Synthesis and Characterization of Cobalt-Zinc Ferrite Nanoparticles for Magnetic Hyperthermia Applications

Mahboobeh Haghani[1], Hossein Mohammadi-Manesh[1*] and Naeime Torabi Mirzaei[2]

1- Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Yazd University, Yazd, Iran
2- Department of Physics, Faculty of Sciences, Yazd University, Yazd, Iran
* Corresponding author, Email: mohammadimanesh@yazd.ac.ir

ABSTRACT

Introduction and Objectives: Spinel ferrites are a class of magnetic materials with the general formula AB_2O_4. These ferrites have attracted the attention of researchers in various fields, especially in medical applications, due to properties such as controllable magnetic behavior. In this regard, magnetic nanoparticles have been used for treatment using magnetic hyperthermia.

Materials and Methods: In this study, spinel ferrite nanoparticles $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ were synthesized by two methods: co-precipitation and hydrothermal, using materials such as iron chloride, cobalt chloride, zinc chloride, sodium hydroxide, and ethanol. Their structural, morphological, and magnetic properties were investigated.

Results: X-ray diffraction results confirmed the formation of a pure spinel phase in both samples. Field emission scanning electron microscopy images showed that the nanoparticles synthesized by the hydrothermal method had smaller sizes and a more uniform distribution compared to the samples prepared by the co-precipitation method. Fourier transform infrared spectroscopy confirmed the presence of characteristic spinel ferrite bands corresponding to octahedral and tetrahedral sites. Vibrating sample magnetometry results indicated that the sample synthesized by the hydrothermal method possessed a higher saturation magnetization. Consequently, the performance of this sample in magnetic hyperthermia was evaluated.

Conclusion: The results indicated that the nanoparticles synthesized by the hydrothermal method demonstrated a desirable ability to release heat, achieving a saturation magnetization of 60.543 emu/g and a specific absorption rate of 20.9 W/g, thus possessing suitable capacity for applications in nanomedicine and magnetic hyperthermia.

Keywords: Magnetic nanoparticles, Hydrothermal, Cobalt-Zinc ferrite, Co-precipitation, Specific absorption rate, Hyperthermia.

نسخه پیش از انتشار

سنتز و بررسی خواص مغناطیسی نانوذرات فریت کبالت-روی با قابلیت کاربرد در هایپرترمیا مغناطیسی

محبوبه حقانی[۱]، حسین محمدی‌منش[۱*] و نعیمه ترابی میرزایی[۲]

۱- دانشکده شیمی، مجتمع علوم، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۲- دانشکده فیزیک، مجتمع علوم، دانشگاه یزد، یزد، ایران

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: mohammadimanesh@yazd.ac.ir

نسخه پیش از انتشار

چکیده

مقدمه و اهداف: فریت‌های اسپینلی، یکی از گروه‌های مواد مغناطیسی هستند که با فرمول شیمیایی AB_2O_4 شناخته می‌شوند. این فریت‌ها به دلیل خواصی از جمله رفتار مغناطیسی قابل کنترل، توجه پژوهشگران را در حوزه‌های مختلف خصوصا کاربرد در زمینه پزشکی به خود جلب کرده‌اند. در همین راستا از نانوذرات مغناطیسی جهت درمان به روش هایپرترمیای مغناطیسی استفاده شده است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، با استفاده از موادی مانند کلرید آهن، کلرید کبالت، کلرید روی، هیدروکسید سدیم و اتانول، نانوذرات فریت اسپینلی $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ به دو روش هم‌رسوبی و هیدروترمال سنتز شدند و ویژگی‌های ساختاری، مورفولوژی و مغناطیسی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج پراش پرتو ایکس تشکیل فاز اسپینلی خالص را در هر دو نمونه تأیید کرد. تصاویر میکروسکوپی الکترونی روبشی نشر میدانی نشان داد که نانوذرات سنتزشده به روش هیدروترمال، دارای اندازه کوچک‌تر و توزیع یکنواخت‌تری نسبت به نمونه‌های تهیه‌شده به روش هم‌رسوبی هستند. طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه، حضور باندهای مشخصه فریت اسپینلی مربوط به جایگاه‌های اکتاهدرال و تتراهدرال را تأیید کرد. نتایج مغناطیس‌سنجی نمونه ارتعاشی نشان داد که نمونه سنتزشده به روش هیدروترمال دارای مغناطش اشباع بالاتری است. بر این اساس عملکرد این نمونه در فرآیند هایپرترمیای مغناطیسی مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد نانوذرات سنتزشده به روش هیدروترمال با دستیابی به مغناطش اشباع ۶۰/۵۴۳ emu/g و نرخ جذب ویژه ۲۰/۹ W/g، توانایی مطلوبی در آزادسازی گرما داشته‌اند و از ظرفیت مناسبی برای کاربرد در حوزه نانوپزشکی و هایپرترمیای مغناطیسی برخوردار هستند.

واژه‌های کلیدی: نانوذرات مغناطیسی، هیدروترمال، فریت کبالت-روی، هم‌رسوبی، نرخ جذب ویژه، هایپرترمیا.