سنتز سبز نانو ذرات اکسید روی (ZnO) با استفاده از میوه سیب و بررسی اثرات ضدمیکروبی آن

فاطمه سادات حسینی، زهرا حاجی آقاجانی *

گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قم، قم، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۰۵)

چکیده

در این تحقیق نانو ذرات اکسید روی (ZnO) با استفاده از عصاره سیب سنتز شد و سپس خواص فیزیکی و شیمیایی نانو ذرات ZnO با استفاده از SEM، XRD، EDS، UV-Vis و FT-IR مورد بررسی قرار گرفت. متوسط اندازه ی نانو ذرات ZnO با استفاده از معادله ی دبای شرر ۱۰ نانومتر تخمین زده شد. نانو ذرات سنتز شده با این روش (استفاده از عصاره سیب) خاصیت ضدمیکروبی خوبی دربرابر قارچ Candida albicans از خود نشان دادند که قطر هاله ایجاد شده توسط نمونه موردنظر در این قارچ ۲۶ میلی متر مشاهده شد.

طیف XRD بیانگر ساخته شدن نانو ذرات اکسید روی می‌باشد و با گزارشات قبلی مطابقت دارد. بر اساس طیف SEM میتوان گفت که اکسید روی ساخته شده از ذرات یکنواخت تشکیل شده. با توجه به نتایج بدست آمده از تست EDS حضور Zn در نانوذرات سنتز شده با استفاده از عصاره سیب تایید شده است.

کلیدواژگان

خاصیت ضد میکروبی، عصاره سیب، نانوذرات اکسید روی.

* نویسنده مسئول، رایانامه: haj_aghajani@yahoo.com

مقدمه

عوامل ضد باکتری اهمیت زیادی در صنایع مختلف، به عنوان مثال، ضدعفونی آب، منسوجات بسته بندی، ساخت و ساز، دارو و غذا دارد (۱ و ۲). ترکیبات آلی که به طور سنتی در بسیاری از فرآیندهای صنعتی برای ضدعفونی استفاده میشود، معایب مختلفی ازجمله سمیت برای بدن انسان و حساسیت به دمای بالا و فشار را دربردارد (۱ و ۳) به این علت مطالعات زیادی در مورد استفاده از مواد ضدعفونی کننده غیر آلی مانند اکسیدهای فلزی در حال افزایش است (۱، ۳ و ۴). این ترکیبات غیر آلی فعالیت‌های قوی ضد باکتری در غلظت‌های پایین نشان می دهند (۵). آنها همچنین در شرایط سخت بسیار باثبات تر هستند (۱ و ۴). همچنین به عنوان ترکیب غیر سمی در نظر گرفته می‌شوند و برخی از آنها حتی حاوی عناصر معدنی ضروری برای بدن انسان هستند (۸-۴). فن‌آوری نانو توانایی ساخت، کنترل و استفاده ماده در ابعاد نانومتری است. اندازه ذرات در فن‌آوری نانو بسیار مهم است، چرا که در مقیاس نانویی، ابعاد ماده در خصوصیات آن بسیار تأثیرگذار است و خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تک تک اتم‌ها و مولکول‌ها با خواص توده ماده متفاوت است. محصولات حاوی نانوذرات را میتوان در برنامه‌های مختلف صنعتی، پزشکی، شخصی و نظامی به کاربرد. یکی از زمینه‌های تحقیقات گسترده در زمینه کاربرد نانوذرات معدنی، بررسی امکان استفاده از آنها به عنوان ماده ضدعفونی کننده برای کنترل میکروارگانیسم‌ها است (۹). همچنین ساخت پارچه، نانو کامپوزیت‌ها و فیلم‌های ضدمیکروبی حاوی نانوذرات برای حفاظت از سطوح از طریق جلوگیری از رشد و انتقال میکروارگانیسمها توجه زیادی به خود جلب کرده است. امروزه، سنتز سبز نانوذرات فلزی یک موضوع جالب از علوم نانو است. همچنین، به بیوسنتز نانوذرات فلزی با استفاده از موجودات، توجه ویژه‌ای شده است. در میان این موجودات، گیاهان به نظر می‌رسد بهترین گزینه برای بیوسنتز نانوذرات هستند. نانوذرات تولید شده توسط گیاهان در مقایسه با دیگر عوامل با ثبات تر و متنوع تر در شکل و اندازه هستند. سنتز سبز ساده، کم هزینه، غیرسمی، سازگار با محیط زیست و کارآمد برای بهره برداری هستند (۱۰). اغلب روش‌های سنتز شیمیایی مانند فرآیند سل-ژل، میسل، روش هیدروترمال، تولید کننده گاز، رسوب بخار شیمیایی و غیره منجر به حضور برخی از گونه‌های شیمیایی سمی‌جاذب در سطح می‌شوند که ممکن است عوارض جانبی در کاربردهای پزشکی داشته باشد (۱۱). اکسید روی یکی از ترکیبات روی می باشد که توسط وزارت غذا و داروی آمریکا بعنوان یک ماده بی خطر شناخته شده است. هم چنین از نمک‌های روی در درمان کمبود روی در بدن استفاده می‌شود. برخی عوامل ضد باکتریایی، سمی و در ارگانهای طبیعی باعث التهاب می‌شوند بنابراین تحقیقات جهت تولید و معرفی انواع عوامل جدید ضد میکروبی که استفاده از آنها ایمن و مقرون به صرفه باشد جزو اهداف و اولویت‌های تحقیقاتی بسیاری از سازمان‌ها و گروه‌های تحقیقاتی می باشد. نانوذرات اکسید روی خاصیت ضدباکتریایی موثری را نسبت به طیف گسترده‌تری از باکتری‌ها از خود نشان داده است.

در این تحقیق نانو ذرات اکسید روی به روش سبز با استقاده از عصاره سیب با موفقیت سنتز شد. با استفاده از این روش نانو ذراتی تهیه شد که بدون نیاز به حلال‌های شیمیایی و روش‌های پیچیده کارایی بالایی دارند. علاوه بر این فعالیت ضد میکروبی نانو ذرات اسید روی سنتز شده برسی شد.

روش کار

نانو ذرات اکسید روی به روش شیمی سبز با استفاده از سولفات روی ($ZnSO_4$)، آب مقطر، هیدروکسید سدیم (NaOH) و عصاره سیب به عنوان مواد پیش ماده، سنتز شدند. در ابتدا، ۱۰ میلی لیتر از عصاره سیب را به ۳۰۰ میلی لیتر سولفات روی ۴ میلی مولار اضافه کرده و به مدت ۵ دقیقه روی همزن مغناطیسی با سرعت متوسط در دمای محیط قرار داده، سپس سود ۱ مولار را قطره قطره به آن اضافه کرده تا زمانی که رنگ محلول به زرد مایل به سفید تغییر کند و محیط اسیدی به قلیایی تغییر پیدا کند (PH=5 به PH=12) ذرات کلوئیدی حاصل شده را با دور 5000rpm سانتریفیوژ کرده، رسوبات در دمای محیط به مدت 24 ساعت خشک می‌شوند. در نهایت رسوبات با استفاده از UV/Vis، IR، SEM و XRD آنالیز می‌شوند. سپس با استفاده از تکنیک‌های زیر ساختار شیمایی و فیزیکی نانو ذرات اکسید روی سنتز شده مورد بررسی قرار گرفت. دستگاه پراش اشعه X از نوع X´Pert PRO ساخت شرکت Philips با استفاده از پرتونگاری Cu Kα فیلتر شده با Ni. میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، مدل S4160ساخت شرکت Hitachiژاپن . طیف‌سنج زیر قرمز با تبدیل فوریه (FT- IR) مدل Magna 550 Nicolet با استفاده از روش قرص KBr. طیف‌سنج فرابنفش-مرئی (UV-Vis) دو پرتویی PGinstrument و سل چهار گوش کوارتز با ضخامت یک سانتی‌متر.

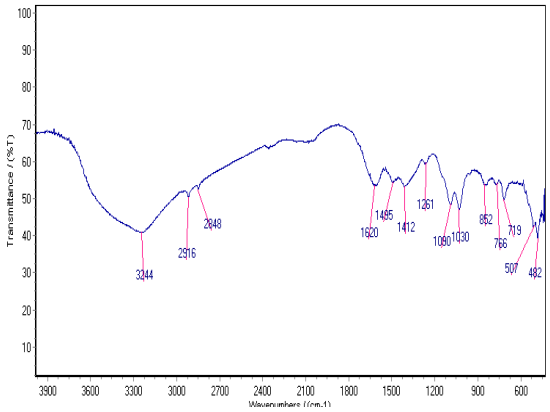
بررسی خاصیت ضد میکروبی

جهت انجام این تست از قارچ *Candida albicans* استفاده گردید.

ابتدا از میکرو ارگانیسم مورد نظر رقتی معادل نیم مک فارلند تهیه و در پلیت حاوی محیط کشت مولرهینتون آگار (MERK) کشت داده شد. سپس در این محیط چاهک‌هایی به قطر 5 mm حفر گردید. از نمونه مورد نظرجهت سنجش خاصیت آنتی میکروبی به میزان ۵۰ µl در هر چاهک تلقیح گردید. پلیت جهت رشد میکروارگانیسم در انکوباتور در دمای ۳۷ درجه قرار داده و نتایج بعد از ۲۴ ساعت اندازه گیری شد.

یافته‌ها

در طیف FT-IR نانوذرات اکسید روی (شکل ۱) ارتعاشات کششی پیوند Zn-O به صورت نوار جذبی قوی و تیزی در حدود $482\ cm^{-1}$ دیده می‌شود. نوار جذبی در محدوده $1620\ cm^{-1}$ ناشی از ارتعاشات خمشی مولکول‌های آب جذب شده روی سطح نانو ذرات اکسید روی است. همچنین نوار جذبی در $3244\ cm^{-1}$ مربوط به ارتعاش کششی مولکول‌های آب است.

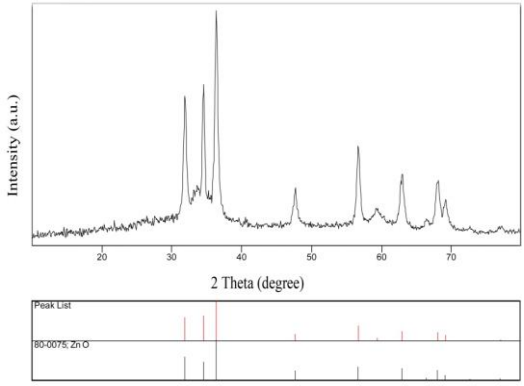


شکل ۱- طیف FT-IR نانو ذرات سنتز شده

الگوی پراش اشعه‌ی X نمونه‌ی سنتز شده با استفاده از عصاره سیب در شکل ۲ آورده شده است. پیک‌ها در تطابق کامل با مرجع، دارای فازکریستالی هگزاگونال (a=b≠c , α=β=90°, γ=120°) و گروه فضایی P63mc با شماره کد ۸۰-۰۰۷۵ از کتابخانه‌ی XRD برای این ساختار است.

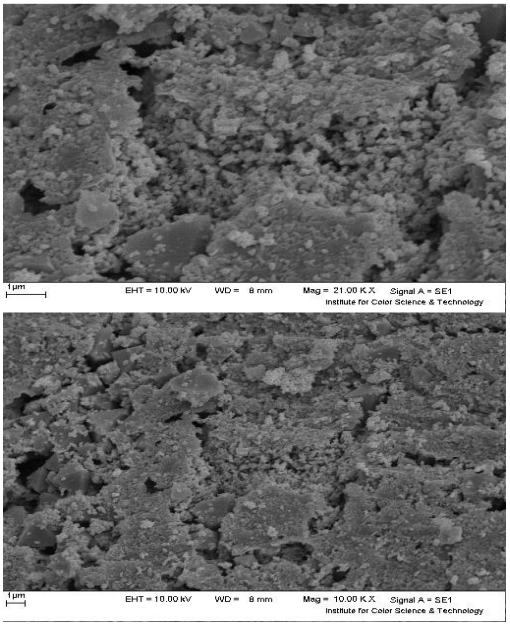
پیک اضافی مشاهده نشد که دلیل بر خالص بودن فاز می‌باشد. پیک‌های موجود به دلیل کریستالی بودن

نانوذرات سنتزی، تیز بوده و جدایی پیک‌ها بسیار خوب است که نشان دهنده‌ی تک فاز بودن ساختار کریستالی است.



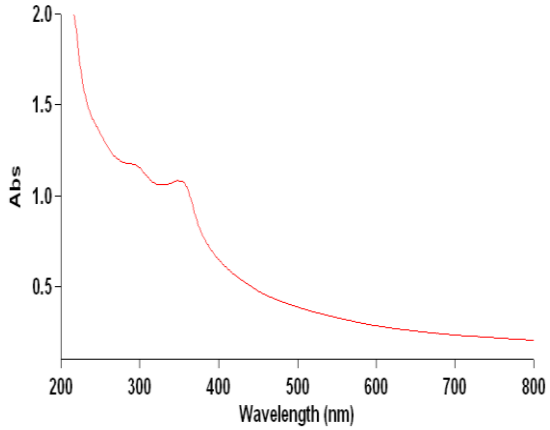
شکل ۲- XRD نانو ذرات ZnO

با استفاده از داده‌های XRD استخراج شده از شکل ۲ می‌توان متوسط قطر اندازه‌ی ذرات (D_C) را به کمک معادله دبای شرر به دست آورد که ۱۰ نانومتر می‌باشد. مورفولوژی و اندازه نانو ذرات اکسید روی سنتز شده با استفاده از میکروسکوب الکترونی روبشی برسی شد (شکل ۳). همانطور که در تصویر میکروسکوب الکترونی نانو ذرات اکسید روی مشخص است، اکسید روی از ذرات یکنواخت و کروی شکل تشکیل شده است.



شکل ۳- تصویر SEM نانو ذرات ZnO

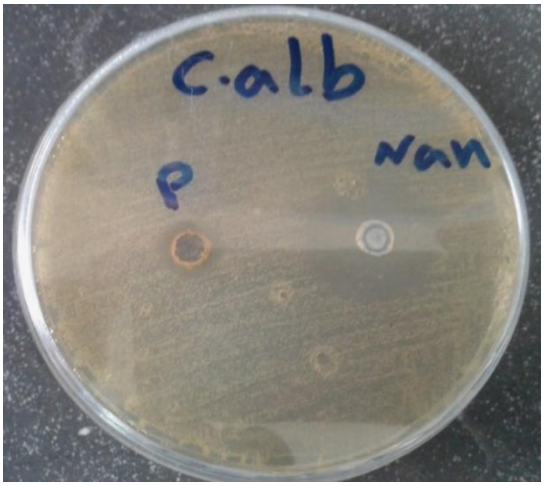
طیف جذبی Uv-Vis نانو ذرات اکسید روی در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۴ میتوان گفت که باند گپ نانو ذرات اکسید روی سنتز شده توسط عصاره سیب ۳,۳۵ eV می‌باشد.



شکل ٤- طیف uv/vis نانو ذرات ZnO

آنالیز EDS نانوذرات اکسید روی در شکل ۵ نشان داده شده است. با توجه به نتایج EDS، اکسید روی ستز شده حاوی عناصر Zn, P, O, C, S هست که نشان دهنده حضور عصاره سیب روی نانو ذرات سنتز شده می‌باشد.

شکل ۵ نشان دهنده تست میکروبی نانو ذرات اکسید روی سنتز شده می‌باشد. مشاهده قطر هاله ۲۶ میلی متری قارچ *Candida albicans* خاصیت ضد میکروبی نانو ذرات اکسید روی را اثبات می‌کند.



شکل ۵- مشاهده قطر هاله *Candida albicans*

بحث

در این تحقیق نانو ذرات اکسید روی به روش سبز با استفاده از عصاره سیب با موفقیت سنتز شد. با استفاده از این روش نانو ذراتی تهیه شد که بدون نیاز به حلال‌های شیمیایی و روش‌های پیچیده کارایی بالایی دارند. با مقایسه نتایج حاصل از این تحقیق با تحقیقات حاضر نتایج زیر به دست می آید:

در روش های شیمیایی سنتز نانو ذرات ZnO از کاهنده ها و حلال های سمی استفاده می شود که با محیط زیست سازگار نیستند، اما روش سنتز ZnO استفاده شده در این تحقیق کاملا سازگار با محیط زیست می باشد زیرا هیچ حلال و کاهنده ی شیمیایی استفاده نشده است.

سنتز نانو ذرات ZnO به روش سبز (استفاده از عصاره سیب)، روشی آسان تر و مقرون به صرفه تر از روش های دیگر می باشد.

در این تحقیق انجام شده تمام مراحل سنتز نانوذرات در دمای محیط انجام شده است و نیازی به دمای بالا نمی باشد که باعث صرفه جویی در مصرف انرژی و مانع از تغییر در ماهیت مواد می شود.

نانو ذرات سنتز شده با این روش (استفاده از عصاره سیب) خاصیت ضدمیکروبی خوبی دربرابر قارچ *Candida albicans* از خود نشان دادند که قطر هاله ایجاد شده توسط نمونه موردنظر در این قارچ ۲۶ میلی متر مشاهده شد.

با توجه به نتایج بدست آمده از تست EDS حضور Zn در نانوذرات سنتز شده با استفاده از عصاره سیب تایید شده است.

نتیجه گیری

در این پروژه نانو ذرات اکسید روی باموفقیت در حضور عصاره سیب ساخته شد. طیف XRD بیانگر ساخته شدن نانو ذرات اکسید روی می‌باشد و با گزارشات قبلی مطابقت دارد. بر اساس طیف SEM میتوان گفت که اکسید روی ساخته شده از ذرات یکنواخت تشکیل شده است. برای بررسی خاصیت ضد میکروبی نانو ذرات سنتز شده از *Candida albicans* استفاده شد که قطر هاله ایجاد شده توسط نمونه موردنظر در این قارچ ۲۶ میلی متر مشاهده شد.

منابع و مآخذ

1. Yamamoto O. Influence of particle size on the antibacterialactivity of zinc oxide. Int J Inorg Mater; (2001). 3(7):643-6.
2. Li LH, Deng JC, Deng HR, Liu ZL, Li XL. Preparation, characterization and antimicrobial activites of chitosan/Ag/ZnO/blend films. Chem Eng J; (2010). 160(1):378-82.
3. Zhang L, Jiang Y, Ding Y, Povey M, York D. Investigationinto the antibacterial behavior of suspensionsof ZnO nanoparticles (ZnO nanofluids). J Nanopart Res; (2007). 9(3):479-89.
4. Sawai J, Yoshikawa T. Quantitative evaluation of antifungal activity of metallic oxide powders (MgO, CaO and ZnO) by an indirect conductimetric assay. J Appl Microbiol; (2004). 96(4):803-9.
5. Brayner R, Ferrari-Iliou R, Brivois N, Djediat S, Benedetti MF, Fievet F. Toxicological impact studies based on Escherichia coli bacteria in ultrafine ZnO nanoparticles colloidal medium. Nano Letters; (2006). 6(4):866-70.
6. Wilczynski M. Anti-microbial porcelain enamels. Ceram Eng Sci Proc; (2000). 21(5):81-3.
7. Sandstead HH. Understanding zinc—recent observations and interpretations. J Lab Clin Med;(1994). 124(3):322-7.
8. Jin T, Sun D, Su JY, Zhang H, Sue HJ. Antimicrobial efficacy of Zinc Oxide Quantum Dots against Listeria monocytogenes, Salmonella enteritidis and Escherichia coli O157:H7. J Food Sci; (2009). 74(1):46-52.
9. Cavalli R, Francesco T, Carlotti M. Nanoparticles derived from amphiphilic ccyclodextrins. J Incl Phenom Macro; (2007). 57(1-4):657-61.
10. Choi, O., Deng, K.K., Kim, N.J., Ross, N.J., Jr, L., Surampalli, R.Y., Hu, Z. The inhibitory effects of silver nanoparticles, silver ions, and silver chloride colloids on microbial growth, Water Res. (2008) 42, 3066–3074.
11. Hudlikar M, Joglekar SH, Dhaygude M and Kodam K. Latex-mediated synthesis of ZnS nanoparticles, Journal of Nanoparticle Research, (2012),Vol.14, pp. 865.