کاربرد نانو ذرات مغناطیسی آهن (IONPs) در بیوتکنولوژی و بررسی سینتیک برهم‌کنش با بیومولکول‌ها و انواع روش های ساخت

هانیه برقی جهرمی[۱]، مهدی شهرکی[۲*]

مشخصات نویسنده اول

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، شیمی تجزیه، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شیراز ،

رایانامه (h1380.barghi@gmail.com)

مشخصات نویسنده دوم

*۲ و *- نویسنده مسئول –استاد ، شیمی فیزیک، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه سیستان و بلوچستان،*

رایانامه (mehdishahraki@chem.usb.ac.ir)

واژگان کلیدی: نانوذرات مغناطیسی، بیوتکنولوژی، سینتیک، بیومولکول

۱- مقدمه

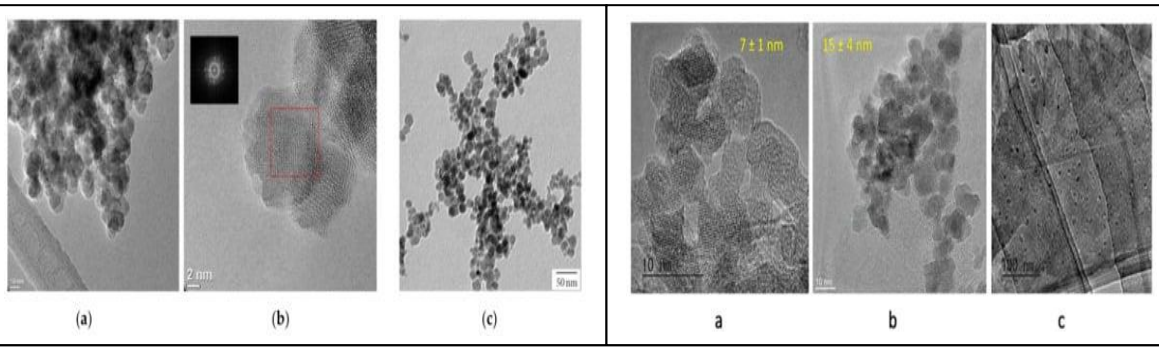
کاربردهای زیست پزشکی با تأکید بر طراحی مواد هوشمند، به‌ویژه نانوذرات مغناطیسی (MNPs) دارای مزایای فناوری هستند زیرا می‌توان آنها را با استفاده از میدان‌های مغناطیسی دستکاری کرد. نانوذرات مغناطیسی به طور گسترده در هیپرترمی، سیستم دارورسانی هدف، تصویربرداری، و استخراج مولکول‌های زیستی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و آنها را به عنوان یک ابزار مهم در درمان سرطان نیز فرض می‌کنند.

در میان انواع مختلف نانوذرات، نانوذرات اکسید آهن به طور گسترده توسط محققان مورد کاوش قرار گرفته‌اند، در واقع، نانوذرات اکسید آهن (Fe_3O_4) و (Fe_2O_3) به دلیل عملکرد آسان آنها با پلیمرها و مواد دیگر، به طور گسترده برای تشخیص آزمایشگاهی و حتی در حال حاضر برای سایر کاربردها استفاده شده است. روش‌های مختلفی برای ساخت نانوساختارهای مغناطیسی به شکل نانومیله‌ها، نانوسیم‌ها، نانومکعب‌ها، از جمله نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن موجود است که می‌توانند با چندین روش آماده‌سازی مختلف، از جمله شیمی مرطوب یا مسیرهای «پایین به بالا» مانند هیدروترمال، حلال‌گرمایی، سل تهیه شوند. ژل، هم‌رسوب، سنتز تزریق جریان، تکنیک‌های تجزیه در اثر حرارت الکتروشیمیایی و لیزری [۱]. به طور مشابه، بیوسنتز نانوذرات مغناطیسی مورد بررسی قرار گرفته است [۲، ۳]. بررسی های مفصلی در مورد سنتز نانوذرات مغناطیسی قبلاً در گزارش شده است. با کنترل کارآمد بر اندازه ذرات، روش‌های شیمی مرطوب هیدرولیتیک و غیرهیدرولیتیک نتایج امیدوارکننده‌ای نشان داده‌اند[۳].

۲- بررسی نانو ساختار های آهن

نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن (IONPs) با ساختاری مشابه شکل (۱) عمدتاً در دو دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند، زیرا مواد جاذب ارزان قیمتی هستند [۴] که امکان برداشت سیستم‌های سلولی کامل [۵]و حفظ مولکول‌های مختلف

بیولوژیکی، از جمله پروتئین‌ها ، اسیدهای نوکلئیک ، لیپیدها و پلی ساکاریدها را فراهم می‌کنند. مهمترین مزایای IONPها عبارتند از (۱) رفتار سوپرپارامغناطیس آنها است که امکان جابجایی و دستکاری آسان با استفاده از یک میدان مغناطیسی خارجی، (۲) سنتز کم هزینه آنها (عمدتا نمکهای آهن در محیط قلیایی و مواد شیمیایی برای اصلاح سطح) است. و (۳) نسبت سطح به حجم بالا . برای تنظیم ویژگی‌های سطح، IONPها پوشش داده می‌شوند یا عملکردی می‌شوند تا از تجمع یا تخریب زیستی جلوگیری کنند و انتخاب‌پذیری آن‌ها برای جذب مولکول‌های هدف را افزایش دهند[۶].



شکل ۱ : ساختار نانوذرات مغناطیسی آهن[7]

سینتیک برهمکنش نانوذرات مغناطیسی آهن با زیست‌مولکول‌ها ، یکی از حوزه‌های جذاب و پرکاربرد در نانوبیوتکنولوژی است. این برهمکنش‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص فیزیکوشیمیایی نانوذرات و همچنین در کاربردهای زیستی آن‌ها دارند. زیست‌مولکول‌هایی مانند لیپیدها، پلی‌ساکاریدها و اسیدهای نوکلئیک به دلیل خواص منحصر به فردشان، به عنوان پوشش یا لیگاند برای نانوذرات مغناطیسی مورد استفاده قرار می‌گیرند[۸]. سینتیک این برهمکنش‌ها به عواملی همچون اندازه نانوذرات، نوع و غلظت زیست‌مولکول، pH محیط، دما و نیروی یونی بستگی دارد. مطالعات نشان داده‌اند که برهمکنش نانوذرات با لیپیدها می‌تواند منجر به تشکیل پوشش‌های لیپیدی پایدار بر روی سطح نانوذرات شود که از اکسیداسیون آن‌ها جلوگیری کرده و زیست‌سازگاری آن‌ها را افزایش می‌دهد. پلی‌ساکاریدها نیز به دلیل خواص هیدروفیلی و زیست‌تخریب‌پذیری خود، به عنوان پوششی برای نانوذرات مورد استفاده قرار می‌گیرند و می‌توانند به بهبود پایداری کلوئیدی و کاهش سمیت نانوذرات کمک کنند. اسیدهای نوکلئیک نیز می‌توانند به سطح نانوذرات متصل شده و برای کاربردهایی مانند تشخیص و درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار گیرند. سینتیک این برهمکنش‌ها به ساختار ثانویه و اولیه اسید نوکلئیک، دمای محیط و نیروی یونی بستگی دارد.درک عمیق سینتیک برهمکنش نانوذرات مغناطیسی با زیست‌مولکول‌ها برای طراحی و ساخت نانوذرات با خواص دلخواه و کاربردهای متنوع در زمینه‌های مختلفی همچون دارورسانی هدفمند، تشخیص بیماری‌ها، تصفیه آب و جداسازی زیستی ضروری است. با این وجود، مطالعات کمی بر روی سه دسته اصلی دیگر از مولکول‌های زیستی یا بر روی مولکول‌های کوچک تمرکز می‌کنند که برای صنعت بیوتکنولوژی نیز بسیار مرتبط هستند.از این رو، به دلیل تعداد کم مطالعات منتشر شده، مکانیسم جذب برای سایر مولکول های زیستی هنوز به طور سیستماتیک و به اندازه کافی بررسی نشده است. علاوه بر این، برای طراحی مواد جداسازی بهتر و افزایش کارایی پردازش پایین دست، به درک عمیقی از جذب کلاس‌های بیومولکولی مختلف در مخلوط‌ها، جایی که آنها باید برای سطح نانوذرات رقابت کنند، ضروری است[۹].

۳- نتیجه گیری

نانوذرات مغناطیسی آهن به دلیل خواص منحصر به فردی مانند اندازه کوچک، سطح ویژه بالا، خاصیت مغناطیسی و قابلیت اصلاح سطح، پتانسیل بالایی را در حوزه بیوتکنولوژی از خود نشان داده‌اند. این نانوذرات در فرایندهای مختلفی از جمله جداسازی، خالص‌سازی، تصویربرداری و انتقال دارو مورد استفاده قرار می‌گیرند. نتایج حاصل از بررسی سینتیک برهمکنش

نانوذرات مغناطیسی آهن با بیومولکول‌ها نشان می‌دهد که عوامل مختلفی مانند اندازه نانوذرات، نوع پوشش سطحی، pH محیط و غلظت بیومولکول‌ها بر سرعت و میزان این برهمکنش تأثیرگذار هستند.

منابع و مراجع

[1] Monteserín, M., Larumbe, S., Martínez, A. V., Burgui, S., & Francisco Martín, L. (2021). Recent advances in the development of magnetic nanoparticles for biomedical applications. Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 21(5), 2705-2741.
[2] Parekh, K., Nair, J., & Bhardwaj, A. (2020). Biosynthesis of magnetite nanoparticles: an eco-friendly and scalable approach. Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology, 11(3), 035014.
[3] Bahadur, A., Saeed, A., Shoaib, M., Iqbal, S., Bashir, M. I., Waqas, M., ... & Abbas, N. (2017). Eco-friendly synthesis of magnetite (Fe3O4) nanoparticles with tunable size: dielectric, magnetic, thermal and optical studies. Materials Chemistry and Physics, 198, 229-235.
[4] Schwaminger, S. P., Blank-Shim, S. A., Scheifele, I., Pipich, V., Fraga-García, P., & Berensmeier, S. (2019). Design of interactions between nanomaterials and proteins: a highly affine peptide tag to bare iron oxide nanoparticles for magnetic protein separation. Biotechnology journal, 14(3), 1800055.
[5] Lim, J. K., Chieh, D. C. J., Jalak, S. A., Toh, P. Y., Yasin, N. H. M., Ng, B. W., & Ahmad, A. L. (2012). Rapid magnetophoretic separation of microalgae. Small, 8(11), 1683-1692.
[6] Gupta, A. K., & Gupta, M. (2005). Synthesis and surface engineering of iron oxide nanoparticles for biomedical applications. biomaterials, 26(18), 3995-4021.
[7] Nurdin, I., Johan, M. R., Yaacob, I. I., & Ang, B. C. (2014). Effect of nitric acid concentrations on synthesis and stability of maghemite nanoparticles suspension. The Scientific World Journal, 2014(1), 589479.
[8] Yun G, Richardson JJ, Capelli M, Hu Y, Besford QA, Weiss ACG, et al. The biomolecular corona in 2D and reverse: patterning metal–phenolic networks on proteins, lipids, nucleic acids, polysaccharides, and fingerprints. Adv Funct Mater. 2020;30:1905805.
[9] Pušnik, K., Peterlin, M., Cigić, I. K., Marolt, G., Kogej, K., Mertelj, A., ... & Makovec, D. (2016). Adsorption of amino acids, aspartic acid, and lysine onto iron-oxide nanoparticles. The Journal of Physical Chemistry C, 120(26), 14372-14381.