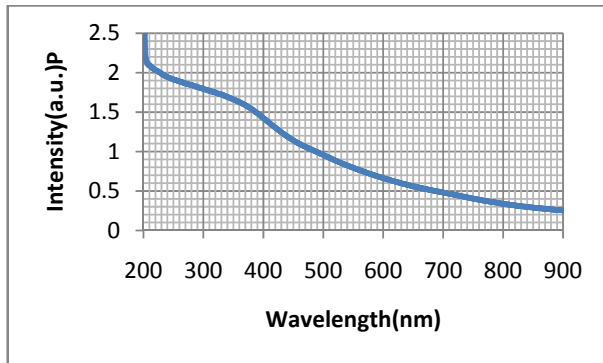
مشخصه‌یابی نمونه‌ها توسط دستگاه پراش اشعه X مدل STOE STADI Diffractometer در گستره  $20^\circ \leq \theta \leq 80^\circ$  با چشمه  $CuK\alpha$  طول موج  $1.5406\text{\AA}$  انجام شد. خصوصیات اپتیکی نمونه توسط دستگاه طیف‌سنج Fluorescence ساخت شرکت Perkin Elmer مدل Ls45 و طیف‌سنجی UV-Vis مدل lambda 25 متعلق به شرکت Perkin Elmer اندازه‌گیری شد. خصوصیات مغناطیسی نمونه توسط دستگاه VSM ساخت شرکت مغناطیس دقیق کویر یزد مدل MIDK6 در دمای اتاق و تا میدان 15 KOe، اندازه‌گیری شده است.

## نتایج و بحث

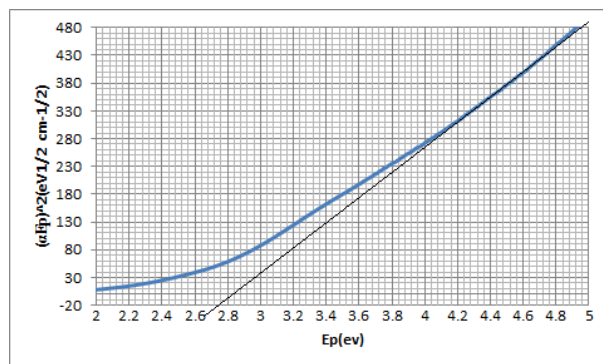
طرح پراش پرتو X برای نانوکریستال‌های فریت کبالت در شکل ۱ نشان‌دهنده شده است. خطوط پراش تشکیل ساختار اسپینلی معکوس را برای نمونه بدون پوسته و با پوسته با شاخص‌های میلر ۱۱۱، ۲۲۰، ۳۱۱، ۴۰۰، ۴۲۲، ۵۱۱، ۵۳۳ و ۶۲۲ نشان می‌دهد.

با توجه به تحلیلی که توسط نرم افزار X'Pert صورت گرفت، قله مربوط به  $2\theta = 11^\circ$  مربوط به ناخالصی  $Fe_2O_3$  می‌باشد. میانگین اندازه بلورک‌ها با توجه به رابطه شرر:

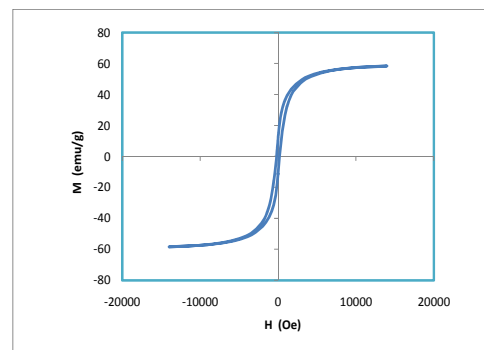
$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cdot \cos\theta} \quad (1)$$



شکل ۴: طیف جذبی نانوکریستال فریت کبالت پوسته گذاری شده با سیلیکا در محدوده دمای اتاق.



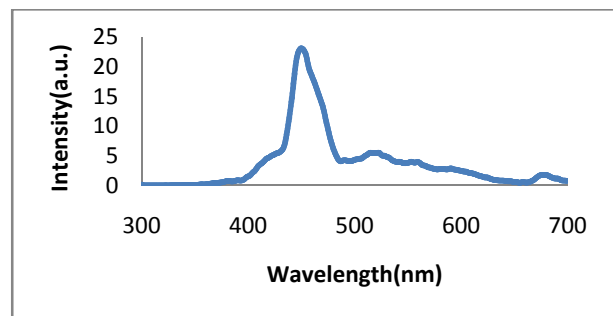
شکل ۵: طرح  $(\alpha E_p)^2$  در برابر  $E_p$  برای نانوکریستال فریت کبالت پوسته گذاری شده در دمای اتاق



شکل ۶: منحنی پسماند نمونه با پوسته.

نمودار پسماند نانوذره فریت کبالت با پوسته مورد بررسی در میدانهای خارجی در شکل 6 نشان داده شده است. با توجه به نمودار می توان ادعا کرد که فروفلوئید ساخته شده دارای خاصیت فرومغناطیس می باشد.

می دهد. این طیف شامل باندهای انتشاری در  $(2/76\text{eV})$  و  $448/5\text{nm}$   $(2/43\text{eV})$ ،  $510/5\text{nm}$   $(2/27\text{eV})$  و  $547/3\text{nm}$   $(1/84\text{eV})$  می باشد که با مقادیر به دست آمده از مرجع [۹] برای نانوذرات فریت کبالت همخوانی دارد. همچنین باند انتشاری موجود در طول موج  $448/5\text{nm}$ ، را می توان به وجود گاف انرژی مستقیم  $(2/76\text{eV})$  در نانوکریستال با پوسته سیلیکا نسبت داد [۹].



شکل ۳: طیف فوتولومینسانس نانوکریستال فریت کبالت پوسته گذاری شده در دمای اتاق

به منظور بررسی دقیق تر خواص اپتیکی نانوبلورهای فریت کبالت با پوسته از طیف سنجی UV-Vis استفاده شده است. شکل ۴ طیف جذبی نمونه مورد بررسی را نشان می دهد. گاف انرژی مستقیم را می توان با استفاده از داده های جذب و معادله  $\alpha E_p = A(E_p - E_g)^q$  [۱۰] که در آن انرژی فوتون،  $A$  ثابتی که به مشخصات ماده بستگی دارد و  $q$  وابسته به ماهیت گذار می باشد که برای گاف انرژی مستقیم  $q$  برابر با ۲ اختیار می شود. از برازش خطی داده های  $(\alpha E_p)^2$  بر حسب  $E_p$  می توان گاف انرژی مستقیم را به دست آورد. مقدار گاف انرژی مستقیم محاسبه شده برای نمونه با پوسته با مقدار بدست آمده از اندازه گیری PL مطابقت دارد و هر دو برابر با  $2.76\text{eV}$  می باشند.

بلورک‌ها را به‌ترتیب برای نمونه‌های با پوسته و بدون پوسته گزارش می‌کند. هم‌چنین آنالیز UV و PL نمونه هسته پوسته با نتایج دیگران مطابقت دارد. تحلیل VSM نمونه هسته پوسته فرومغناطیس بودن آنرا نشان می‌دهد که در نتیجه این ویژگی و اندازه ذره می‌توان ادعا کرد که از این فروفلوئید می‌توان در روش دارورسانی هدف‌مند استفاده کرد.

### مرجع‌ها

- [1] F. Li, H. Wang, L. Wang, J. Wang, J. Magan. *Magan. Mat.* **309** (2007) 295-299.
- [2] S. Sun, H. Zeng, D. B. Robinson, S. Raoux, P. M. Rice, S. X. Wang, G. Li, *J. Am. Chem. Soc.* **126** (2004) 2782.
- [3] T. Hyeon, Y. Chung, J. Park, S. S. Lee, Y. W. Kim, B. H. Park, *J. Phys. Chem. B* **106** (2002) 6831.
- [4] J. A. Toledo-Antonio, N. Nava, M. Martinez, X. Bokhimi, *Appl. Catal. A* **234** (2002) 137-144.
- [5] S. M. Chavan, M. K. Babrekar, S. S. More, K. M. Jadhav, *J. Alloys Compd.* **507** (2010) 21-25
- [6] Z. Zi, . Sun, X. Zhu, Z. Yang, J. Dai, W. Song, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials.* **321** (2007) 1251.
- [7] M. T. Prasad, M. K. Aparna, C. W. Shrikant, *Materials Sciences and Applications.* **2** (2011) 1317-1321.
- [8] J. Wagner, T. Autenrieth, R. Hempelmann; *JMMM* **252** (2002) 4-6.
- [9] R. K. Singh, A. Narayan, K. Prasad, R. S. Yadav, A. C. Pandey, A. K. Singh, L. Verma, R. K. Verma, *J Therm Anal Calorim.* **110** (2012) 573-580.
- [10] P. S. Patil, L. D. Kadam, C. D. Lokhande, *Thin Solid Films.* **272** (1966) 29-32.
- [11] D. R. Cornejo, A. Medina-boudri, H. R. Bertorello, J. Matutes-Aquino, *J. Magn. Magn. Mater.* **242-245** (2005) 194-196.
- [12] Y. Qu, H. Yang, N. Yang, Y. Fan, H. Zhu, G. Zou, *Materials Letters.* **60** (2006) 3548-3552.
- [13] P. C. R. Varma, R. S. Manna, D. Banerjee, M. R. Vrama, K. G. Suresh, A. K. Nigam, *Journal of Alloys and Compounds.* **453** (2006) 298-303.
- [14] K. Maaz, A. Mumtaz, S. K. Hasanian, A. Ceylan, *JMMM.* **308** (2007) 289-295
- [15] Q. A. Pankhurst, J. Connolly, S. K. Jones, J. Dobson, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **36** (2003) 167-181.

هم‌چنین با توجه به نمودار می‌توان مقادیر میدان وادرننگی، مغناطش اشباعی و پسماند مغناطشی نمونه را به‌دست آورد که مقادیر محاسبه شده در جدول ۱ آورده شده است که این مقادیر با اندازه‌گیری‌های سایرین مطابقت دارد [۱۱-۱۴].

جدول ۱: مقادیر به‌دست آمده از روی نمودار پسماند مغناطیسی

نمونه	اندازه نانو ذره	Hc(Oe)	Ms(emu/g)	M <sub>r</sub> (emu/g)
CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> بدون پوسته [۱۴]	۲۴	۱۲۰۵	۶۸	31.7
CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> با پوسته SiO <sub>2</sub>	27.9	۱۸۴	58.38	11.34

برای دارورسانی هدف‌مند برخی ویژگی‌های نانو ذره مورد استفاده مهم می‌باشند، برای نمونه اندازه ذرات باید از مقدار خاصی کوچکتر باشد و هم‌چنین اندازه مساحت نمودار منحنی پسماند مغناطیسی برای تولید گرمای مورد نیاز (این گرما با تولید میدان مغناطیسی متناوب در نزدیکی سلول‌های سرطانی تولید می‌شود) برای از بین بردن بافت‌های سرطانی باید از مقداری معین بیشتر باشد که این مقدار برای انسان  $100\text{mW}$  می‌باشد [۱۵].

با محاسبه این مساحت برای نمونه فریت کبالت با پوسته به‌کمک نمودار پسماند مغناطیسی می‌توان گرمای تولید شده در واحد حجم در فرکانس میدان خارجی و قابل مقایسه بودن این مقدار با  $100\text{mW}$  می‌توان متوجه شد که از این فروفلوئید می‌شود در روش تزریق هدف‌مند برای درمان سرطان استفاده کرد.

از دیگر مشخصه‌های این نانو ذره که آنرا برای استفاده در روش تزریق هدف‌مند مناسب می‌کند، خاصیت فرومغناطیسی آن می‌باشد که این فاکتور به‌علاوه سایز کوچک آن، این فروفلوئید را به یک انتخاب مناسب برای تزریق هدف‌مند بدل می‌کند.

### نتیجه‌گیری

در این مطالعه، نانو ذرات فریت کبالت به‌روش رسوب‌گذاری ساخته و به‌روش فیلپس پوسته‌گذاری شدند. بررسی XRD نمونه‌ها تشکیل فاز و ساختار اسپینلی معکوس را تأیید و اندازه

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی