Nanomeghyas
www.nanomeghyas.ir
نانومقیاس

تهیه نانوکامپوزیت‌های اکسیدروی با استفاده از عصاره گیاه پونه وحشی کوهی به روش سبز برای کاربردهای بسته بندی

فاطمه نصیری[1]، امید میرزائی[1و*]، ساناز علمداری[2و3و**]، محمد حسین مجلس آرا[3]

۱- دانشکده مهندسی مواد و متالوژی، دانشگاه سمنان، سمنان
۲- دانشکده فیزیک، پردیس علوم، دانشگاه سمنان، سمنان
۳- پژوهشکده علوم کاربردی، دانشگاه خوارزمی، تهران

چکیده: در این پژوهش، نانوذرات اکسیدروی (ZnO) با استفاده از عصاره گیاه پونه وحشی و بدون استفاده از مواد شیمیایی خاص تهیه و در زیست بسپار کیتوسان قرار داده شدند. خواص نوری، ساختاری و ریخت‌شناسی نمونه‌های تهیه شده توسط مشخصه‌یابی‌های متفاوت از جمله طیف جذبی-عبوری، الگوی پراش پرتو ایکس (XRD)، طیف‌سنجی پراش انرژی پرتو ایکس(EDAX)، طیف‌سنجی فروسرخ (FTIR) و تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (FESEM) بررسی شدند. متوسط اندازه نانو ذرات ZnO با استفاده از معادله دبای شرر حدود ۴۵/۴ نانومتر پیش‌بینی شد. همچنین، بررسی پراش پرتوی ایکس نشان داد نمونه دارای ساختار ورتزایت بدون هیچ قله اضافی یا اکسیدی است. با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش Map-EDX حضور Zn در ساختار تایید شد. همچنین، پوشش بسپاری شفاف و زیست تخریب‌پذیر تهیه شده در این پژوهش، ویژگی ضدمیکربی مناسبی را در مقابل باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی در مقایسه با پوشش کیتوسان خالص، برای کاربردهای بسته بندی نشان داد.

واژگان کلیدی: اکسیدروی، روش سبز، عصاره، خواص ضد میکروبی، کیتوسان.

۱- مقدمه

امروزه فناوری نانو امکانات ویژه‌ای را برای بهبود کیفیت و امنیت انواع مواد غذایی فراهم آورده است. می‌توان گفت بیشترین کاربرد این فناوری در زمینه بسته بندی و تشخیص فساد مواد غذایی است[۲،۱]. بسته‌بندی نقش مهمی در حفظ کیفیت محصولات غذایی به ویژه گوشت و میوه دارد[۳]. از طرف دیگر بکارگیری بسپارهای مصنوعی مانند پلی استایرن به دلیل ویژگی‌های مکانیکی مطلوب و شفافیت در بسته بندی محصولات، بسیار متداول است اما نگرانی‌های زیست محیطی بسیاری ایجاد کرده‌اند. از جمله این مشکلات می‌توان به عدم تجزیه‌پذیری پلاستیک‌ها و تجمع طولانی مدت آن‌ها در محیط، سوزاندن پلاستیک‌ها در محیط جهت نابود کردن آن‌ها و ایجاد ترکیبات سمی پرخطر اشاره کرد. بنابراین جایگزین‌های زیست تخریب‌پذیر ترجیحا دارای ویژگی ویژه برای کاربردهای بسته‌بندی امری ضروری بوده و تعداد تحقیقات در این حوزه هرروزه در حال افزایش است. نانوذرات اکسیدی فلزی کاربردهای متنوعی در صنایع غذایی و دارویی دارند. در زمینه کاربرد نانوذرات معدنی، تحقیقات گسترده‌ای برای بررسی امکان استفاده از آن‌ها به عنوان ماده ضدعفونی کننده برای کنترل ریزجاندارها (میکروارگانیسم‌ها) انجام شده‌است[۲،۱]. همچنین، ساخت پارچه-ها، نانوکامپوزیت‌ها و فیلم‌های ضدمیکروب حاوی نانوذرات خاص، برای حفاظت سطوح و جلوگیری از رشد و انتقال ویروس‌ها و باکتری‌ها، توجه زیادی به خود جلب کرده‌اند[۵،۴].

* o_mirzaee@semnan.ac.ir; s.alamdari@semnan.ac.ir

تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۰۷/۰۶
تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۱۰/۲۷

تهیه نانوذرات با استفاده از روش‌های متفاوتی همچون روش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی انجام می‌شود اما تولید نانومواد با استفاده از روش سبز جایگاه ویژه‌ای در پژوهش‌ها پیدا کرده است[۶]. به عنوان مثال، در روش تهیه زیستی، از گیاه زنده یا عصاره اندام‌های گیاه استفاده می‌شود. اخیرا به دلیل کاهش آلودگی زیستی و محیطی، حذف اثرات سمی مواد شیمیایی بر بدن انسان، کنترل آسان‌تر رشد نانوذرات و همچنین عدم نیاز به خارج کردن باقی‌مانده موجودات ازنانومواد تولید شده، استفاده از عصاره گیاهان مقبولیت بیشتری نسبت به سایر روش‌های تهیه زیستی دارد. گیاهان به دلیل داشتن متابولیت‌های ثانویه بالا و ویژگی آنتی اکسیدانی، نقش احیا کنندگی و پایدار کردن نانوذرات را انجام می‌دهند[۵،۴]. همچنین، تولید نانوذرات با استفاده از عصاره‌های گیاهی، همراه با صرف زمان ساخت کمتر بوده و نیازمند استفاده از تجهیزات خاص یا پیچیده و پیش ماده-های گران‌قیمت شیمیایی نیست [۷].

امروزه تهیه نانوذرات اکسیدروی به دلیل کاربردهای فراوان در شناسایی عوامل بیماری‌زا، درمان سرطان، ویژگی‌های حرارتی، نوری و الکترونیکی منحصر به فرد بسیار مورد توجه قرار گرفته‌است. عوامل ضدباکتری اهمیت زیادی در صنایع متفاوت، به عنوان مثال، ضدعفونی آب، منسوجات بسته بندی، ساخت و ساز، دارو و غذا دارد[۸،۳]. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به عنوان یک لایه نازک از مواد در اطراف مواد غذایی تعریف می-شوند که می‌توانند از انتقال رطوبت، اکسیژن و مواد محلول به مواد غذایی ممانعت کنند. فیلم‌ها و پوشش‌ها می‌توانند خوراکی، زیست تخریب‌پذیر یا غیرخوراکی و غیر زیست تخریب‌پذیر باشند. فیلم‌های خوراکی و پوشش‌های خوراکی از نظر نحوه تولید متفاوت هستند. فیلم‌ها و ورقه‌های خوراکی بصورت لایه‌های نازک تولید می‌شوند و سپس، همانند بسپارهای مصنوعی برای بسته بندی بکار می‌روند. به عنوان مثال، کیتین وکیتوزان دو فرآورده بسیار مهم از بیوبسپارهایی هستند که در صنایع غذایی مصرف بسیار بالایی دارند، ولی منابع تولید آن‌ها بسیار محدود است[۸-۱]. تاکنون بیش از ۳۰۰ منبع متفاوت از انواع بی‌مهرگان دریایی، قارچ‌ها، باکتری‌ها، گیاهان، جلبک‌ها، نرم‌تنان، دیاتومه‌ها، مخمرها، حشرات و غیره مورد مطالعه و تحقیق قرار گرفته‌است و بیش از ۳۰۰ نوع از مشتقات آن در صنایع متفاوت داروسازی، آرایشی، زیست فناوری، کشاورزی، غذایی، شیمیایی و غیره به کار برده شده است.

سنتیل کومار و سیوا کومار در سال ۲۰۱۴، نانوذرات اکسید روی را با استفاده از عصاره چای سبز تهیه کردند و به بررسی فعالیت ضدمیکروبی آن‌ها پرداختند. طیف UV-Vis برای نظارت بر تشکیل نانوذرات ثبت شد. الگوی XRD پیک‌هایی که در ۲ موقعیت متناظر با ساختار هگزاگونال ورتزایت نانوذرات ZnO ظاهر می‌شوند، را نشان داد. اندازه متوسط نانوذرات با استفاده از داده‌های XRD، ۱۶ نانومتر محاسبه شد[۹]. بویان و همکاران نیز بر روی تهیه نانوذرات اکسید روی به روش سبز تحقیقاتی انجام دادند. آن‌ها در سال ۲۰۱۵ با استفاده از عصاره برگ درخت چریش نانوذرات ZnO را با هزینه کم تولید کردند. عصاره برگ چریش به عنوان یک عامل کاهنده و پایدار کننده موثر عمل می‌کند. نانوذرات بیوسنتز شده با میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، طیف‌سنجی انرژی پخش پرتو ایکس (EDX)، طیف‌سنجی UV-vis، پراش پرتو ایکس (XRD) و طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه (FTIR) شناسایی شدند. نانوذرات ZnO تهیه شده، خالص و بیشتر یکروی با اندازه بین ۹/۶ تا ۲۵/۵ نانومتر با شکاف باند ۳/۸۷ eV و دارای ساختار ورتزیت هستند[۱۰]. در سال ۲۰۱۶ نیز نانوذرات ZnO از طریق یک روش تولید زیستی ساده و کارآمد تهیه شدند و از پتانسیل کاهش و پوشش عصاره برگ آلوئه ورا[1] استفاده کردند. علی و همکارانش، به بررسی و شناسایی این نانوذرات پرداختند. تصویر TEM نانوذرات، آن‌ها را با اشکال متفاوت کروی، بیضی و شش‌ضلعی نشان می‌دهد و آنالیز XRD اندازه متوسط نانوذرات را ۱۵ نانومتر مشخص کرد[۱۱]. از سویی دیگر آواد و همکارانش، نیز به بررسی فعالیت ضدباکتریایی نانوذرات اکسید روی تهیه شده با استفاده از عصاره آبی میوه درخت عرعر پرداختند. آن‌ها در سال ۲۰۲۰ روش سبز را به دلیل سادگی، سازگار بودن با محیط زیست، غیر سمی بودن، هزینه کم و پتانسیل انجام به عنوان عامل ضدباکتری، مورد توجه قرار دادند. نانوذرات اکسید روی تهیه شده به این روش با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، طیف‌سنجی جذبی UV-Vis و پراش پرتو ایکس (XRD) شناسایی شدند و اندازه متوسط نانوذرات آماده‌شده

در گستره ۵ تا ۱۸ نانومتر بود و شکل آن‌ها بصورت کروی بود[۱۲].

در این پژوهش، نانوذرات اکسید روی به روش سبز با استفاده از عصاره گیاه پونه وحشی با موفقیت تهیه شده و وارد ماتریس کیتوسان شد. نمونه پوشش زیست تخریب پذیر تهیه شده ویژگی ضد میکروبی و ضدآفتابی خوبی را برای کاربرد در صنعت بسته-بندی نشان داد.

۲- بخش تجربی:

نانوپودر اکسید روی به روش شیمی سبز با استفاده استات روی دو آبه مرک آلمان با درجه خلوص ۹۹,۹۹ درصد، آب مقطر و عصاره پونه به ترتیب به عنوان مواد پیش ماده، حلال و عامل پایدارکننده تهیه شدند. ابتدا، نمک استات روی ۱ مولار را به ۲۰ میلی لیتر آب دیونیزه افزوده و به مدت ۱۵ دقیقه روی همزن مغناطیسی با سرعت متوسط در دمای محیط قرار داده، سپس ۵ میلی لیتر از عصاره را قطره قطره به محلول افزوده تا زمانی که رنگ محلول از قهوه‌ای به زرد تغییر کند. ذرات کلوئیدی حاصل شده را با دور ۵۰۰۰rpm گریزانه کرده، رسوبات در دمای محیط به مدت ۲۴ ساعت خشک و در دمای ۷۰۰ درجه سانتی گراد کلسینه می‌شوند. برای تولید کیتوسان، در ابتدا پوسته میگو از ضایعات آن جداسازی شده و وارد مراحل شستشو، خشک کردن اولیه و پودرسازی شدند. سپس، پوسته‌ها جهت کاهش سایز و رساندن به اندازه میلی‌متری آسیاب شدند. جداسازی مواد معدنی توسط هیدروکلریک اسید به میزان ۳۵/۰- ۲۰/۰ مولار و شستشو تا رسیدن به pH خنثی، پس از آن پروتئین زدایی با سود و در نهایت استیل زدایی کیتین با سدیم هیدروکسید (۵۰-۷۰ درصد) غلیظ انجام شد و کیتوسان تهیه شده در دمای۷۰-۶۰ درجه سانتیگراد خشک و تحت القای ولتاژ بالا قرار گرفت.

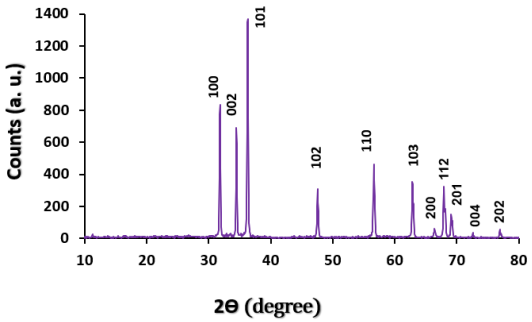
۰/۵ گرم کیتوسان در محلول استیک اسید ۱٪ حل و مقدار ۰/۲ گرم نانوذرات اکسیدروی به همراه چند قطره پلاستی سایزر به آن افزوده شد. مخلوط به دست آمده بر سطح صافی ریخته شد و در دمای اتاق به مدت ۴۸ ساعت خشک شد و پوشش‌های بسپاری شفاف حاوی نانوذرات اکسیدروی به دست آمد.

ویژگی نوری، ساختاری و ریخت‌شناسی نمونه‌های تهیه شده با شناسایی‌های متفاوت از جمله طیف‌سنجی جذبی-عبوری (UV-vis-Perkin-Elmer)پراش پرتوی ایکس-XRD (Panalytical/PW3050/60)، طیف سنجی تبدیل فوریه فروسرخ(FTIR- Perkin Elmer RX-I)، میکروسکوپ الکترونی روبشی(FESEM-MIRA3TESCAN-XMU) بررسی شدند. بررسی فعالیت ضد میکروبی پوشش اکسیدروی-کیتوسان به روش دیسک دیفیوژن طبق استاندارد M100 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing مورد بررسی قرار گرفت غلظت باکتری‌های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس 1×10^6 CFU/mlبود. برای آماده‌سازی مایه تلقیح، آمپول‌های لیوفیلیزه از باکتری‌های خریداری شده از دانشگاه علوم پزشکی تهران در شرایط استریل، شکسته شده و به محیط BHI منتقل شد و برای مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۲ درجه سانتی گراد، در انکوباتور قرار گرفتند. سلول‌های میکروبی با گریزانه شیکردار جدا و سوسپانسیونی معادل با نیم مک فارلند یا 1.5×10^8 CFU/ml تهیه شد. سپس، با دو الی سه رقیق کردن آن به نسبت حدود 10^6 باکتری در هر میلی لیتر به دست آمد. با روش انتشار در آگار اثر ضد میکروبی نانوذرات نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. به روش Spread Plate میزان ۰/۱ سی سی از باکتری‌ها در محیط کشت جامد آگار بر سطح پلیت پخش شد. سپس نمونه‌ها بر سطح محیط کشت بلاد آگار تلقیح شده با باکتری قرار داده شدند و پلیت‌ها در انکوباتور در دمای ۲ ± ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از گذشت ۴۸ – ۲۴ ساعت قطر هاله عدم رشد برای نشان دادن فعالیت ضد باکتری در نظر گرفته شد.

۳- بحث و نتایج

طیف XRD پودرهای اکسیدروی در شکل۱ نشان داده شده است. بیشترین رشد در جهت (۱۰۱) صورت گرفته و تمامی قله‌های اصلی نمونه‌ها کاملا منطبق بر صفحات ورتزایت اکسیدروی به شماره کارت (JCPDS 01-089-0510) است[۱۳]. هیچ قله اضافی مربوط به فازهای اکسیدی یا حضور ساختار و فازهای جدید در نمونه‌ها دیده نشد. اندازه دانه با استفاده از فرمول دبای شرر برای نمونه‌ها حدود ۴۵ نانومتر محاسبه شدکه نتایج آن همراه با سایر پارامترهای ساختاری از جمله فاصله

صفحات (d) و بردارهای شبکه (a,c) در جدول ۱ گزارش شده‌اند[۱۳و۵].



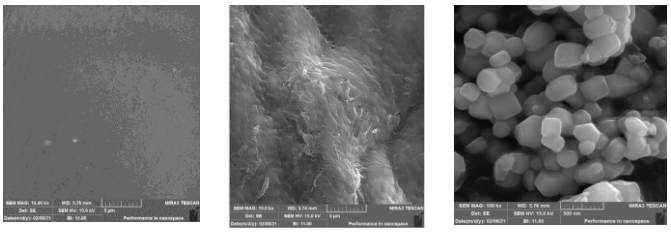
شکل۱ –طیف XRD نمونه پودر اکسیدروی تهیه شده به روش سبز

جدول ۱- پارامترهای اندازه گیری شده از XRD

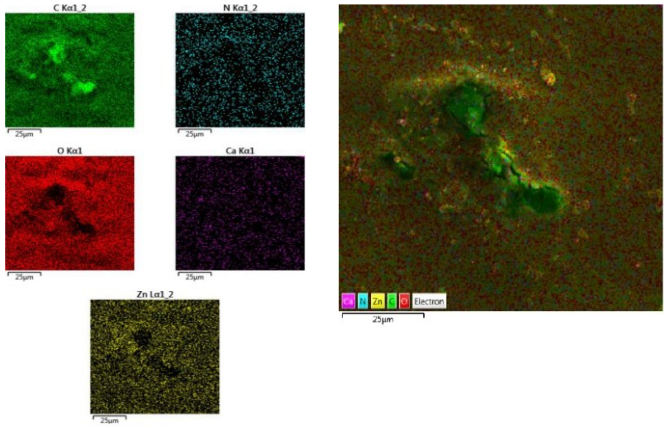
نام نمونه	صفحه (hkl)	بردار شبکه a (Å)	بردار شبکه c (Å)	FWHM (°)	اندازه دانه D (nm)	فاصله صفحات d-spacing (Å)
ZnO	(۱۰۱)	۳/۲۴۹	۵/۲۰۴	۰/۱۹۲	۴۵/۷	۲/۴۷۵
ZnO	(۱۰۰)	۳/۲۴۹	۵/۲۰۴	۰/۱۹۲	۴۵/۱	۲/۸۱۳
ZnO	(۰۰۲)	۳/۲۴۹	۵/۲۰۴	۰/۱۹۲	۴۵/۵	۲/۶۰۲

تصاویر FESEM نمونه پودر اکسیدروی تهیه شده به روش سبز، کیتوسان و پوشش بسپاری اکسیدروی–کیتوسان تهیه شده در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. همانطور که در شکل ۲ (الف) دیده می‌شود، ساختار شش گوشی اکسیدروی به خوبی در نمونه مشاهده می‌شود که همراه با توزیع یکنواخت مکعبی و کروی شکل ذرات با اندازه میانگین حدود ۱۸۰ نانومتر است. شکل ۲ (ب)، نیز تصویر FESEM نمونه کیتوسان خالص تهیه شده از پوست میگو را نشان می‌دهد. شکل ۲ (ج)، نیز تصویر FESEM سطح یکنواخت و صاف نمونه پوشش بسپاری اکسیدروی–کیتوسان تهیه شده را نشان می‌دهد. حضور و نحوه پراکندگی عنصر روی و دیگر عناصر مربوطه در کیتوسان نیز در ساختار پوشش بسپاری شده نیز با آنالیز EDX-Map در شکل ۲ (د، ه) تایید شد.

الف)　　ب)　　ج)



د)

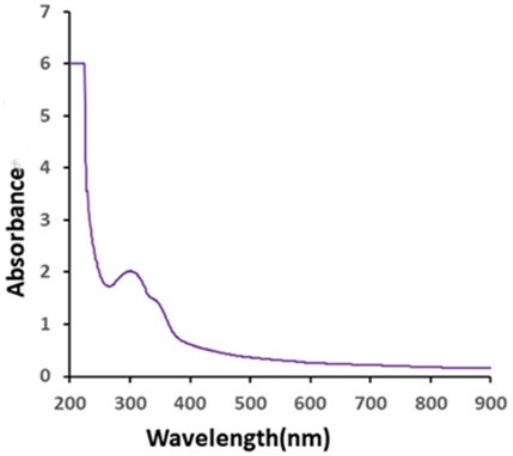


ه)

عنصر	Line Type	درصد اتمی
C	K series	۳۸/۱۳
O	K series	۳۵/۴۱
Ca	K series	۰/۷۰
N	K series	۰/۸۵
Zn	L series	۲۴/۹۵
مجموع		۱۰۰/۰۰

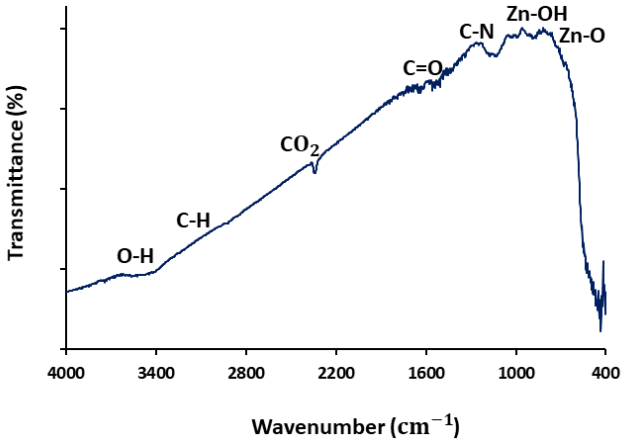
شکل ۲– تصاویر FESEM الف) نمونه اکسیدروی خالص، ب) کیتوسان خالص و ج) پوشش بسپاری حاوی نانوذرات اکسیدروی–کیتوسان، ه و د) EDX-mapping elemental نمونه پوشش بسپاری تهیه شده حاوی نانوذرات اکسیدروی–کیتوسان

شکل ۳، طیف جذبی پوشش بسپاری تهیه شده را نشان می‌دهد. نمونه دارای یک لبه جذب قوی در ناحیه۳۴۰–۳۱۵ نانومتر مربوط به گاف نواری اکسیدروی است و به عنوان یک جاذب پرتوهای فرابنفش درناحیه UVA عمل می‌کند[۸].



شکل ۳- طیف جذبی پوشش بسپاری اکسیدروی-کیتوسان

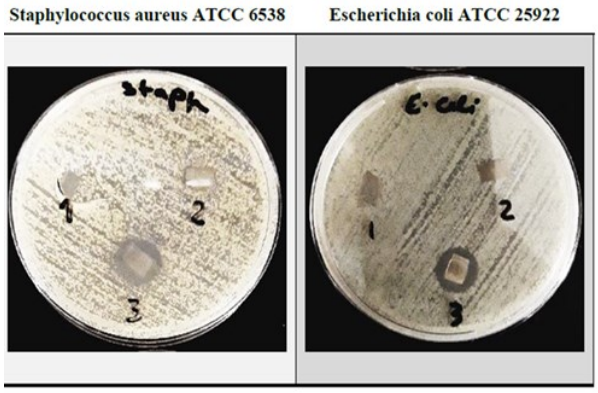
طیف FTIR پودر اکسیدروی تهیه شده با کمک عصاره پونه در شکل ۴ نشان داده شده است. همانطور که در شکل دیده می‌شود، نوارهایی در گستره ۶۰۰-۷۴۰ cm^{-1} مربوط به پیوند بین Zn-Oبه خوبی دیده می‌شود. نوارهای گستره ۹۱۳ cm^{-1} ۵۵۷ نیز مربوط به ارتعاشات کششی Zn-OH و نوار cm^{-1} ۱۰۸۹ مربوط به پیوند C-N به دلیل حضور عصاره و نوار cm^{-1} ۱۵۱۲ مربوط به گروه کربونیل C=O است است [۸]. نوار cm^{-1} ۲۹۶۴ نیز مربوط به ارتعاشات کششی پیوند C-H و گروه آلکیل‌ها است. قله‌های cm^{-1} ۳۴۰۰-۳۶۰۰ مربوط به ارتعاش‌کششی O-H و گروه هیدروکسیل است.



شکل ۴- طیف FTIR نانوذرات اکسیدروی تهیه شده به روش سبز

به منظور بررسی حساسیت به باکتری‌های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس،آزمایش ضدمیکروبی بر پوشش کیتوسان خالص (شماره ۱)، پوشش بسپاری حاوی نانوذرات اکسیدروی تجاری (شماره ۲) و پوشش بسپاری حاوی نانوذرات اکسیدروی تهیه شده به روش سبز در این پژوهش (شماره ۳) انجام شد. مطابق با شکل ۵ با اندازه گیری قطر هاله عدم رشد در اطراف دیسک‌ها، حساسیت باکتری مورد نظر به نمونه‌ها تعیین و در جدول ۱ گزارش شدند. همان طور که مشخص است ،پوشش بسپاری حاوی نانوذرات اکسیدروی تهیه شده با عصاره گیاه پونه، حساسیت بالایی به هر دو نوع باکتری نوع مثبت و منفی مخصوصا اشرشیاکلی نسبت به نمونه اکسیدروی تجاری نشان داده است که علت این امر می‌تواند وجود ترکیبات فنلی و هیدروکسیلی در نمونه و افزایش تخریب دیواره سلولی باکتری به دلیل نفوذ گونه‌های فعال و واکنش پذیر زینک، کربن-اکسیژن و ترکیبات هیدروکسیلی باشد. از طرف دیگر باکتری ای کلای، یک نوع گرم منفی است و رهایش یون‌های با بار مثبت (مانند یون مثبت روی) از ساختار ماده و برهم‌کنش آن با دیواره خارج سلولی باکتری سبب ایجاد یک میدان الکتروستاتیکی شده، در نتیجه می‌تواند برخی از فرآیندهای حیاتی باکتری را مختل نموده و باکتری‌ها را از بین ببرد[۱۴]. به هر حال ساز و کارهای دقیقی که به وسیله آن نانومواد رشد میکروبی را مهار می‌کنند، کاملا درک نشده است. به طور کلی در مورد ساز و کارهای احتمالی واکنش و فعل و انفعال‌های نانومواد با درشت‌مولکول بیولوژیکی، اعتقاد بر این است که نانومواد یون‌هایی را آزاد می‌کنند که با گروه تیول پروتئین‌های موجود بر سطح سلول باکتری‌ها واکنش می‌دهند. این قبیل پروتئین‌ها از غشاء سلولی باکتری به سمت بیرون برآمدگی داشته و موجب انتقال مواد غذایی از دیواره سلول می‌شوند. نانومواد این پروتئین‌ها را غی فعال کرده، نفوذ پذیری غشاء را کاهش داده و سرانجام باعث مرگ سلولی می‌شود[۱۴و۸]. در تحقیق مشابه اخیری پوشش‌های زیست تخریب پذیر شامل پلی ساکاریدهای کیتوسان و صمغ عربی همراه با نانوذرات اکسیدروی با استفاده از روش مخلوط سازی مستقیم تهیه و اثر طراوات و ماندگاری میوه آووکادو با استفاده از این پوشش بررسی شد. نتایج نشان دادند که این پوشش باعث حفظ طراوت و تازگی بیشتر این میوه ظرف ۷ روز در دمای اتاق نسبت به میوه بدون پوشش شده است[۱۵] اما بررسی‌های دیگر مانند اثرات ضد میکروبی و فیلترکنندگی پرتوهای فرابنفش بر این پوشش‌ها بررسی نشدند. در مقایسه این پژوهش انجام شده با

مطالعات اخیر می‌توان گفت که در بیشتر مطالعات انجام شده که شامل ترکیبات متفاوت است، اثرات ضد میکروبی و ضد آفتابی بر پوشش‌ها انجام نشده و فقط حفظ طراوات میوه‌ها بررسی می‌شود و یا فقط اثرات ضدمیکروبی نمونه‌ها بررسی می‌شود. اما در خصوص این پژوهش نمونه‌ها همراه با مواد اولیه کمتر و کاهش خطرآلودگی و سمیت همراه است و مطالعات تکمیلی برای حفظ ماندگاری و طراوت میوه‌های حساس مانند توت فرنگی توام با ویژگی ضد میکروبی و ضدآفتاب نیز در حال انجام است و نتیاج رضایت بخشی تاکنون مشاهده شده است که در بررسی‌های آینده گزارش خواهند شد.



شکل ۵- بررسی ویژگی ضدمیکروبی به روش انتشار دیسک بر روی پوشش‌ها

جدول ۲-قطر هاله عدم رشد اندازه گیری شده در آزمایش ضد میکروبی

نام نمونه	قطر هاله عدم رشد
باکتری اشرشیاکلی ATCC 25922	
۱	۰ میلی‌متر
۲	۲ میلی‌متر
۳	۱۴ میلی‌متر
باکتری استافیلوکوکوس اورئوس ATCC 6538	
۱	۰ میلی‌متر
۲	۲ میلی‌متر
۳	۱۳ میلی‌متر

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، ابتدا نانوذرات اکسیدروی به روش سبز با استفاده از عصاره گیاه پونه وحشی با موفقیت تهیه شدند و وارد ماتریس کیتوسان (مستخرج از پوست میگو) شد. تمام مراحل تهیه نانوذرات در دمای محیط انجام شده است و نیازی به دمای بالا ناست که باعث صرفه جویی در مصرف انرژی و مانع از تغییر در ماهیت مواد می‌شود.در واقع تهیه نانوذرات ZnO به روش سبز، روشی آسان‌تر و مقرون به صرفه‌تر از روش‌های دیگر است. با توجه به نتایج آزمایش‌های ضد میکروبی بر نمونه‌ها، مشاهده شد پوشش زیست بسپاری حاوی نانوذرات اکسیدروی، دارای حساسیت بالایی نسبت به باکتری‌های اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس هستند. افزون بر آن، مطالعات نوری نشان داد نمونه‌های تهیه شده جاذب پرتوهای فرابنفش هستند و می‌توانند به عنوان گزینه‌ای مناسب برای پوشش‌های ضدآفتاب نیز در محافظت مواد غذایی، محصولات کشاورزی و بهداشتی نیز در آینده به کار گرفته شوند.

تشکر و قدردانی:

نویسندگان این مقاله از حمایت‌های مالی بنیاد محترم ملی نخبگان کمال تشکر و قدردانی را دارند.

مراجع

[1] M.V. Sujitha, S. Kannan, “Green synthesis of gold nanoparticles using Citrus fruits (Citrus limon, Citrus reticulata and Citrus sinensis) aqueous extract and its characterization,” Spectrochemical Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 102, 15-23, 2013.

[2] S. Kaviya, J. Santhanalakshmi, B. Viswanathan, J. Muthumary, K. Srinivasan, “Biosynthesis of silver nanoparticles using Citrus sinensis peel extract and its antibacterial activity,” Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 79, 3, 594-598, 2011.

[3] A.M. Amanulla, R. Sundaram, “Green synthesis of TiO2 nanoparticles using orange peel extract for antibacterial, cytotoxicity and humidity sensor applications,” Materials Today: Proceedings, 8, 323-331, 2019.

[4] S. Alamdari, M.J. Tafreshi, M. Sasani Ghamsari, “The effects of indium precursors on the structural, optical and electrical properties of nanostructured thin ZnO films,” Materials Letters, 197, 94-97, 2017.

[5] M. Sasani Ghamsari, S. Alamdari, W. Han, H.H. Park, “Impact of nanostructured thin ZnO film in ultraviolet protection,” International journal of nanomedicine, 12, 207, 2017.

[6] S.R. Senthilkumar, T. Sivakumar, “Green tea (Camellia sinensis) mediated synthesis of zinc oxide (ZnO) nanoparticles and studies on their antimicrobial activities,” International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 6, 6, 461-465, 2014.

[7] T. Bhuyan, K. Mishra, M. Khanuja, R. Prasad, and A. Varma, “Biosynthesis of zinc oxide nanoparticles from Azadirachta indica for antibacterial and photocatalytic applications,” Materials Science in Semiconductor Processing, 32, 55-61, 2015.

[8] K. Ali, S. Dwivedi, A. Azam, Q. Saquib, M. S.Al-Said, A.A. Alkhedhairy, J. Musarrat, “Aloe vera extract functionalized zinc oxide nanoparticles as nanoantibiotics against multi-drug resistant clinical bacterial isolates,” Journal of colloid and interface science, 472, 145-156, 2016.

[9] AM. Awwad, MW. Amer, NM. Salem, AO. Abdeen, “Green synthesis of zinc oxide nanoparticles (ZnO-NPs) using Ailanthus altissima fruit extracts and antibacterial activity,” Chemistry International, 6, 3, 151-159, 2020.

[10] S. Alamdari, MS. Ghamsari, MHM. Ara, B. Efafi, “Highly concentrated IZO colloidal nanocrystals with blue/orange/ red three-color emission,” Materials Letters, 158, 202-204, 2015.

[11] S. Alamdari, M. Sasani Ghamsari, C. Lee, W. Han, M. Jafar Tafreshi, H. Afarideh, MH. Majles Ara, “Preparation and Characterization of Zinc Oxide Nanoparticles Using Leaf Extract of Sambucus ebulus,” Applied Sciences, 10, 10, 3620, 2020.

[12] PM. Rahman, VMA. Mujeeb, K. Muraleedharan, “Flexible chitosan-nano ZnO antimicrobial pouches as a new material for extending the shelf life of raw meat,” International journal of biological macromolecules, 97, 382-391, 2017.

[13] M. Bandeira, M. Giovanela, M. Roesch-Ely, D. M. Devine, J. da Silva Crespo, “Green synthesis of zinc oxide nanoparticles: A review of the synthesis methodology and mechanism of formation," Sustainable Chemistry and Pharmacy, 15, 100223, 2020.

[14] M. Heinlaan, A. Ivask, I. Blinova, HC. Dubourguier, A. Kahru, “Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO2 to bacteria Vibrio fischeri and crustaceans Daphnia magna and Thamnocephalus platyurus," Chemosphere, 71, 7, 1308-1316, 2008.

[15] K. Hai Le, M. Dac-Binh Nguyen, L. Dai Tran, H. P. Nguyen Thi, C. Van Tran, K. Van Tran, Hoai P.Nguyen Thi, N. Dinh Thi, Y. Soo Yoon, D. Duc Nguyen, D. Duc La, “A novel antimicrobial ZnO nanoparticles-added polysaccharide edible coating for the preservation of postharvest avocado under ambient conditions", Progress in Organic Coatings, 158 106339, (2021)

Nanomeghyas
www.nanomeghyas.ir
نانومقیاس

Green Synthesis of ZnO Nanocomposites Using *Wild Mentha pulegium* Extract for Packaging Appilication

F. Nasiri[1]; O. Mirzaee[1,*] S. Alamdari[2,3,], M.H. Majles Ara[3]**

1- Faculty of Materials and Metallurgical Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.
2- Faculty of Physics, Semnan University, Semnan, Iran
3-Applied Science Research Center(ASRC), Kharazmi University, Tehran, Iran

Abstract: In this study, zinc oxide (ZnO) nanoparticles were synthesized using *Wild Mentha pulegium* extract without the use of chemicals and then embedded in chitosan biopolymer. The optical, structural and morphological properties of the prepared ZnO were investigated by various characterization methods including UV-vis, XRD, EDAX, FTIR and FESEM measurements. The average size of ZnO nanoparticles was estimated to be 45.4 nm using the Debye Scherrer equation. Also, X-ray diffraction result showed that the synthesized sample has a wurtzite crystal structure without any additional or oxide peaks and it is consistent with previous reports. According to the results obtained from the EDX-Map measurement, the presence of Zn in the structure that was synthesized using the extract was confirmed. Also, the prepared transparent and biocompatible polymer coating showed good antibacterial and UV filtering properties for packaging applications.

Keywords: ZnO, Green synthesis, Extract, Antibacterial properties, Chitosan.

*Correspondent Author Email: o-mirzaee@semnan.ac.ir *Springer 2022 | volume9 | Issue 1 | pages 146-152*