فصلنامه سرامیک ایران

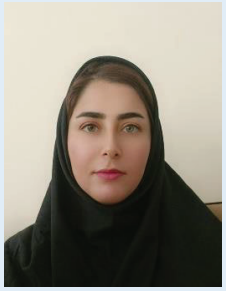
سنتز و بررسی اثر اسید اولئیک بر خواص ساختاری و مغناطیسی نانوذرات $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ به روش سل-ژل احتراقی

مریم احمدی خوئی[۱]، ابراهیم شریفی[۲]*، حسن شریفی[۳]

[۱] کارشناس ارشد مهندسی مواد، شناسایی و انتخاب مواد، گروه مهندسی مواد، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهرکرد

[۲] استادیار مهندسی مواد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهرکرد

[۳] دانشیار مهندسی مواد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهرکرد



چکیده: *در سال‌های اخیر، پروسکایت‌های بر پایه لانتانیم توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. یکی از معروف‌ترین این مواد لانتانیم استرانسیم منگنایت (LSMO) است. در این پژوهش به سنتز و بررسی اثر اسید اولئیک بر خواص ساختاری و مغناطیسی نانوذرات $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ به روش سل-ژل احتراقی پرداخته می‌شود. خواص ساختاری و مغناطیسی نمونه‌های تهیه شده با استفاده از پراش اشعه ایکس (XRD)، طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه (FTIR)، آنالیز خواص مغناطیسی (VSM)، میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی (FESEM) مورد بررسی قرارگرفتند. در مطالعه XRD مشخص گردید ساختار بلوری نمونه‌ها هگزاگونال است. همچنین متوسط اندازه بلورک در نمونه‌ها در نتیجه افزودن اسید اولئیک از ۱۸ نانومتر به حدود ۳۳ نانومتر افزایش یافته است. تصاویر حاصل از FESEM نشان می‌دهند که وجود اسید اولئیک در سنتز نانوذرات باعث شده است که به عنوان یک لایه سطحی بر شکل ذرات تأثیر گذاشته شود. نانوذرات سنتزشده دارای اندازه ذرات بین ۱۰۰-۲۰ نانومتر هستند که با افزایش اولئیک اسید اندازه ذرات بیش‌تر از ۱۰۰ نانومتر می‌شوند. طیف‌سنجی FTIR به بررسی پیوند موثر بین نانوذرات LSMO و اولئیک اسید را بیان کرد که بر اساس این نتایج به وضوح وجود مولکول‌های اسید اولئیک را بر روی سطح ذرات مغناطیسی نشان می‌دهد. در بررسی خواص مغناطیسی مشخص شد که حضور لایه سطحی غیرمغناطیسی سدیم اولئات، که در اثر اضافه شدن اسید اولئیک بر نانوذرات، مقدار مغناطش اشباع از ۳۸/۵۵ emu/g به ۲۸/۴۶ emu/g کاهش یابد.*

کلمات کلیدی: *لانتانیم استرانسیم منگنیت، اسید اولئیک، خواص مغناطیسی، سل-ژل احتراقی، نانوذرات.*

DOR: 20.1001.1.17353351.1402.19.0.8.1

نویسنده اول:
خانم مهندس مریم احمدی
نویسنده مسئول:
دکتر ابراهیم شریفی
دانشگاه شهرکرد
نوع مقاله: پژوهشی
صفحه‌های: ۵۹ تا ۶۶
شاپا چاپی: ۳۳۵۱-۱۷۳۵
شاپا الکترونیکی: ۳۰۹۷-۲۷۸۳
زبان نشریه: فارسی
دسترس‌پذیر در نشانی:
www.JICERS.ir
تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۷/۲۴
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۰۹/۱۸

* ib.sharifi@gmail.com

۱- مقدمه

درک خواص مغناطیسی ذرات در مقیاس نانومتری یک مسئله اصلی در مواد مغناطیسی است. مغناطیس در مقیاس نانو در دهه‌های اخیر نه تنها برای توسعه فناوری، بلکه برای درک علم مواد و فیزیک بنیادی مورد مطالعه قرارگرفته است [۱]. در میان نانومواد شناخته شده، نانوذرات مغناطیسی به دلیل خواص مغناطیسی منحصر به فرد و توانایی پاسخگویی به میدان مغناطیسی خارجی کاربردهای گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف خواهند داشت [۲]. امروزه نانوذرات مغناطیسی در زمینه کاربردهای پزشکی مانند تصویربرداری متناوب مغناطیسی، انتقال دارو و گرمایش در هایپرترمی با استفاده از ذرات مغناطیسی مورد توجه زیادی قرار گرفته است [۳]. اکسیدهای پروسکایت به دلیل خواص متنوعی که دارند مانند: پیزوالکتریک، فروالکتریک، ابررسانایی و اثر مقاومت

مغناطیسی توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند [۴]. پروسکایت‌ها یکی از جذاب‌ترین مجموعه‌های جامدات را تشکیل می‌دهند و طیف وسیعی از پدیده‌ها و خواص فیزیکی را از خود نشان می‌دهند. تحقیقات گسترده‌ای بر روی پروسکایت‌های نوع ABO_3 با فرمول کلی $A_{1-x}B_xMnO_3$ (A= خاکی کمیاب، B= خاکی قلیایی، M= اکسیدهای فلزات واسطه) انجام شده است. LSMO یک ماده سرامیکی اکسیدی با فرمول کلی $La_{1-x}Sr_xMnO_3$ است. بسته به مقدار x در $La_{1-x}Sr_xMnO_3$، سلول واحد می‌تواند لوزی، مکعبی یا شش‌ضلعی باشد [۵]. خواص نانوذرات LSMO تا حد زیادی به مسیر سنتز مانند سل-ژل، محلول- احتراق، مایکروویو، سونوشیمیایی، مکانیکی حرارتی، تجزیه حرارتی و هیدروترمال بستگی دارد [۶]. در سنتز محلول احتراق، مدت زمان انجام فرآیند کوتاه و به سنتز پودرهایی با اندازه نانو و سطح ویژه کمک می‌کند [۷].

نانوذرات LSMO به دلیل خواص حرارتی و مغناطیسی قابل توجه‌ی که دارند در کاربردهای مختلف زیست‌پزشکی مانند: تصویربرداری متناوب مغناطیسی، هایپرترمیا، دارورسانی و همچنین در سلول‌های سوختی و فوتوکاتالیست‌ها استفاده می‌شوند [۸]. در این مقاله به سنتز و بررسی اثر اسید اولئیک بر خواص ساختاری و مغناطیسی نانوذرات $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ به روش سل-ژل احتراقی پرداخته می‌شود. اثر افزودن اسید اولئیک در سنتز باعث می‌شود که به صورت یک لایه غیرمغناطیسی بر سطح نانوذرات عمل کند. برای بررسی اثر اسید اولئیک بر خواص ساختاری و مغناطیسی نانوذرات از آنالیزهای ساختاری و مغناطیسی پراش اشعه ایکس (XRD)، میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی (FESEM)، طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه (FTIR)، خواص مغناطیسی (VSM)، استفاده می‌شود که نتایج آن‌ها در ادامه بیان شده است.

۲- مواد و روش تحقیق

۲-۱- مواد

نیترات منگنز ($Mn(NO_3)_2.4H_2O$) با درصد خلوص (۹۷٪)، نیترات لانتانیم ($La(NO_3)_3.6H_2O$) با درصد خلوص (۹۸٪)، و نیترات استرانسیوم ($Sr(NO_3)_2$) با درصد خلوص (۹۸٪)، گلایسین ($C_2H_5NO_2$)، اتانول (۹۶٪)، هیدروکسید سدیم و اسید اولئیک. پودر نیترات لانتانیم، از برند سامچون، پودر نیترات استرانسیم، نیترات منگنز و گلایسین، اتانول، هیدروکسید سدیم و اسید اولئیک از برند مرک استفاده شده است.

۲-۲-روش

نانوذرات $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ (LSMO) به روش احتراق سل- ژل با مقادیر۲/۵، ۵، ۷/۵ میلی‌لیتر اسید اولئیک سنتز شدند. گلایسین با مقدار ۰/۲ گرم به عنوان سوخت استفاده شد. به منظور سنتز نانوذرات، محلول‌های آبی تمام نیترات‌ها با غلظت ۰/۱ مولار تهیه شد. سپس این محلول با هم مخلوط شد. محلول هیدروکسید سدیم (۱ gr هیدروکسید سدیم حل شده در ۴ ml آب مقطر) به همراه ۷ میلی‌لیتر اتانول و ۲/۵، ۵، ۷/۵، میلی‌لیتر اولئیک اسید با هم ترکیب و به مخلوط اول اضافه می‌شود. مخلوط ترکیبات به همراه سوخت به مدت ۰/۵ ساعت تحت همزن قرار گرفتند. سپس محلول‌های به صورت ژل مایل به قهوه‌ای تبدیل شدند و در معرض استیر که از قبل تا دمای ۳۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد گرم شده بود قرارگرفتند. سپس فرایند احتراق صورت گرفت و دود سیاه رنگ که حاصل خروج، گازهای CO_2، H_2O و N_2 بوده به وجود آمدند و پودرهای سیاه رنگی تولید شدند. در نهایت پودرهای LSMO پس از حرارتی دهی به مدت ۵ ساعت تحت دما ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد ایجاد شدند. در جدول ۱ مشخصات نمونه‌های تهیه شده بیان شده است.

جدول:۱ ویژگی‌های نمونه‌های سنتز شده نانوذرات $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$

نمونه	گلایسین (gr)	اولئیک اسید (mL)
L_1	۰/۲	-
L_2	۰/۲	۲/۵
L_3	۰/۲	۵
L_4	۰/۲	۷/۵

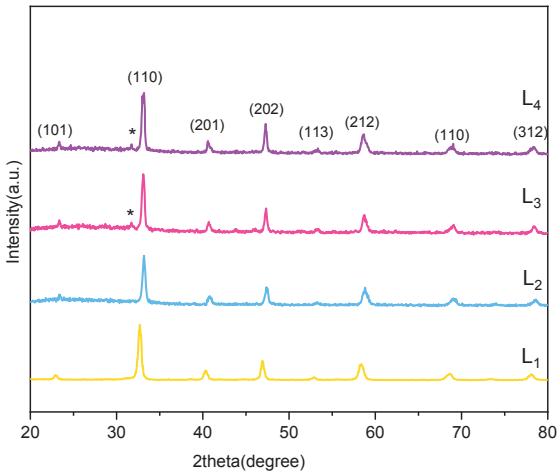
۳- مشخصه یابی

الگوهای پراش اشعه ایکس (XRD) برای مطالعه آنالیز ساختاری و فازی توسط پراش‌سنج PW1730 ساخت کشور فیلیپس با استفاده از تابش Cu-Kα در محدوده 2θ از ۲۰ تا ۸۰ درجه ثبت شد. برای مطالعه پیوند شیمیایی در مواد، طیف تبدیل فوریه مادون قرمز (FT-IR) مدل Thermo-Avatar در محدوده $۴۰۰\ cm^{-1}$ تا $۴۰۰۰\ cm^{-1}$ ثبت شد. مورفولوژی سطح و اندازه دانه توسط میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی تابشی میدانی (FE-SEM) مدل MIRA3TESCANXM مشاهده شده است. خواص مغناطیسی نانوذرات توسط آنالیز خواص مغناطیسی (VSM) مدل LBKFB شرکت مغناطیس کویر کاشان تعیین شد.

۴- نتایج و بحث

۴-۱- آنالیز ساختاری

شکل ۱ الگوهای پراش اشعه ایکس نمونه‌های آنیل شده (در دمای ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت) $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ را با مقادیر ۲/۵، ۵، ۷/۵ میلی‌لیتر اولئیک اسید و نمونه بدون اولئیک اسید نشان می‌دهد. قله‌های به دست آمده به خوبی با ساختار هگزاگونال با کارت JCPDS (کد مرجع: ۳۷۲۷-۱۵۳-۹۶) مطابقت دارند. پارامترهای شبکه منطبق در همه نمونه‌ها a=b= ۵/۴۸۵ Å و c= ۶/۶۷ Å است. نمونه‌های L_3 و L_4 فاز ثانویه با کارت JCPDS $Sr_3Mn_2O_6$ داشتند که نشان می‌دهد کلسیناسیون (در دمای ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت انجام شد) برای متبلور کردن فاز پروسکایت کافی نبود.

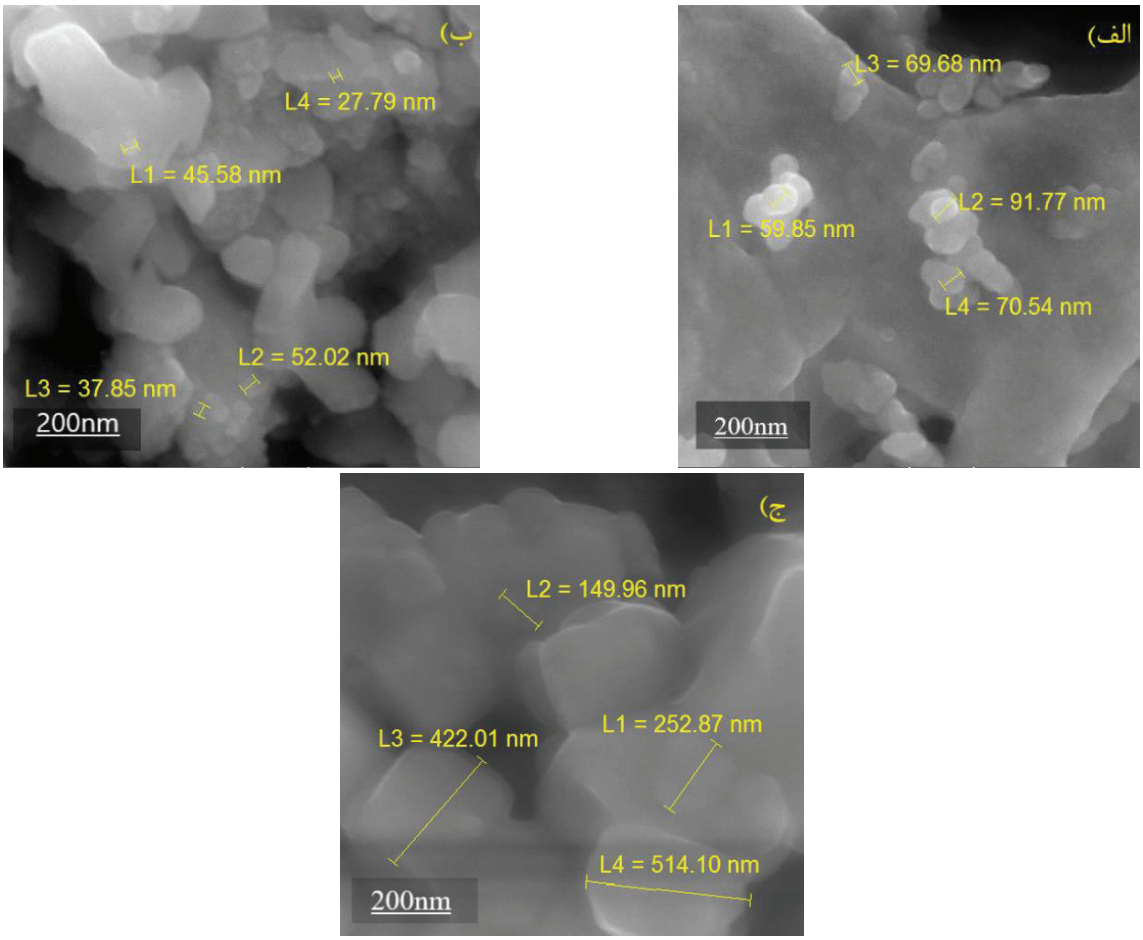


شکل ۱: الگوهای پراش پرتو ایکس برای نانوذرات LSMO

در شکل ۲ الف) نمونه‌های LSMO سنتز شده بدون اسید اولئیک و ب و ج با مقادیر مختلف اسید اولئیک نشان داده شده است. همان‌طور که از تصاویر مشخص است، نانوذرات سنتزشده دارای اندازه ذرات بین ۱۰۰-۲۰ نانومتر هستند که با افزایش اولئیک اسید اندازه نانوذرات بیش‌تر از ۱۰۰ نانومتر خواهند شد که در شکل ۲-ج نشان داده شده است. وجود اولئیک اسید بر سطح نانوذرات بر شکل و اندازه ذرات تأثیر می‌گذارد و با افزایش غلظت اولئیک اسید، تجمع ذرات و همچنین اندازه ذرات افزایش پیدا خواهد کرد [۹، ۱۰].

۴-۲- طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه (FT-IR)

شکل ۳ طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه (FT-IR) مربوط به نمونه‌های سنتز شده LSMO به روش سل-ژل احتراقی نشان می دهد. طیف‌های مشخصه حدود $۵۰۲\ cm^{-1}$ مشاهده شده در همه نمونه‌ها مربوط به پیوند Mn-O می‌باشد. حالت کشش به تغییر طول Mn-O-Mn مربوط می‌شود. در حالی که حالت خمشی شامل تغییر زاویه پیوند Mn-O-Mn است [۷].

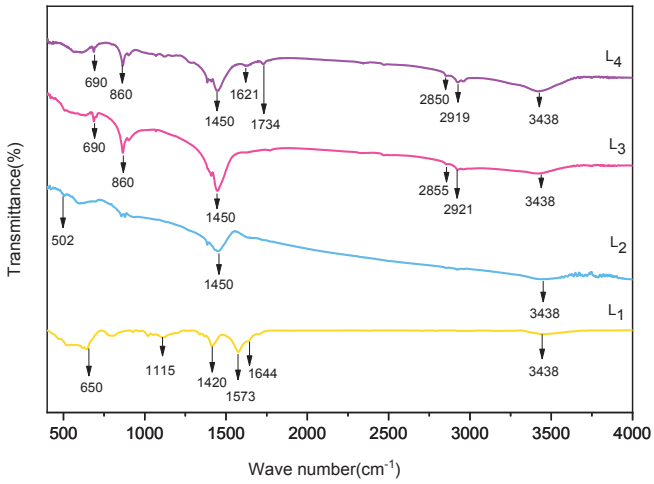


شکل ۲: تصاویر FE-SEM نمونه‌های الف) L_1، ب) L_2، ج) L_3

قله‌های cm^{-1} ۲۸۵۰ و cm^{-1} ۲۹۱۵ نشان‌دهنده ارتعاشات C-H اولئیک اسید است [۱۱، ۱۲] . قله‌های موجود در محدود cm^{-1} ۶۵۰ مربوط به وجود اولئیک اسید در نمونه‌ها می‌باشد [۱۳]. قله‌های مربوطه در cm^{-1} ۱۴۵۵ نشان‌دهنده ارتعاشات گروه‌های کربوکسیلیک (COOH–) اسید اولئیک نسبت داده می‌شود [۱۴] . این نتایج به وضوح وجود مولکول‌های اسید اولئیک را بر روی سطح ذرات مغناطیسی نشان می‌دهد، بنابراین به این نتیجه می‌رسد که هم جذب فیزیکی و هم اتصال شیمیایی روی سطح ذرات مغناطیسی اتفاق می‌افتد [۹]. اوج جذب در حدود cm^{-1} ۸۶۰ و cm^{-1} ۱۰۶۲ نشان‌دهنده وجود کربنات است [۱۵]. قله‌ها در محدوده cm^{-1} ۳۴۳۸ به دلیل آب جذب سطحی روی ذرات LSMO است [۷]. پیک‌های مربوطه در محدوده cm^{-1} ۱۷۳۴ به ارتعاش C=O و در cm^{-1} ۱۶۲۱ به ارتعاش C-C در اولئیک اسید اختصاص دارد [۱۶]. نوارهای cm^{-1} ۱۴۲۰ و cm^{-1} ۱۵۷۳ به ترتیب مشخصه حالت‌های کشش متقارن و نامتقارن COO– هستند [۹]. اوج جذب در حدود cm^{-1} ۲۹۲۹ به دلیل پیوند O-C-O است [۱۷] . پیک cm^{-1} ۱۶۴۴ را می‌توان به پیوند C-C نسبت داد [۱۸].

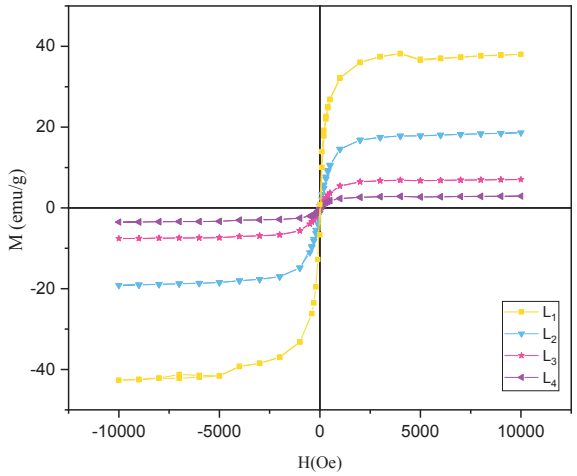
۴-۳- آنالیز خواص مغناطیسی

در شکل ۴ خواص مغناطیسی نانوذرات $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ سنتز با اولئیک اسید و بدون اولئیک اسید را نشان می‌دهد. دستگاه مغناطیس‌سنج نمونه ارتعاشی وسیله‌ای است که برای اندازه‌گیری خواص میدان مغناطیسی مانند جهت، قدرت یا تغییرات آن استفاده می‌شود. همچنین مغناطیس شدن مواد مغناطیسی را اندازه‌گیری می‌کند [۱۹]. حلقه هیسترزیس اطلاعاتی در مورد نوع رفتار مغناطیسی، میدان پسماندزدا (H_C)، مغناطش پسماند (M_r)، مغناطش اشباع (M_S) فراهم می‌کند. همانطور که از تصاویر مشخص است، اثر پوشش سطحی بر خواص مغناطیسی اثر گذار است و باعث کاهش مغناطش نمونه‌ها گردیده است.



شکل ۳: طیف FTIR نمونه‌های LSMO

خواص مغناطیسی نانوذرات $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ سنتز شده با مقادیر مختلف اولئیک اسید پرداخته شده است. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که مقدار مغناطش نانوذرات با افزایش مقدار اولئیک اسید کاهش یافته است. کاهش مغناطش اشباع ممکن است به وجود یک لایه سطحی غیرمغناطیسی، وجود آرایش چرخشی غیرخطی در سطح ذرات یا چرخش‌های سطحی که باعث کاهش نظم مغناطیسی آن متناسب با جرم عامل پوشش جذب شده در آن می‌شود [۱۳، ۲۰]. به طور کلی، کاهش مغناطش با افزایش پوشش‌های سطحی نشان می‌دهد که چندین ویژگی وجود دارد که بر خواص مغناطیسی تأثیر می‌گذارد، مانند اثرات اندازه و اثرات سطحی، که ناشی از شکستن تقارن ساختار بلوری در سطح ذره، اکسیداسیون، کرنش سطحی یا حتی ساختارهای شیمیایی و فیزیکی مختلف هسته داخلی و پوسته سطحی نانوذرات است [۲۱].



شکل ۴: نمودار M-H مربوط به نمونه‌های LSMO

۵- نتیجه‌گیری

در این پروژه اثر اسید اولئیک بر سنتز نانوذرات $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ به روش احتراق سل-ژل مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی‌های نانوذرات توسط آنالیزهایی پراش اشعه ایکس (XRD)، طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه (FTIR)، آنالیز خواص مغناطیسی (VSM)، میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی (FESEM) مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج XRD مشخص شد که نانوذرات دارای ساختار هگزاگونال هستند. براساس رابطه دبای شرر متوسط اندازه بلورین برای نمونه‌ها با افزایش اسید اولئیک از ۱۸/۴ نانومتر به

۳۳/۱ نانومتر تعیین شد. تصاویر FESEM نشان داد که که با افزایش غلظت اسید اولئیک اندازه ذرات و شکل آن‌ها تغییر کرده و اندازه ذرات بیش‌تر از ۱۰۰ نانومتر می‌شود که دلیل آن حضور اسید اولئیک به عنوان یک پوشش سطحی روی نانوذرات در طول سنتز عمل می‌کند که باعث چسبندگی و تجمع نانوذرات می‌شود. براساس نتایج به دست آمده از خواص مغناطیسی مشخص شد که مغناطش اشباع با افزایش غلظت اسید اولئیک از ۳۸/۵۵ emu/g به ۲۸/۴۶ emu/g کاهش پیدا می‌کند که دلیل آن افزایش لایه سطحی غیرمغناطیسی سدیم اولئات، که در اثر اضافه شدن اولئیک اسید در ترکیب رخ می‌دهد. اثر پوشش سطحی بر خواص مغناطیسی اثر گذار است و باعث کاهش مغناطش نمونه‌ها می‌شود. طیف‌ها $2850\ cm^{-1}$ و $2915\ cm^{-1}$ و $1455\ cm^{-1}$ حاصل از آنالیز FTIR وجود اولئیک اسید بر سطح نانوذرات را تایید کردند.

منابع

[1]. R.K. Gupta, S.R. Mishra, T.A. Nguyen, Fundamentals of Low Dimensional Magnets, 2022. https://doi.org/10.1201/9781003197492.

[2]. V. Socoliuc, D. Peddis, V.I. Petrenko, M. V. Avdeev, D. Susan-Resiga, T. Szabó, R. Turcu, E. Tombácz, L. Vékás, Magnetic nanoparticle systems for nanomedicine—a materials science perspective, Magnetochemistry. 6 (2020) 1–36. https://doi.org/10.3390/magnetochemistry6010002.

[3]. A. Mittal, I. Roy, S. Gandhi, Magnetic Nanoparticles: An Overview for Biomedical Applications, Magnetochemistry. 8 (2022). https://doi.org/10.3390/magnetochemistry8090107.

[4]. C.Y. Lam, K.H. Wong, Fabrication and characterization of all-perovskite oxide p-n junctions based on $La_{1-x}Sr_xMnO_3$ and Nb-1wt% doped $SrTiO_3$, Journal of the European Ceramic Society. 25 (2005) 2141–2145. https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2005.03.200.

[5]. V. Markovich, A. Wisniewski, H. Szymczak, Magnetic Properties of Perovskite Manganites and Their Modifications, 1st ed., Elsevier B.V., 2014. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63291-3.00001-5.

[6]. N. Tk, Magnetic Nanoparticles: From Fabrication to Clinical Applications - CRC Press Book, n.d.

[7]. N.D. Thorat, K.P. Shinde, S.H. Pawar, K.C. Barick, C.A. Betty, R.S. Ningthoujam, Polyvinyl alcohol: An efficient fuel for synthesis of superparamagnetic LSMO nanoparticles for biomedical application, Dalton Transactions. 41 (2012) 3060–3071. https://doi.org/10.1039/c2dt11835a.

[8]. M. Soleymani, M. Edrissi, A.M. Alizadeh, Thermosensitive polymer-coated $La_{0.73}Sr_{0.27}MnO_3$ nanoparticles: Potential applications in cancer hyperthermia therapy and magnetically activated drug delivery systems, Polymer Journal. 47 (2015) 797–801. https://doi.org/10.1038/pj.2015.66.

[9]. N.D. Thorat, R.M. Patil, V.M. Khot, A.B. Salunkhe, A.I. Prasad, K.C. Barick, R.S. Ningthoujam, S.H. Pawar, Highly water-dispersible surface-functionalized LSMO nanoparticles for magnetic fluid hyperthermia application, New Journal of Chemistry. 37 (2013) 2733–2742. https://doi.org/10.1039/c3nj00007a.

[10]. S. Jovanović, M. Spreitzer, M. Tramšek, Z. Trontelj, D. Suvorov, Effect of Oleic Acid Concentration on the Physicochemical Properties of Cobalt Ferrite Nanoparticles, Journal of Physical Chemistry C. 118 (2014) 13844–13856. https://doi.org/10.1021/jp500578f.

[11]. N.D. Thorat, S. V. Otari, R.A. Bohara, H.M. Yadav, V.M. Khot, A.B. Salunkhe, M.R. Phdatre, A.I. Prasad, R.S. Ningthoujam, S.H. Pawar, Structured superparamagnetic nanoparticles for high performance mediator of magnetic fluid hyperthermia: Synthesis, colloidal stability and biocompatibility evaluation, Materials Science and Engineering C. 42 (2014) 637–646. https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.06.016.

[12]. F. Ozel, H. Kockar, A Simple Method of Synthesis and Characterizations of Oleate-Coated Iron Oxide Nanoparticles, Journal of Superconductivity and Novel Magnetism. 30 (2017) 2023–2027. https://doi.org/10.1007/s10948-016-3844-0.

[13]. A.S. Khan, M.F. Nasir, A. Humayun, Magnetic and heating properties of $La_{1-x}Sr_{1-x}MnO_3$ (x= 0.27 & 0.33) mediators coated by Sodium Oleate for magnetic fluid Hyperthermia applications, Physica B: Condensed Matter. 550 (2018) 1–8. https://doi.org/10.1016/j.physb.2018.08.003.

[14]. S. Llanos, L.J. Giraldo, O. Santamaria, C.A. Franco, F.B. Cortés, Effect of Sodium Oleate Surfactant Concentration Grafted onto SiO_2 Nanoparticles in Polymer Flooding Processes, ACS Omega. 3 (2018) 18673–18684. https://doi.org/10.1021/acsomega.8b02944.

[15]. S. Ravi, A. Karthikeyan, Effect of calcination temperature on $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ nanoparticles synthesized with modified sol-gel route, Physics Procedia. 54 (2014) 45–54. https://doi.org/10.1016/j.phpro.2014.10.035.

[16]. J. Sun, S. Zhou, P. Hou, Y. Yang, J. Weng, X. Li, M. Li, Synthesis and characterization of biocompatible Fe3O4 nanoparticles, Journal of Biomedical Materials Research - Part A. 80 (2007) 333–341. https://doi.org/10.1002/jbm.a.30909.

[17]. A.S. Khan, N. Mehboob, M.F. Nasir, A. Hamayun, Magnetic and heating aptitudes of PEG coated La0.73Sr0.27MnO3 and $La_{0.67}Sr_{0.33}MnO_3$ mediators towards hyperthermia methodology, Physica B: Condensed Matter. 564 (2019) 125–132. https://doi.org/10.1016/j.physb.2019.03.039.

[18]. K.R. Bhayani, S.N. Kale, S. Arora, R. Rajagopal, H. Mamgain, R. Kaul-Ghanekar, D.C. Kundaliya, S.D. Kulkarni, R. Pasricha, S.D. Dhole, S.B. Ogale, K.M. Paknikar, Protein and polymer immobilized $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ nanoparticles for possible biomedical applications, Nanotechnology. 18 (2007). https://doi.org/10.1088/0957-4484/18/34/345101.

[19]. S. Mahfouz, Developing A Magnetometer Setup To Measure The Magnetization Of Magneto- Rheological Fluids Prepared By, (2023) 0–26.

[20]. J. Chandradass, D.S. Bae, M. Balasubramanian, K.H. Kim, The Influence of Oleic Acid to Metal Nitrate Ratio on the Particle Size and Magnetic Properties of Lanthanum Ferrite Nanoparticles by Emulsion Method, Materials and Manufacturing Processes. 26 (2011) 230–235. https://doi.org/10.1080/10426914.2010.512818.

[21]. S. V. Jadhav, D.S. Nikam, S.S. Mali, C.K. Hong, S.H. Pawar, The influence of coating on the structural, magnetic and colloidal properties of LSMO manganite and the heating mechanism for magnetic fluid hyperthermia application, New Journal of Chemistry. 38 (2014) 3678–3687. https://doi.org/10.1039/c4nj00334a.

Synthesis and Investigating of the Effect of Oleic Acid on Structural and Magnetic Properties of $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ Nanoparticles by Sol-Gel Combustion Method

Maryam Ahmadi[1]*, Ibrahim Sharifi[2], Hassan Sharifi[3]

[1] **Master student in materials engineering, Identification and selection of materials, Department of Materials Engineering, Shahrekord University**

[2] **Assistant Professor, Department of Material Engineering, Faculty of Engineering, Shahrekord University, Shahrekord**

[3] **Associate Professor, Department of Material Engineering, Faculty of Engineering, Shahrekord University, Shahrekord**

* maryam12ahmadi1998@gmail.com

Abstract: In recent years, there has been a significant interest in lanthanum-based perovskites due. Lanthanum strontium manganite (LSMO) is one of the most well-known materials. In this research, the synthesis and investigation of the effect of oleic acid on the structural and magnetic properties of $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ nanoparticles by the combustion sol-gel method is discussed. The structural and magnetic properties of the prepared samples were investigated using X-ray diffraction (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), magnetic properties analysis (VSM), and field emission electron microscopy (FESEM). In the XRD study, it was found that the crystal structure of the samples is hexagonal. Also, the average crystal size in the samples increased from 18 nm to about 33 nm as a result of adding oleic acid. The images obtained from FESEM show that the presence of oleic acid in the synthesis of nanoparticles caused it to affect the shape of the particles as a surface layer. Synthesized nanoparticles have a particle size between 20-100 nm, and with the increase of oleic acid, the particle size becomes more than 100 nm. FTIR spectroscopy revealed the effective bonding between LSMO nanoparticles and oleic acid, based on these results, it clearly shows the presence of oleic acid molecules on the surface of magnetic particles. In the investigation of magnetic properties, it was found that the presence of non-magnetic sodium oleate surface layer, which due to the addition of oleic acid on nanoparticles, the saturation magnetization value decreased from 38.55 emu/g to 28.46 emu/g.

Keywords: Lanthanum strontium manganite, Oleic acid, Magnetic properties, Combustion sol-gel, Nanoparticles.