

اکسیداسیون کاتالیزوری آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین در حضور اکسنده پرسولفات بر روی اسپینل های فریت کبالت

مهشید محمودی^{۱*}، سیدمهدی موسوی^۲

مهشید محمودی

۱ و * - نویسنده مسئول: دکتری، شیمی فیزیک، شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز،

(mahshid.mahmoodi94@gmail.com)

سیدمهدی موسوی

۲ - دکتری، شیمی کاربردی، شیمی کاربردی، دانشکده شیمی، دانشگاه کاشان، (moosavi.smahdi@gmail.com)

واژگان کلیدی: اکسیداسیون پیشرفته، سیپروفلوکساسین، اسپینل، پراکسید.

۱- مقدمه

با توسعه صنایع، طیف گسترده‌ای از آلاینده‌های آلی وارد محیط زیست می‌شود. در حال حاضر تعداد زیادی دارو برای درمان بیماری‌ها استفاده می‌شود که به دلیل استفاده گسترده و دفع نادرست آنها در نهایت در فاضلاب ظاهر شده و آب-های سطحی و زیرزمینی را آلوده می‌کند. سیپروفلوکساسین یک آنتی بیوتیک نسبتاً جدید است که همانند بسیاری از داروها، تجزیه پذیری زیستی پایینی دارد. کارآمدترین روش در حذف آلاینده‌های دارویی، فوتوکاتالیز و روش‌های تصفیه اکسیداسیون پیشرفته است [۱،۲]. در روش اکسیداسیون پیشرفته، از رادیکال‌های هیدروکسیل یا سوپراکسید برای اکسیداسیون آلاینده‌ها استفاده می‌شود. در روش‌های اکسیداسیون پیشرفته، استفاده از فلزات یا اکسیدهای فلزی برای فعال کردن اکسیدان‌ها و تولید رادیکال بسیار کارآمد است. در برخی از مطالعات، از نانوساختارهای اسپینل به عنوان کاتالیزور برای فعال سازی پرسولفات و حذف آلاینده‌های دارویی در محیط آبی استفاده شده است [۳،۴]. در این تحقیق سعی بر آن است تا با تهیه نانوکاتالیست با ساختار اسپینل بر پایه فریت، کاتالیست مناسب و مقرون به صرفه با قابلیت فعال سازی پرسولفات در تجزیه سیپروفلوکساسین در محیط آبی ساخته شود.

۲- روش

در این مطالعه تجربی، اسپینل‌های فریت کبالت با ساختار شیمیایی CoFe_2O_4 به روش هم‌رسوبی با عوامل رسوب دهنده مختلف و همچنین به روش سل ژل تهیه شدند. برای تهیه اسپینل‌ها با رسوب دهنده سدیم هیدروکسید و آمونیاک، ابتدا مقدار مورد نیاز از پیش ماده فلزات در مقدار مشخص آب مقطر در دمای 75°C حل شد. سپس محلول قلیایی رسوب دهنده (آمونیاک ۳۷٪ و یا سدیم هیدروکسید ۰/۱ مولار) به محلول فلزات اضافه شد. در روش هم‌رسوبی با اوره، پس از تهیه محلول پیش ماده فلزات در آب مقطر، مقدار اضافی اوره به آن اضافه شده و در حین هم‌زدن شدید دمای محلول را افزایش داده و به مدت ۵ ساعت رفلکس شد. ذرات جامد بدست آمده با فیلتراسیون جدا شدند. کاتالیزورهای حاصل خشک شده و در دمای 650°C کلسینه شدند. در روش سل ژل برای تهیه اسپینل‌های مدنظر مقدار مشخصی از پیش ماده‌ی نیترات فلزات در آب مقطر حل

شد. سپس سیتريک اسيد جامد به محلول افزوده شد. سوسپانسيون در دمای °C ۱۰۰ تا تشكيل ژل، حرارت داده شد. ژل حاصل در آون خشک شد در نهايت ماده حاصل کلسينه شد.

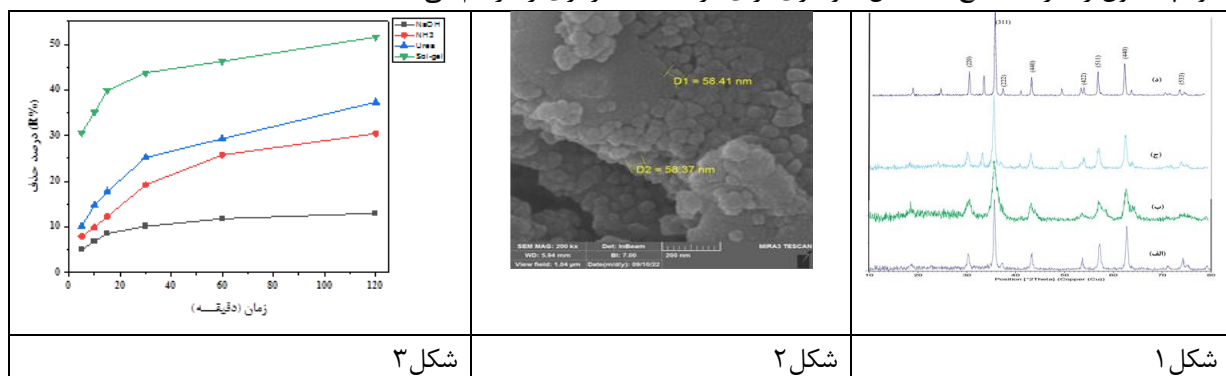
در ادامه عملکرد اسپينل های تهيه شده در اکسيداسيون کاتاليزوري آلایندۀ دارویی سيپروفلوکساسين در حضور اکسنده پرسولفات بررسی شد. آزمایش های اکسيداسيون کاتاليزوري در ۱۰۰ میلی لیتر محلول دارو با غلظت ۱ ppm انجام شد. در هر آزمایش، ۰/۱ گرم از اسپينل های تهيه شده و جرم مشخصی از پتاسيم پرسولفات به آن اضافه شد. سوسپانسون به مدت ۲ ساعت در دمای محیط هم زده شد. در زمان های معين، از اين محلول نمونه برداری شده و ذرات کاتاليزور با سانتریفیوژ از آن جدا شد. غلظت داروی باقیمانده در محلول جدا شده از طريق اسپکتروفتومتر UV-visible در طول موج ماکزيمم دارو (۲۷۵ نانومتر) اندازه گیری شد. با استفاده از رابطه زیر درصد حذف دارو %R بدست آمد. در اين رابطه C_0 ، C_t به ترتيب غلظت های دارو در هر زمان و در زمان اولیه هستند.

$$R\% = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100$$

معادله ۱

۳- بحث و نتیجه گیری

الگوی XRD در نمونه های آماده شده (شکل ۱)، تمام قله ها، به نظر می رسند با فاز اسپينل مطابقت دارند. با توجه به اين الگوهای XRD، اسپينل های تهيه شده با روش سل ژل ساختار کريستالی همگن تری داشتند. اندازه متوسط ذرات با استفاده از معادله شرر و پیک با بیشترین شدت ($2\theta = 35.5^\circ$) محاسبه شد و اين اندازه تقريباً ۲۹ nm بود. مطابق تصاویر SEM اسپينل تهيه شده بصورت ورقه هایی با ابعاد ۱-۵ μm دارند. همانطور که در شکل ۲ مشخص است اين ذرات اندازه تقريبی ۵۸ nm دارند. مطابق اين تصاویر، اسپينل فریت کبالت تهيه شده در عين حال که ورقه های میکرومتری با قابليت جداسازی راحت از سوسپانسيون را دارند، سطح متخلخل نانومتری برای فرآيند کاتاليزگری را فراهم می کنند.



در شکل ۳، بیشینه حذف آلایندۀ دارویی سيپروفلوکساسين بر روی اين اسپينل ۵۱٪ می باشد. مطابق اين شکل برتری عملکرد اسپينل فریت کبالت تهيه شده به روش سل ژل در مقايسه با ساير اسپينل های فریت که به روش هم رسوبی تهيه شدند به وضوح مشخص شده است. همچنين با مقايسه نتايج حاصل از اسپينل های تهيه شده به روش هم رسوبی، می توان اظهار داشت که اسپينل کبالت فریت تهيه شده با عامل رسوب دهنده اوره، عملکرد مطلوب تری در بين دو اسپينل ديگر داشت.

۴- نتیجه گیری

در اين مطالعه، کارایی حذف داروی سيپروفلوکساسين با فرآيند اکسيداسيون پيشرفته مبتنی بر راديکال های سولفات فعال شده توسط کاتاليزورهای اسپينل $CoFe_2O_4$ به روش هم رسوبی و سل ژل بررسی شد. و اثر روش تهيه اسپينل ها بر ساختار آنها و عملکرد آنها در حذف سيپروفلوکساسين مورد توجه قرار گرفت. با توجه به نتايج به دست آمده از الگوهای XRD، می توان گفت که سنتز اسپينل ها به روش سل ژل، ساختار و بلورهای اسپينل مناسب تری را تشكيل می دهد. همچنين با توجه به نتايج به دست آمده از آزمایش های عملکرد کاتاليزوري هر يك از اسپينل ها در حذف داروی سيپروفلوکساسين، می توان نتیجه گرفت که اسپينل فریت کبالت تهيه شده با سل ژل عملکرد بهتری نسبت به ساير اسپينل ها داشت. با توجه به نتايج، استفاده از اسپينل به عنوان کاتاليزور در فرآيند اکسيداسيون پيشرفته با هزینه کم و راندمان بالا می تواند روش مناسبی برای حذف داروها باشد.

منابع و مراجع

- [1] Tsitonaki, A., Petri, B., Crimi, M., Mosbaek, H. A. N. S., Siegrist, R. L., & Bjerg, P. L. (2010). Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 40(1), 55-91.
- [2] Feng, Y., Liu, J., Wu, D., Zhou, Z., Deng, Y., Zhang, T., & Shih, K. (2015). Chemical Engineering Journal, 280, 514-524.
- [3] Robinson, I., Junqua, G., Van Coillie, R., & Thomas, O. (2007). Analytical and bioanalytical chemistry, 387(4), 1143-1151.
- [4] Comninellis, C., Kapalka, A., Malato, S., Parsons, S. A., Poullos, I., & Mantzavinos, D. (2008). Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 83(6), 769-776.