

# 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



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (GAN)

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



آموزش استفاده از وب آو ساینس

کارگاه آنلاین آموزش استفاده از  
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی

## بررسی هدایت الکتریکی نانوسیالات فریت‌های $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ و $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$

باقلی، سارا<sup>۱\*</sup>؛ خندان فدافان، حسن<sup>۱</sup>؛ لطفی اوریمی، رحیم<sup>۱</sup>؛ قائمی، مهدی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشکده علوم، گروه فیزیک، دانشگاه گلستان، گرگان

<sup>۲</sup> دانشکده علوم، گروه شیمی، دانشگاه گلستان، گرگان

[\\*s.bagheli@yahoo.com](mailto:s.bagheli@yahoo.com)

### چکیده

در تحقیق حاضر نانو ذرات  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  و  $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  به روش هم رسوبی شیمیایی سنتز شدند. خواص ساختاری ترکیبات از قبیل ساختار بلوری و میزان حضور فازهای نامطلوب احتمالی با استفاده از پراش پرتو X تعیین شده و اندازه نانوبلورکها به کمک رابطه دبابی شرر به ترتیب برای  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  و  $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  برابر با ۲۷٫۵ nm و ۲۷٫۶ nm بدست آمد. همچنین تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه‌ها، کلوخه‌ای شدن نانوذرات و تشکیل جزایر چندصد نانومتری را نشان می‌دهد. پس از تهیه نانوذرات، با پراکنده ساختن آنها در سیال پایه آب، به کمک امواج فراصوت، نانوسیالاتی با کسر حجمی یکسان (۰٫۱ درصد از هر ترکیب تهیه و سپس هدایت الکتریکی هر یک در دماهای برگزیده اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش دما، هدایت الکتریکی هر دو نانوسیال بصورت خطی با شیبهای متفاوت افزایش می‌یابد. علاوه بر این تغییرات رسانندگی نسبت به دما در نانوسیال  $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  بیشتر از نانوسیال  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  است.

## Studying electrical conductivity of $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ and $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ Nanofluids

\* Bagheli, Sara<sup>1</sup>; Khandan Fadafan, Hasan<sup>1</sup>; Lotfi Orimi, Rahim<sup>1</sup>; Ghaemi, Mahdi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Physics, University of golestan, gorgan \*

<sup>2</sup> Department of chemistry, University of golestan, gorgan

[\\*s.bagheli@yahoo.com](mailto:s.bagheli@yahoo.com)

### Abstract

In this study, nanoparticles of  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  and  $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  were synthesized by chemical coprecipitation technique. Structural properties of compounds such as crystal structure and the presence of unfavorable phases were determined by using X-ray diffraction (XRD) method. The sizes of  $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  and  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  nanocrystallites were calculated by the Scherrer's formula are 27.5 and 27.6 nm, respectively. Moreover the scanning electron microscope (SEM) images of the samples showed the multi hundred islands due to the aggregation of nanoparticles. Using the ultrasonic waves, the nanofluids with 0.1% volume fraction of each compound was prepared in the water as the base fluid. Electrical conductivity of the nanofluids was measured at different temperatures. Results showed that the electrical conductivity of the both nanofluids is increased with temperature. Moreover the temperature effect on the conductivity of the  $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  nanofluid is more than  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  nanofluid.

PACS No. 70.00

#### مقدمه

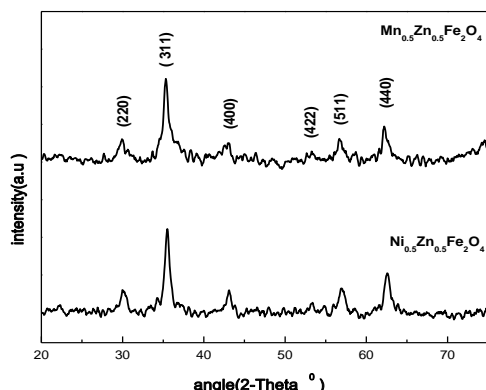
روی، مورد بررسی قرارنگرفته است. این در حالی است که خواص الکتریکی این نانوسیالات می‌تواند در صنعت الکترونیک مفید واقع شود و به فهم عمیق خواص نانوسیالات نیز کمک کند.

با توجه به کاربردهای متنوع نانوسیالات مختلف در تکنولوژی امروز، هدف از تحقیق حاضر، سنتز نانو ذرات  $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  و  $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  به روش هم‌رسوبی شیمیایی، و سپس تهیه نانوسیال ۰/۱ درصد حجمی از هر ترکیب و بررسی تغییرات هدایت الکتریکی DC این نانوسیالات در دماهای برگزیده می‌باشد.

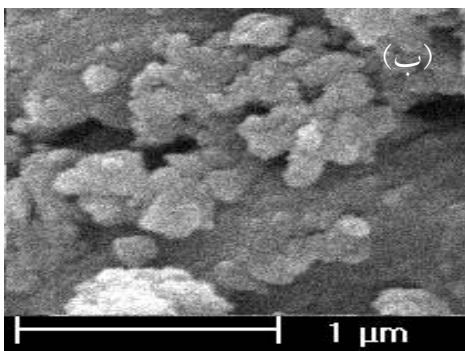
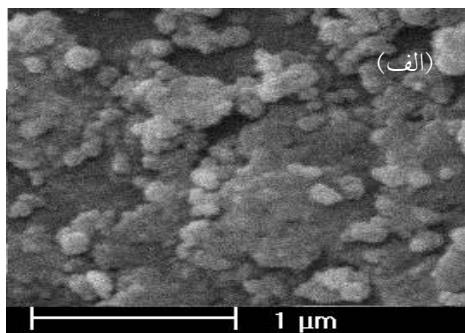
#### روش آزمایش

نانوفریتهای منگنز-روی ( $\text{Mn}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ) و نیکل-روی ( $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ) به روش هم‌رسوبی شیمیایی سنتز شدند [۹]. این روش به دلیل سادگی و قابل کنترل بودن مراحل سنتز روش مناسبی می‌باشد. نانو ذرات حاصل با استفاده از روش‌های XRD و SEM مشخصه‌یابی شدند. در مرحله بعد، نانوسیالات پایداری با کسر حجمی ۰/۱ درصد از هر ترکیب تهیه شد. منظور از کسر حجمی، درصد حجم نانوذرات به حجم کل نانوسیال می‌باشد. پس از تهیه کسر حجمی‌های یکسان از هر ترکیب، جهت پایداری نسبی ذرات پراکنده شده در سیال پایه از امواج فراصوت استفاده شد. هر یک از نانوسیالات تهیه شده با کسر حجمی یکسان در ظرفی جداگانه ریخته شده و در داخل حمام آبی که دمای آن با استفاده از یک سیرکلاتور ثابت نگه داشته می‌شد، قرار گرفتند. هدایت الکتریکی هر نانوسیال با استفاده از دستگاه هدایت سنج (Ec متر) ساخت شرکت Wagtech مدل

امروزه انواع بسیار گوناگونی از فریت‌ها برای کاربردهای مختلف صنعتی از فرکانس‌های پایین تا فرکانس‌های ریزموج تولید می‌گردد. از میان مواد مختلف با خاصیت فری‌مغناطیسی، فریت‌های منگنز-روی و نیکل-روی به دلیل مقاومت ویژه بالا، جریان‌های گردابی ضعیف و هزینه کم، جزء پرکاربردترین فریت‌ها هستند [۱]. فرمول شیمیایی فریت‌ها بصورت  $(\text{MO})(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  است که در آن M یک کاتیون دو ظرفیتی مثل آهن، نیکل، منگنز، روی و... می‌باشد [۲]. فریت منگنز-روی دارای ضریب نفوذ مغناطیسی و ضریب حرارتی بالاست و به همین دلیل در ساخت هسته ترانسفورماتورها و سیم پیچ‌های حلقوی کاربرد فراوانی دارد. از طرف دیگر فریت نیکل-روی دارای ضریب نفوذ مغناطیسی و ضریب حرارتی پایینی می‌باشد و از آن به عنوان هسته سلف‌ها استفاده می‌شود [۳ تا ۵]. خواص فیزیکی فریت‌ها هم مانند دیگر مواد به عوامل مختلفی همچون: مدت زمان سنتز، دمای محیط واکنش، سایز ذرات، مواد افزودنی و... وابسته است [۶]. بر این اساس، تحقیقات زیادی در زمینه بررسی خواص نانو ذرات و نانوسیالات فریت‌های مختلف صورت گرفته است. وایت و همکارانش [۷] هدایت الکتریکی نانوسیال اکسید روی بر پایه‌ی پروپیلن گلیکول را در کسر حجمی‌های مختلف مورد مطالعه قرار دادند. در سال ۲۰۱۲، شن و همکارانش [۸] نانوسیال اکسید روی را بر پایه‌ی روغن ساخته و رسانندگی الکتریکی آن را در دماها و کسر حجمی‌های مختلف بررسی کردند و به دنبال آن مدلی را برای توجیه هدایت الکتریکی نانوسیال ارائه دادند. اما در هیچ یک از پژوهش‌های انجام گرفته هدایت الکتریکی نانوسیال حاوی ذرات فریت منگنز-روی و نیکل-



شکل ۱. طرح پراش پرتو X نانو ذرات  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  و  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ .



شکل ۲. تصاویر SEM مربوط به نمونه های الف)  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  و ب)  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ .

رفتار خطی بدست آمده از تجربه با خط رسم شده در شکل، برازش شده و شیب خط برای دو ترکیب  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  و  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  به ترتیب برابر با ۱۴٫۰۱ و ۸٫۸۵ بدست می‌آید. بنابراین اثر دما بر

CON11 با دقت  $\pm 1\%$  در گستره دمایی ۱۰ تا ۶۰ درجه‌ی سانتیگراد اندازه‌گیری شد.

## نتایج و بحث

مشخصه‌های ساختاری نانوفریتهای  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  و  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  توسط پراش پرتو X تعیین و نتایج در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود ساختار مکعبی نانوذرات بدون حضور ناخالصی به نحو مطلوبی تشکیل شده است. شاخص‌های میلر مربوط به دسته صفحات مختلف در شکل مشخص شده‌اند. سایز نانو بلورک-های  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  و  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  به کمک رابطه شرر [۴]:

$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (2)$$

به ترتیب برابر با ۲۷٫۵ و ۲۷٫۶ نانومتر بدست آمد. در این رابطه  $D$  قطر ذرات،  $\beta$  پهنای نیم ارتفاع در شدیدترین قله‌ی پراش (FWHM)،  $\theta$  زاویه‌ی پراش و  $\lambda$  طول موج پرتو تابشی می‌باشد. تصویر SEM تهیه شده از نانوفریتهای در شکل ۲ نشان‌دهنده کلوخه شدن نانوذرات و تشکیل مجموعه‌هایی با اندازه متوسط ۱۶۰ نانومتر به ترتیب برای ذرات فریت منگنز-روی و نیکل-روی می‌باشد. نمودار تغییرات هدایت الکتریکی نانوسیالات  $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  و  $Mn_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$  با کسر حجمی یکسان ۰٫۱٪ در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش دما رسانندگی الکتریکی DC در هر دو نانوسیال افزایش می‌یابد؛ اما مقدار رسانش در نانوسیال منگنز-روی بیشتر است. این رفتار خطی نسبت به تغییرات دما در نانوسیالات دیگری از جمله  $Al_2O_3$  [۱۰] و  $Fe_2O_3$  [۱۱] نیز مشاهده شده است.

[2] Y. Fukuda, et al; "Electrical conductivity of MnZn ferrite single crystals

with a small number of Fe<sup>2+</sup> ions"; Journal of Magnetism and Magnetic Materials 279 (2004) 325–330

[3] Y. Purushotham, et al., "Electrical transport properties of some substituted nickel ferrites", Materials Science and Engineering B34 (1995) 67-73.

[4] D.G.Chen, et al; "Effect of grain size on the magnetic properties of superparamagnetic Ni<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles by co-precipitation process"; Journal of magnetism and magnetic materials 323 (2011) 1717-1721

[5] C. Venkataraju, et al," Effect of cation distribution on the structural and magnetic properties of Nickel substituted nanosized Mn–Zn ferrites prepared by co-precipitation method", Journal of magnetism and magnetic materials 322 (2010) 230-233.

[6] E. Verwey, P. Jaman, G. van Osterhout, Philips Res. Rep. 5 (1950) 173.

[7] White S.B. et al; "Investigation of the electrical conductivity of propylene glycol-based ZnO nanofluids"; Nanoscale Research Letters (2011), 6:346

[8] Shen L.P., et al; "Solvothermal synthesis and electrical conductivity model for the zinc oxide-insulated oil nanofluid"; Phys. Lett. A ; 376, 1053–1057, 2012.

[۹] خندان فدافن، حسن و همکاران؛ " اثر جانمایی منگنز- نیکل

بر خواص ساختاری و مغناطیسی نانوفریت نیکل- روی "همایش

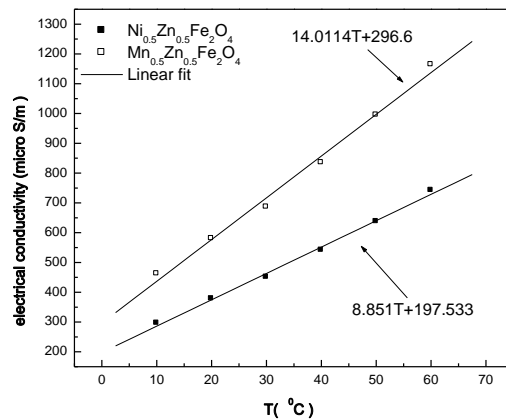
فیزیک ایران، سال ۱۳۹۱

[10] S .Ganguly and S.Sikdar and S.Basu;"Experimental investigation of the effective electrical conductivity of aluminumoxide nanofluids"; Powder Technology, 196 (2009) 326–330

[۱۱] خندان فدافن، حسن و همکاران؛ " بررسی اثر دما و کسر

حجمی بر هدایت الکتریکی نانوسیال Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>؛ " همایش فیزیک

ایران، سال ۱۳۹۰، صفحه ۱۸۶۴ تا ۱۸۶۸.



شکل ۳. تغییرات رسانندگی الکتریکی نسبت به دما.

هدایت الکتریکی نمونه Mn<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> بیشتر از

نمونه Ni<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> می‌باشد.

## نتیجه‌گیری

در این تحقیق نانوذرات Mn<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> و

Ni<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> به روش هم‌رسوبی شیمیایی تهیه و

با استفاده از XRD و SEM مشخصه‌یابی شدند. نتایج

تشکیل فاز اسپینلی را برای هر دو نانوفریت بدون هیچ

فاز فرعی اضافی نشان می‌دهند. پس از تهیه

نانوسیالاتی با کسر حجمی ۱/۰ درصد از هر ماده،

هدایت الکتریکی هر نانوسیال با استفاده از EC متر در

دماهای مختلف اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد که

با افزایش دما رسانندگی الکتریکی افزایش می‌یابد. از

طرف دیگر رسانندگی نانوسیال فریت منگنز-روی

بیشتر از نیکل-روی است و شیب افزایش رسانندگی

در نانوسیال Mn<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> بیشتر از نانوسیال

Ni<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> می‌باشد.

## مراجع

[1] M. El-Shabasy;" DC electrical properties of Zn-Ni ferrites"; Journal of Magnetism and Magnetic Materials 172 (1997) 188-192

# 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



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



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از  
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی