www.nanomeghyas.ir سـال سـوم | شــهــارهی دوم | تـابـسـتـان ۱۳۹۵

Archive of

# بررسى خواص ساختارى ومغناطيسي نانوذرات گارنت ايتريوم آهن ساخته شده به روش میکروامولسیون

فيروزه اوشال | محمد نيايي فر\* | احمد حسن يور

گروه فیزیک، علوم تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

#### چکیدہ

در این مطالعه نانوذرات گارنت ایتریوم آهن با فرمول شیمیایی  $Y_3Fe_5O_{12}$  تحت شرایط محیط و اتمسفر نیتروژن به روش میکروامولسیون تهیه شدند و جهت بررسی دمایی در گستره دمایی ℃۷۰۰ تا ℃ ۱۱۰۰ گرمادهی شدند. ویژگی های ساختاری و مغناطیسی توسط XRD،Far-FTIR ،TEM و VSM مورد بررسی قرار گرفتند. تحلیل پراش پرتو ایکس( XRD)، نشان می دهد که نمونه های تهیه شده در دمای <sup>C</sup>۰۰۰ و ۰۰۰° تک فاز شده اند. میانگین اندازه بلورک های تحت دو اتمسفر (محیط و نیتروژن) در بازه ۱۱ تا ۲۹ نانومتر برآورد شد. بیناب سنج –۶۵۰ cm<sup>-،</sup> فروسرخ دور( Far–FTIR) پیوند اصلی  $v_1$  درگستره ۵۵۰ مربوط به ارتعاشات کششی در جایگاه چهاروجهی و پیوند در گستره '-۴۰۰ cm را مربوط به جایگاه های هشت  $v_2$ وجهى نشان مى دهد. تصوير ميكروسكوپ الكترونى عبورى (TEM) توزیع یکنواخت اندازه ذرات را نشان می دهد. ویژگی های مغناطیسی نمونه ها با استفاده از مغناطیس سنج ارتعاشی (VSM) مورد بررسی قرار گرفت . این آنالیز نشان داد که مغناطش اشباع نمونه ها نخست تا دمای ℃۹۰۰ افزایش و سیس کاهش یافت. این تغییرات به افزایش اثر فازهای جانبی و کمبود اکسیژن در دماهای بالاتر نسبت داده شد.

واژگان کلیدی: گارنت ایتریوم آهن، میکروامولسیون، نانوذرات

### ۱ مقدمه

نانوذرات گارنت ايتريوم آهن به دليل داشتن خواص مغناطیسی، الکتریکی و اپتیکی مانند تعدیل کننده شدت نور فروسرخ و سنسورهای مغناطیسی و نیز دستگاه های ضبط مغناطونوری بسیار مورد توجه واقع شده اند[۱]. روش های

گوناگونی برای تولید این نانوذرات به کار گرفته شده است که از آن جمله می توان به روش هایی چون همرسوبی[۲]، سل-ژل[۳]، مکانوشیمیایی[۴] و سرامیکی[۵] اشاره کرد. از میان روش های ذکر شده، روش میکروامولسیون روشی مناسب جهت تهیه و پایدارسازی نانوذرات است و به منظور تولید موادی با توزيع باريكي از اندازه ذرات در ابعاد نانو و خلوص بالا مورد استفاده قرار می گیرد و همچنین دارای قابلیت کنترل دقیق بر مورفولوژی می باشد[۶]. در واقع استفاده از میکروامولسیون ها و خصوصا مایسل های معکوس یکی از راه های سنتز کنترل نانوذرات است. بسیاری از نانوذرات در نانورآکتورهای مایسلی و تحت واکنش هایی نظیر فرآیندهای رسوبی کاهش و هیدرولیز سنتز می شوند. سنتز در میکروامولسیون ها می تواند منجر به ایجاد ذرات تک یخش شود. روش های تولید نانومواد به صورت تک یخش منجر به افزایش کیفیت محصول می شوند. یکی از راه کارهای سنتزی جهت نیل به این هدف، استفاده از نانوراکتور جهت سنتز نانوذرات می باشد. از جمله ساده ترین نانوراکتورهای مولكولى مايسل ها هستند. اين اجتماعات مولكولى حاصل خودآرایی مولکول های سورفکتانت در حد فاصل فاز آبی و آلی است. میکروامولسیون ها مخلوط های همگن و تک یخش از مايسل ها هستند كه از مخلوط كردن فاز آلى(روغنى)، فاز آبى و پایدار کننده ها(سورفکتانت ها) با نسبت مشخصی تهیه می شوند. در این راستا امامی میبدی در سال ۲۰۱۲ به بررسی نسبت سورفکتانت/آب (۵) به عنوان یکی از عوامل موثر بر روی اندازه و پراکندگی ذرات پرداخت و موفق به ساخت نانوذراتی در حدود ۵۰ نانومتر شد ولی خصوصیات مغناطیسی آن مورد بررسی قرار نگرفت[۷]. تحقیقات وکیرو و همکاران در سال ۱۹۹۶ نشان داد که این نانوذرات تنها در غلظت ۰/۶ مولار و تحت عامل رسوب دهنده آمونيوم كربنات تهيه مي شوند [۸]. در تحقيق حاضر از

1.Monodisperse

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۲۱

روش میکروامولسیون جهت ساخت نمونه ها استفاده شد و با توجه به تغییر اندازه نانوذرات در بازه دمایی ۲۰۰۰ تا ۲۰ ۱۱۰۰ ویژگی های ساختاری و مغناطیسی نمونه ها تحت دو اتمسفر جو و نیتروژن به صورت دقیق مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت.

# ۲ بخش تجربی مواد و تجهیزات

برای تهیه نانوذرات YIG از روش میکروامولسیون روغن/ آب (O/W) استفاده شد. در این روش از مواد اولیه شامل نیترات آهن، نیترات ایتریوم، آمونیوم کربنات (عامل رسوب دهنده)، آهن، نیترات ایتریوم، آمونیوم کربنات (عامل رسوب دهنده)، آلی استفاده گردید (کلیه مواد استفاده شده دارای خلوص بالا آلی استفاده گردید (کلیه مواد استفاده شده دارای خلوص بالا و محصول شرکت مرک می باشند). الگوهای پراش پودرهای تهیه شده با یک دستگاه کر XRD مدل 3003 seifert قازیابی شدند. الگوهای Far-FTIR در گستره عدد موج <sup>(-</sup> ۲۰۰ ۲۰۰ – ۱۵۰ با استفاده از دستگاه بیناب سنج فروسرخ دور مدل Philips CM120 میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) مدل 2012 در تیشاه مورت گرفت. منحنی های پسماند مغناطیسی نمونه ها توسط مورت گرفت. منحنی های پسماند مغناطیسی نمونه ها توسط دستگاه مغناطیس سنج ارتعاشی (VSM) در میدان بیشینه قرار گرفتند.

# روش آزمايش

تهیه نانوذرات  $Y_3Fe_5O_{12}$  به روش میکروامولسیون

بر این مبنا دو سیستم میکروامولسیون B و A انتخاب و آماده گردید. بدین صورت که در سیستم A ابتدا هپتان با نسبت استوکیومتری مناسب وزن کرده و درون بشر قرار گرفت. آنگاه Igepal CA - ۵۲۰ و متانول (کمک سورفکتانت) را به نسبت (۱:۱) توزین کرده و به سیستم بالا اضافه شد. در نهایت محلول نیترات آهن و نیترات ایتریوم به سیستم اضافه گردید. میکروامولسیون B آهن و نیترات ایتریوم به سیستم اضافه گردید. میکروامولسیون J نیز دقیقا مطابق با میکروامولسیون A تهیه شد با این تفاوت که در مرحله آخر به جای محلول آبی (نیترات آهن و نیترات ایتریوم) از آمونیوم کربنات با غلظت ۶/۰ مولار استفاده شد. پس از تهیه هر دو سیستم، میکروامولسیون B به میکروامولسیون A اضافه شد. پس از اختلاط کامل دو سیستم، جهت همگن سازی بهتر مواد آن ها را به مدت ۳۰ دقیقه درون حمام آلتراسونیک قرار داده شد. آنگاه به

کمک دستگاه سانتریفیوژ رسوب ها جداسازی شدند. سپس رسوب های حاصل شستشو داده و جهت خشک شدن، مواد را به مدت ۱ ساعت درون آون با دمای ۲۵۰۰ قرار داده شد. در نهایت پودر حاصل درون هاون شیشه ای کوبیده شد تا یکنواخت گردید. آنگاه به مدت ۲ ساعت تحت شرایط محیط و اتمسفر نیتروژن با دمای ۲۵۰۰ درون کوره کلسینه تا پودر سبز رنگی حاصل شد (شکل۱).





## ۳ نتایج و بحث

()

در شکل ۲ الگوهای پراش پرتو ایکس ذرات گارنت ایتریوم آهن با غلظت های مختلف (۱ mol/lit، ۱ mol/lit، برتو ایکن است. تحلیل پراش پرتو ۱یکس ساختار اسپینل مکعبی تک فاز با استفاده از کارت استاندارد ۱یکس ساختار اسپینل مکعبی تک فاز با استفاده از کارت استاندارد میانگین اندازه بلورک ها با استفاده از فرمول دبای شرر (رابطه ۱) در بازه ۱۱ تا ۲۹ نانومتر تخمین زده شد.

$$D=0.9\lambda/B\cos\theta$$

در این رابطه D بر حسب نانومتر،  $\lambda$  طول موج پرتو ایکس Cu-k<sub>a</sub> (برابر با ۵٬۱۵۴۰۶ نانومتر)،  $\theta$  زاویه براگ،  $\beta$  پهنای قله در نیم شدت بیشینه (بر حسب رادیان) است که از رابطه ی زیر به دست می آید[۹].

$$\beta = \sqrt{B_M^2} - \sqrt{B_S^2} \tag{Y}$$

که در آن B<sub>s</sub> پهنای قله پراش وابسته به نمونه ای با اندازه ی بلورک های بزرگتر از یک میکرون که از واگرایی پرتو ایکس میآید

که پهن شدگی دستگاهی شناخته می شود و  $B_M$ نیم قله ی پراش ماده ی اصلی است که برآمده از ریز بودن ذرات و واگرایی پرتو ایکس XRD است .



شکل ۲ 🚺 نتایج XRD نمونه های تهیه شده در غلظت های مختلف

شکل۳ الگوهای پراش پرتو ایکس(XRD) نمونه های پخته شده در دماهای ۲۰۰۰، ۲ ۱۰۰۰، ۲ ۹۰۰، ۲۰۰۰ ۲۰۰ ۲۰۰ ۲۰۰ ۲۰۰ تحت شرایط محیط (کدگذاری شده به صورت ۱۱۰۰، ۹۰۰، ۹۰۰ ، ۸۰۰ ، ۷۰۰) و تحت اتمسفر نیتروژن (کدگذاری شده به شکل N ،۱۰۰۰-N ،۱۰۰۰-N ،۱۰۰۰-N ،۱۰۰۰-N ،۱۰۰۰-N ،۱۰۰۰-N ،۱۱۰۰-N چنانچه مشاهده می شود دمای پخت ℃۷۰۰ در هر دو شرایط (محیط و اتمسفر نیتروژن ) برای تشکیل نانوذرات تک فاز کافی نیست و کمینه ی دمای پخت برای دست یابی به نمونه های تک فاز C·۸۰۰° است. چنانچه از جدول ۱ مشاهده می شود با افزایش دما، میانگین اندازه ی بلورک ها تقریبا به صورت خطی افزایش می یابد. نتایج نشان می دهد که با افزایش دما به دلیل جذب انرژی گرمایی بیشتر، تبلور کامل تر و سایز بلوری افزایش می یابد[۱۰]. همان طور که مشاهده می شود در دمای °C۰۰۰ به دلیل حضور اکسیژن اضافی در سیستم در هر دو شرایط (محیط و اتمسفر نيتروژن) فازهای جانبی Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> و YIP،Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> حضور پيدا کردند و در دمای C°۱۱۰۰ این اثر افزایش یافت.

شکل ۴ تغییرات ثابت شبکه نمونه های تک فاز را در دو اتمسفر (محیط و نیتروژن) نشان می دهد که در شکل زیر به ترتیب با حروف لاتین a و <sub>n</sub>a نمایش داده شده است. همان طور که مشاهده می شود با افزایش اندازه ذره، ثابت شبکه کاهش مییابد. مطالعات گذشته نشان می دهد که در نانومواد اکسیدی با کاهش سایز ذرات برهمکنش اوربیتال های جفت نشده بر سطح نانوذرات افزایش می یابد که منجر به افزایش ثابت شبکه



Archive of SID

مقياس

ال سوم اشمارهی دوم اتابستان ۱۳۹۵

شکل ۳ ﴾】 الگوهای XRD نمونه های پخته شده در گستره دمایی ℃۲۰۰۰ تا℃ ۱۱۰۰ الف) شرایط محیط ب) اتمسفر نیتروژن



شکل ۴ ) کا مودار تغییرات ثابت شبکه بر حسب دمای پخت تحت شرایط محیط و اتمسفر نیتروژن

ســال ســوم | شــبــارەى دوم | تـابـسـتـان ١٣٩٥

می شود[۱۱]. همچنین ثابت شبکه نمونه های تهیه شده در اتمسفر نیتروژن بزرگتر از نمونه های تحت شرایط محیط است. علت این اختلاف را می توان به کمبود اکسیژن در نمونه های تهیه شده در شرایط نیتروژن نسبت داد[۱۲].

در شکل ۵ تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) نانوذرات گارنت ایتریوم آهن در دمای ۲۰۰۰ را در دو اتمسفر متفاوت محیط (شکل ۵– الف) و نیتروژن (شکل ۵– ب) نشان می دهد. با توجه به شکل براثر تف جوشی دانه ها و به دلیل تاثیر انرژی سطحی بالای نانوذرات یک ارتباط بین ذره ای موسوم به گردن ایجاد شده است[۱۳]. توزیع اندازه ذرات محاسبه شده از این تصویر نشان می دهد میانگین اندازه ی نانوذرات برای نمونه های تحت اتمسفرهای مختلف (محیط و نیتروژن) ۲۵ نانومتر برآورد شده است. یکنواخت بودن توزیع اندازه ی نانوذرات را می اندازه ی ذرات از ویژگی های مهم فرآیند میکروامولسیون می باشد اندازه ی ذرات از ویژگی های مهم فرآیند میکروامولسیون می باشد که با تنظیم صحیح پارامترهای فرآیند از جمله نسبت صحیح اجزا، غلظت مناسب، نحوه اختلاط دو سیستم و غیره حاصل می شود.



شکل ۶ طیف سنجی فروسرخ دور (Far-FTIR) نمونههای پخته شده در دماهای ℃ ۸۰۰ و ℃ ۹۰۰ تحت دو اتمسفر مختلف محيط( شكل ۶- الف) و اتمسفر نيتروژن (شكل ۶-ب) نشان می دهد. مهم ترین بخش Far-FTIR در ارتباط با  $v_1$  و  $v_2$  و  $v_2$  و  $v_2$  و  $v_2$  و  $v_2$ در گستره <sup>۱</sup>- ۳۰۰ (۳۰۰– ۳۰۰) و <sup>۱</sup>- ۵۵۰– ۵۵۰) مربوط است. باندهای ذکر شده برای همه گارنت ها مشخصه های مشترکی هستند. این گستره، ارتعاشات یون ها در شبکه بلوری را تعیین می کند. همچنین باندهای  $v_2$  و  $v_1$  با تغییر در برهمکنش بین اکسیژن و کاتیون در جایگاه های چهاروجهی و هشت وجهی تغيير مي كنند[١۴]. چنانچه مشاهده مي شود موقعيت پيوند جابجايي تقريبا خطي به سمت عدد موج کمتر دارد. ييوند  $v_1$ از `-۵۹۹ cm برای نمونه ی ℃۸۰۰ شروع می شود و تا <sup>(-</sup>۶۰۰ cm برای نمونه ی ℃۹۰۰ افزایش می یابد. این گستره (پیوند ())، ارتعاش انبساطی<sup>-۰</sup>۲۰ – ۲e<sup>۳</sup> جایگاه چهاروجهی را مشخص می کند. کاهش در موقعیت پیوند را نیز می توان به افزایش در طول پيوند كاتيون – اكسيژن (Fe–O) نسبت داد[۱۵].



شکل ۶ ) طیف سنجی فروسرخ دور نمونه های تهیه شده در دمای ۲۰۰۰۸ و ۲۰۰۰ الف) شرایط محیط (ب) اتمسفر نیتروژن

(شکل ۷-الف) منحنی یسماند مغناطیسی و (شکل ۷-ب) مغناطش اشباع نانوذرات گارنت ایتریوم آهن (YIG) در دمای اتاق را در شرایط محیط بر حسب دماهای پخت متفاوت نشان می دهد. (شکل۸ – الف) منحنی یسماند مغناطیسی و (شکل ۸ – ب) تغییرات مغناطش اشباع را بر حسب دما در اتمسفر نیتروژن نشان می دهد. بررسی تغییرات مشاهده شده به ترتیب در دو شکل ۷ و ۸ ارائه می شود. در شکل۷– (ب) در دمای ℃ ۱۰۰۰ به دلیل جوانه زنی فاز جانبی YIP مغناطش اشباع نسبت به دمای ℃ ۹۰۰ کاهش پیدا کرد. همچنین در دمای ℃ ۱۱۰۰ به دلیل افزایش اثرات فاز جانبی YIP، اکسیژن اضافی وارد سیستم شده و منجر به افت شدید مغناطش در این دما گردیده است. مطابق جدول ۱ مغناطش اشباع با کاهش اندازه ی ریز بلورک، کاهش می یابد. جهت توجیه این تغییرات باید در نظر داشت که به علت شکسته شدن پیوند ها روی سطح، نظم موجود در همسایگی هر یک از کاتیون های روی سطح دستخوش اختلال شده و در نتیجه گشتاورهای مغناطیسی زاویه دلخواهی اختیار می کنندکه منجر به ایجاد یک لايه سطحي غير مغناطيسي(لايه مرده) خواهد شد. بنابراين اين کاهش می تواند به افزایش لایه ی سطحی غیر مغناطیسی ناشی از افزایش نسبت سطح به حجم (s/v) نسبت داد[۱۶]. در(شکل ۸− ب) کاهش مغناطش اشباع در دمای °۲۰۰۰ مشاهده می شود که می توان علت را به کاهش برهمکنش های ابرتبادلی و حضور فازهای جانبی نسبت داد. در دمای C ۱۱۰۰۰ کاهش لایه مرده مغناطیسی ناشی از افزایش برهمکنش های ابرتبادلی موجب افزایش مغناطش اشباع می گردد[۱۷].



شکل ۷ ●】 (الف) منحنی پسماند مغناطیسی (ب) مغناطش اشباع برای نمونه پخته شده تحت شرایط محیط در گستره دمایی ℃۷۰۰ تا℃ ۱۱۰۰



Archive of SID

ال سوم اشمارهی دوم اتابستان ۱۳۹۵

شکل۸♪) (الف) منحنی پسماند مغناطیسی (ب) مغناطش اشباع برای نمونه پخته شده تحت اتمسفرنیتروژن در گستره دمایی ℃۲۰۰ تا℃۱۱۰۱

جدول ۱ 🚺 مقادیر اندازه بلورک و مغناطش اشباع گارنت ایتریوم آهن

نمونه های پخت شده در دماهای مخ در شرایط محیط و اتمسفر نیتروژر			er) اندازه بلورک ( D (nm		مغناطش اشباع (nu/gr	
		D	D <sub>N</sub>	Ms	М <sub>s</sub> <sup>N</sup>	
	λN	11,0	۱۱,۳	۱۹,۸۶	19,74	
	۹–N	۲۰,۴	۲۳,۳	۲۵,۵۲	Y1,1A	
	۱۰۰۰–N	۲۸,۶	26,6	24,40	19,49	
	11–N	۲۹	۲۳,۷	۲۰,۷۲	22,18	

## ۴ نتیجهگیری

در این تحقیق نانوذرات گارنت ایتریوم آهن تحت دو اتمسفر محیط و نیتروژن به روش میکروامولسیون ساخته شد. نمودار پراش پرتو ایکس نشان داد که کمترین دمای تشکیل فاز گارنت ۸۰۰°C است. میانگین اندازه بلورک ها ۱۱ تا ۲۹ نانومتر برآورد شد. تحلیل TEM نشان داد که ذرات کروی شکل هستند و توزیع اندازه ی ذرات یکنواخت است. مغناطش اشباع نمونه ها با افزایش اندازه ی ریزیلورک ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. این تغییرات را می توان به افزایش اثرات فازهای جانبی دVIP، $Y_2O_3$ و کمبود اکسیژن در دماهای بالاتر نسبت داد.

## مراجع

- [1] S. H. Vajargah, H. R. M. Hosseini, and Z. A. Nemati, "Synthesis of nanocrystalline yttrium iron garnets by sol–gel combustion process: The influence of pH of precursor solution," *Mater. Sci. Eng. B*, vol. 129, no. 1, pp. 211–215, 2006.
- [2] M. Sinha, H. Dutta, and S. K. Pradhan, "X-ray characterization and phase transformation kinetics of ball-mill prepared nanocrystalline Mg–Zn-ferrite at elevated temperatures," *Phys. E Low-dimensional Syst. Nanostructures*, vol. 33, no. 2, pp. 367–369, 2006.
- [3] H. G. Beh, R. Irmawati, Y. Noorhana, and K. P. Lim, "Phase evolution and crystallite size of La-substituted YIG at different calcination temperatures," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 9, pp. 261–265, 2009.
- [4] A. Mergen and A. Qureshi, "Characterization of YIG nanopowders by mechanochemical synthesis," *J. Alloys Compd.*, vol. 478, no. 1, pp. 741–744, 2009.
- [5] M. A. El Hiti, "Dielectric behaviour in Mg–Zn ferrites," J. Magn. Magn. Mater., vol. 192, no. 2, pp. 305–313, 1999.
- [6] H. Ebrahimnia, E. Keshavarzi, M. Kazamzade, and Y. GanjKhanlo, "Synthesis of cobalt spinel ferrite nanoparticles by Microemulsion Method," *Nanocomposite Mater. Res.*, vol. 1, no. 4, pp. 261–266, 1388.
- [7] A. S. EMAMIMEIBODI, A. Ghorbani, and M. Adeli, "Synthesis of Iron Yttrium Garnet Nanoparticles by Reverse Microemulsion Method," 2012.
- [8] P. Vaqueiro, M. A. López-Quintela, and J. Rivas, "Synthesis of yttrium iron garnet nanoparticlesvia coprecipitation in microemulsion," J. Mater. Chem., vol. 7, no. 3, pp. 501–504, 1997.
- [9] C. N. J. Wagner, "Direct methods for the determination of atomic-scale structure of amorphous solids (X-ray, electron, and neutron scattering)," J. Non. Cryst. Solids, vol. 31, no. 1, pp. 1–40, 1978.
- [10] Z. Cheng and H. Yang, "Magnetic properties of Nd-Y3Fe5O12 nanoparticles," J. Mater. Sci.

*Mater. Electron.*, vol. 18, no. 10, pp. 1065–1069, 2007.

- [11] M. Niyaifar, H. Mohammadpour, M. Dorafshani, and A. Hasanpour, "Size dependence of non-magnetic thickness in YIG nanoparticles," *J. Magn. Magn. Mater.*, vol. 409, pp. 104–110, 2016.
- [12] W. Noun, E. Popova, F. Bardelli, Y. Dumont, R. Bertacco, A. Tagliaferri, M. Tessier, M. Guyot, B. Berini, and N. Keller, "Determination of yttrium iron garnet superexchange parameters as a function of oxygen and cation stoichiometry," *Phys. Rev. B*, vol. 81, no. 5, p. 54411, 2010.
- [13] H. Majidi, T. B. Holland, and K. van Benthem,
  "Quantitative analysis for in situ sintering of 3% yttria-stablized zirconia in the transmission electron microscope," *Ultramicroscopy*, vol. 152, pp. 35–43, 2015.
- [14] P. Tarte, "Infra-red spectra of inorganic aluminates and characteristic vibrational frequencies of AIO4 tetrahedra and AIO6 octahedra," *Spectrochim. Acta Part A Mol. Spectrosc.*, vol. 23, no. 7, pp. 2127–2143, 1967.
- [15] H. M. Zaki and H. A. Dawoud, "Far-infrared spectra for copper–zinc mixed ferrites," *Phys. B Condens. Matter*, vol. 405, no. 21, pp. 4476– 4479, 2010.
- [16] H. Nathani, S. Gubbala, and R. D. K. Misra, "Magnetic behavior of nanocrystalline nickel ferrite: Part I. The effect of surface roughness," *Mater. Sci. Eng. B*, vol. 121, no. 1, pp. 126–136, 2005.
- [17] J. S. McCloy, W. Wolf, E. Wimmer, and B. J. Zelinski, "Impact of hydrogen and oxygen defects on the lattice parameter of chemical vapor deposited zinc sulfide," *J. Appl. Phys.*, vol. 113, no. 2, p. 23706, 2013.

Nanoscale

| Vol 3 | No.2 | Summer 2016 |

#### F.Oushal | M.Niyaifar<sup>\*</sup> | A.Hasanpour

Department of Physics, Khozestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran Department of Physics, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Abstract

n this study, yttrium iron garnet nanoparticles with the chemical formula Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub> under both atmospheric and nitrogen atmosphere were prepared by microemulsion method. Structural and magnetic properties were studied by XRD, Far- FTIR, TEM, VSM, for termal was annealing investigation at 700 °C – 1100 °C. Phase formation were studied by X-Ray diffraction (XRD). X-Ray diffraction analysis (XRD) show the samples at the temperature 800 °C and 900 °C are single phase. The average crystallite sizes under two atmospheres (nitrogen and atmosphere) were estimated to be in the range of 11 to 29 nm. Far- infrared spectrometry (Far-FTIR) show that main bond of  $v_1$ in the range of 550-650 cm<sup>-1</sup> is tetrahedron and  $v_2$  bond in a range 300-400 cm<sup>-1</sup> is related to the octahedral sites. Image of transmission electron microscopy (TEM) shows that the particle size distribution is uniform. Yttrium iron garnet prepare magnetic we also studied by use of a vibrating sample magnetometer (VSM). In this analysis at first, saturation magnetization of samples increases to temperature 900 °C and then decreased. These chenges were attributed to the increase of phase side effects and lack of oxygen at higher temperatures.

**Keywords** Yttrium iron garnet, Microemulsion, Nanoparticles.