



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

نانو ذرات ZnO بدست آمده از فرسایش با پالس های لیزر و ترکیب آن ها با فیبر های پنبه

ای : آماده سازی و مطالعه فعالیت های ضد باکتریایی

چکیده

یک روش رسوب گذاری ساده برای آماده سازی یک ترکیب ZnO با فیبر های پنبه ای از پراکندگی های آب و اتانول از نان ذرات ZnO که با استفاده از روش فرسایش با پالس های لیزر به دست آمده است، مورد استفاده قرار گرفته است. ساختار و ترکیب این نانو ذرات از انتشار ها و ترکیب های آماده شده به همین شکل، با استفاده از میکروسکوپ های الکترونی، انکسار اشعه ی X و طیف نگاری، مورد بررسی قرار گرفته است. این نانو ذرات و ترکیب های به دست آمده در سه میکروارگانسیم آسیب شناسی، توانستند فعالیت های ضد باکتریایی داشته باشند - باکتری های اشرشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس و انواع باکتری های باسیل. برای درک مکانیزم تاثیر باکتریایی نانو ذرات ZnO، تلاش هایی انجام شد. نشان داده شد که یون های روی و پروکسید های هیدروژن مسئول فعالیت های ضد باکتریایی این ذرات و این ترکیب ها نیستند و ویژگی های سطحی نانو ذرات نقش مهمی را در خاصیت های ضد باکتریایی اکسید روی ایفا میکند. ترکیب پیشنهاد شده از این نانو ذرات میتواند نقش مهمی را در فعالیت های ضد باکتریایی داشته باشد. ترکیب های پیشنهاد شده موادی امید بخش برای استفاده به عنوان بانداژ های ضد باکتریایی میباشد.

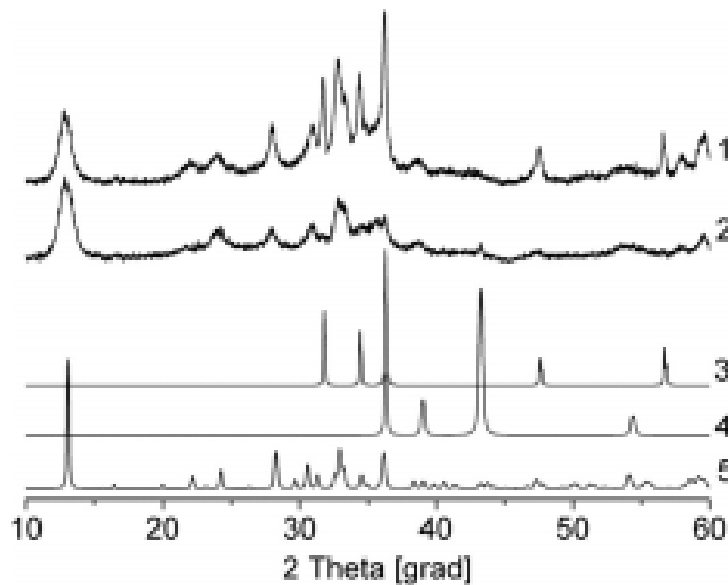
۱. مقدمه

ذرات در سایز نانو با خاصیت نیمه رسانایی به صورت گسترده در زمینه های مختلف مانند الکترونیک نوری، کاتالیز گر ها و سنسور ها مورد استفاده قرار میگیرند. یکی از این مواد نیمه رسانا ها با قسمت تهای عریض (باند تخلیه 3.37eV) با نام اکسید روی میباشد. یکی از کاربرد های بسیار امید بخش ماده ی ZnO، استفاده از آن در پزشکی میباشد. در میان عامل های ضد میکروبی، مواد آنتی بیوتیک در سایز نانو توجه بسیاری را به خودشان جلب کرده اند. آن ها پایداری بالایی داشته، فعالیت زیادی را در غلظت کم نشان میدهند و طول عمر پوسته ی آن ها بالا میباشد. اکسید

روی به عنوان یکی از مهم ترین عامل های آنتی بیوتیک غیر ارگانیک شناخته شده است. ZnO میتواند فعالیت های ضد باکتریایی و ضد قارچی بسیار قوی را از خودش نشان دهد. ZnO همچنین نسبت به باکتری هایی مانند اشرشیا کولی موجب افزایش حساسیت آنتی بیوتیکی میشود. به علاوه، این نانو ذرات در مقادیر pH ۷ تا ۸ فعالیت قوی دارند که برای استفاده در آب برای شستن و نوشیدن نیز مناسب میباشد. اما با وجود فراوان بودن تحقیقات در این زمینه، مکانیزم فعالیت آنتی باکتریایی این اکسید روی، هنوز به صورت کامل درک و بررسی نشده است.

میتوان از نانوذرات ZnO برای اهداف ضد عفونی کردن نه تنها به صورت پراکنده کردن بلکه به صورت بخشی از مواد مختلف استفاده کرد، به عنوان مثال میتوان از آن به عنوان یک پر کننده برای لایه های پلیمری یا به عنوان یک پوشش استفاده کرد. مواد مختلفی که با استفاده از ZnO پوشش یافته اند تا کنون گزارش شده اند، از جمله پلیمر ها، نانو فیبر ها، ابریشم، فیبر های پشمی و فیبر های پنبه ای. به نظر میرسد که بانداژ های ضد میکروبی بر اساس مواد مختلف که با استفاده از این نانوذرات ZnO پوشش یافته اند میتواند در کاربرد های ضد عفونی و پزشکی، کاربرد های بسیار زیادی داشته باشند. فیبر های پنبه ای در این زمینه کاربرد های بسیار زیادی دارند، مانند ترکیب طبیعی فیبر ها، ضد حساسیت بودن آن ها و دسترسی بالا به آن ها، همچنین همین که این فیبر ها نسبت به هوا نفوذ پذیر هستند، میتواند یکی از فواید آن ها باشد. از این رو، این مواد برای بانداژ های پوشش یافته با استفاده از ZnO بسیار جذاب هستند.

روش مورد استفاده برای به دست آوردن ترکیب های فیبر های پنبه با ZnO یکی از رایج ترین روش های مورد استفاده برای ترکیب در محل بر روی سطح فیبر میباشد. نیترات های روی، استات روی، و سولفات روی معمولا به عنوان منبع روی مورد استفاده قرار میگیرد. همچنین تحقیقاتی در حال اجرا است که در آن ZnO های از قبل تهیه شده بر روی فیبر های پنبه از انتشار های روی، رسوب داده میشود و از روش درمان پد - خشک یا رسوب لایه به لایه استفاده میشود. به نظر ما، استفاده از انتشار های ذرات نانو از قبل تهیه شده برای به دست آوردن فیبر های پنبه ای همراه با ZnO روش بسیار جالب تری، از نقطه نظر کاربردی میباشد زیرا این روش نیازمند کنترل دقیق شرایط مشابه با شرایط ترکیب در محل، نمیشود.



شکل ۱ .

یکی از مهم ترین مشکلاتی که در زمینه ی استفاده از نشر های نانو ذرات برای کاربرد های زیستی و پزشکی وجود دارد، خلوص مواد میباشد. تثبیت کننده ها و دیگر مواد افزودنی معمولا برای به دست آوردن انتشار های نانو ذرات مورد استفاده قرار میگیرد. اما این مواد میتوانند بر روی ویژگی های ترکیب های به دست آمده تاثیر داشته باشد. بعضی از نویسندگان پیشنهاد میکنند که از ترکیب های سبز برای به دست آوردن نانو ذرات ZnO بدون سم، امن و زیست سازگار با استفاده از تکنیک های موافق محیط زیست با استفاده از عامل های زیست ارگانیک از گیاهان، استفاده کنیم. ما پیشنهاد میکنیم که نشر نانو ذرات ZnO را با استفاده از روش فرسایش پالس های لیزری (PLA) به دست بیاوریم. این روش به ما این امکان را میدهد تا این نانو ذرات را به گونه ی نشر پایدار در مایعات خالص، بدون استفاده از مواد افزودنی شیمیایی، به دست بیاوریم که این موضوع برای کاربرد های بعدی این مواد در پزشکی ، اهمیت بسیار زیادی دارد. همچنین، ما پیشنهاد میکنیم که از روش های ساده ی رسوب گذاری نانو ذرات ZnO از نشر های آن بر روی سطح فیبر های پنبه استفاده کنیم که روش های ساده و ارزان هستند.

از این رو، هدف این کار آماده سازی نانوذرات ZnO در مایع با استفاده از روش فرسایش پالس های لیزری ؛ به دست آوردن ترکیب های فیبر پنبه و ZnO ، مطالعه ی فعالیت های ضد باکتری نشر و ترکیب و بررسی مکانیزم نانوذرات ZnO از نظر تاثیرات باکتریایی، میباشد.

شکل ۱ الگو های XRD برای نانوذرات ZnO که با استفاده از فرسایش لیزر در آب (۱) و اتانول (۲) به دست آمده است؛ الگو های انکسار از ممرکز بین المللی برای داده های انکسار به دست آمده است: (۳) ZnO، عدد گروه فضایی ۱۸۶، PDF Card ۰۰-۰۳۶-۱۴۵۱؛ (۴) عدد گروه فضایی Zn ۱۹۶، PDF Card ۰۰-۰۰۱-۱۲۴۴؛ (۵) $Zn(CO_3)_2(OH)_6$ ، عدد گروه فضایی ۱۲

۲. مواد و روش ها

۲.۱ آماده سازی و توصیف نشر نانو ذرات ZnO

نشر نانوذرات با استفاده از فرسایش پالس های لیزری به دست آمده است که در مقاله های قبلی توصیف شده است. روی فلزی هدف (۹۹,۹٪) در یک مجرای سیلندری شیشه ای با حجم ۵۰mL قرار گرفته است. دو محلول خالص از کولوئید ها مورد استفاده قرار گرفته است: آب مقطر و اتانول. تابش های هارمونیک های مبنایی Nd : YAG (s-۲۱۳۲UTF, LOTIS TII, Belarus) Laser در این قسمت مورد استفاده قرار گرفته است (طول موج ۱۰۶۴nm، مدت زمان پالس ها ۷ns، انرژی پالس های ۲۰۰mJ، نرخ تکرار پالس ها ۱۵ هرتز). این تابش توسط لنز های کانون کوتاه با کانون F= ۵۰mm بر روی سطح هدف از طرف شفاف راکتور شیشه ای، متمرکز میشود. برای به دست آوردن یک تابش یکسان بر روی هدف، این لیزر در صفحه ی XY جابجا میشود که نسبت به محور نوری عمود میباشد و این انتقال ها از طریق دو بازوی خطی، ۱۰۰-۱۷۳MT انجام میشود. مدت زمان کلی تابش نیز ۳۰ دقیقه است. غلظت نشر روی در انتها، بر مبنای کاهش وزن Zn اندازه گیری شد و در بازه ی $0,6-0,5 \text{ gL}^{-1}$ بود.

نانو ذرات به دست آمده با رسوب گذاری روی فیبر های کربن بر روی یک شبکه ی مسی بررسی شده و سپس با استفاده از میکروسکوپ های الکترونی، ۱۲ CM، انکسار اشعه ی X با ۶۰۰۰ XRD، مورد بررسی قرار گرفتند. مساحت سطحی BET با استفاده از تحلیل کننده ی جذب گازی TriStar II ۳۰۲۰ مورد بررسی قرار گرفت. pH نمونه های مایع در دمای ۲۳ درجه نیز با استفاده از یک pH سنج با نام MI-۱۵۰ pH-اندازه گیری شد. غلظت Zn^{2+}

با حجم سنجی های نواری با استفاده از P-λnano، یک پتانسیوستات/گالوانوستات اندازه گیری شد (۳ الکتروود، Ag/AgCl با ۱M KCL، صفحه ی Pt و سیلندر شیشه ای کربنی). قبل از تست های حجم سنجی ذرات ZnO، این ذرات از محلول جدا شدند.

۲,۲ آماده سازی ترکیب های فیبر / نانو ذرات ZnO

یک تکه از فیبر های پنبه ای (با تراکم 110 g m^{-2}) با سایز $10 \times 10 \text{ cm}$ بر روی نگهدارنده های سوزندی، گسترش داده شده بود. نشر ZnO ها (در آب یا اتانول) بر روی این فیبر ها با استفاده از پیپت اعمال شد تا زمانی که کل این تکه ی فیبر پنبه ای مرطوب شده بود. سپس این فیبر ها در حالت صاف با استفاده از یک گرم کننده با دمای ۵۰ درجه، خشک شد. روند مرطوب سازی و خشک سازی تکرار شد تا بتوان به غلظت مورد نظر از نانو ذرات ZnO در هر سانتی متر مربع دست پیدا کرد. برای حفظ کردن پوشش تکه ی فیبر های پنبه ای و همگن بودن آن، این فیبر هر مرتبه، پشت و رو میشد. ترکیب های فیبر پنبه و نانو ذرات ZnO با این غلظت ها آماده شدند :

0.06; 0.08; 0.1; 0.2; 0.4; 0.6; 1 mg cm^{-2}

۲,۳ توصیف ترکیب

میکروگراف های نوری با استفاده از روش مولتی اسکوپ، از این ترکیب ها به دست آمد. استفاده از میکروسکوپ الکترونی پویشی از نوع Quanta ۲۰۰ ۳D با توان 20 kV داده های زیادی را در اختیار ما قرار داد. ویژگی های لومینسانس طیفی این مواد نیز با استفاده از یک طیف سنج نوری Cary ۱۰۰، و طیف سنجی فلورومتری نیز با استفاده از دستگاه CM ۲۲۰۳ به دست آمد. میزان جذب این ترکیب ها نیز در ناحیه ی طیفی $200\text{-}900 \text{ nm}$ مورد بررسی قرار گرفت، و خاصیت فلورسانس آن نیز در ناحیه ی طیفی $220\text{-}820 \text{ nm}$ مورد بررسی قرار گرفت. یک واحد با گوی نور سنجی انعکاسی انتشاری نیز برای ثبت کردن طیف جذب این ترکیب مورد استفاده قرار گرفت. اندازه گیری

های انجام شد در مقایسه با یک فیبر پنبه ای خالی، انجام شده است. یک واحد برای نمونه های صلب با حالت هندسی انعکاسی برای به دست آوردن طیف فلورسانس و طیف تهییج فلورسانس، مورد استفاده قرار گرفت.

۲,۴ مطالعه ی فعالیت هیا ضد میکروبی نشر ذرات

برای آزمایش های ضد میکروبی، E.Coli، یک باکتری گرم منفی به عنوان مهم ترین ارگانیسم هدف مورد استفاده قرار گرفته است. کشت این باکتری از نوع B-۶۹۵۴ از میکروارگانیسم های مجموعه‌ی روسیه به دست آمده است. تمام مواد در اتوکلاو، قبل از آزمایش ضد عفونی شده است. بستر گوشت گوسفندی برای کشت باکتری ها در دمای ۳۷ درجه بر روی یک لرزش دهنده ی مداری با نرخ چرخش ۲۰۰rpm، مورد استفاده قرار گرفته است. تعداد باکتری ها بعد از کشت به 2×10^9 CFU (واحد شکل گیری کلونی) در هر mL در ۲۴ ساعت رسید.

آزمایش ها با استفاده از نمونه های مدل مایع، برای بررسی مکانیزم های احتمالی فعالیت های ضد باکتریایی در نانو ذرات ZnO، انجام شد. یک لایه ی سطحی از انتشار ZnO بر روی آب از طریق سانتریفیوژ با دور ۲۱۰۰rpm به مدت ۶۰ دقیقه با استفاده از Allegra ۶۴R به دست آمد. پودر های ریز ZnO، ZnCl_۲ و H_۲O_۲، که از Sigma-Aldrich به دست آمده بودند، در سطح عامل ACS قرار داشتند و بدون خالص سازی بیشتر، مورد استفاده قرار گرفتند. غلظت نمونه های حاوی روی برای یون های روی II مورد بررسی قرار گرفت.

دوز های ۴,۵mL از انتشار ها در لوله های استریل قرار گرفت. ۰,۵ml از کشت باکتری ها که پیش از این در بستر های گوشت گوسفند رقیق شده بودند و به غلظت 30×10^6 CFU/mL رسیده بودند، به این ترکیب اضافه شدند.

ازین رو، غلظت نهایی باکتری ها در این نشر ها به صورت 3.0×10^5 CFU/mL بود. این نمونه ها در یک انکوباتور

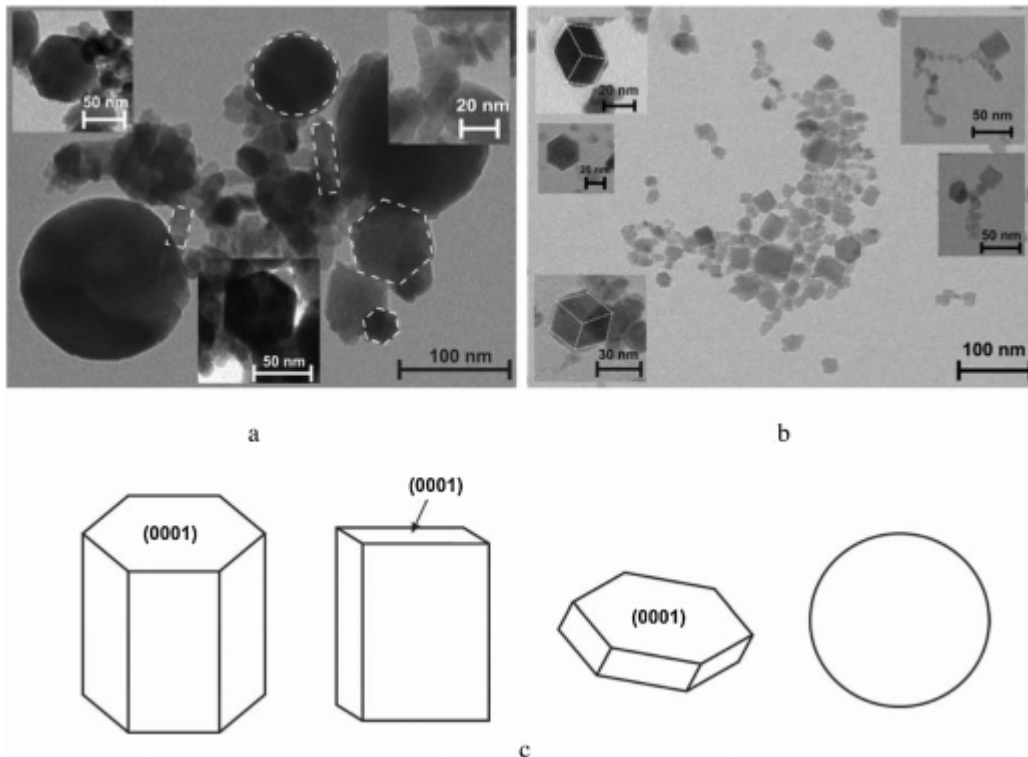
با دمای ۳۷ درجه کشت داده شدند و به مدت ۵ دقیقه بدون تحریک و سپس ۲۴ ساعت، باقی ماندند. سپس، دوز

های ۱ mL در ۹mL از ۰,۹% NaCl رقیق شده و به صورت کامل ترکیب شدند. این رقیق سازی ها تکرار شد.

ترکیب های به دست آمده (۰,۱mL) بر روی ظرف های منفرد پتری با استفاده از اندو آگار، رسوب داده شدند. سپس

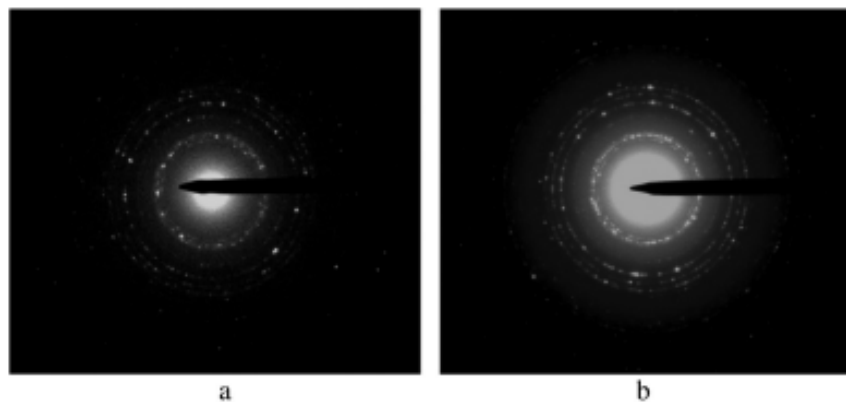
این نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه قرار گرفتند و تعداد کلونی های رشد یافته شمارش شده و با نمونه

های کنترل مقایسه شدند.



شکل ۲ تصویر های TEM برای نانو ذرات ZnO با استفاده از فرسایش لیزر پالسی در آب (a) و اتانول (b) ؛ (C)

فرم های احتمالی کریستال های ZnO



شکل ۳ الگو های SAED برای ذرات ZnO از نشر در آب (a) و اتانول (b)

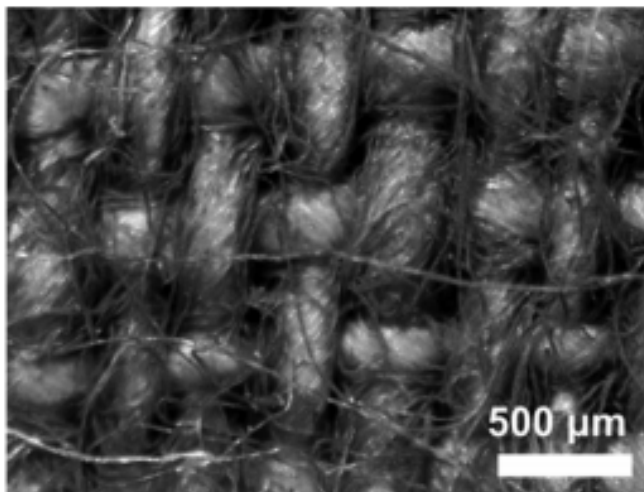
همین آزمایش با استفاده از نشر نانو ذرات از فلز های مختلف نیز انجام شد. غلظت نهایی باکتری ها به صورت

بود. $3-6 \times 10^2$ CFU/ml

۲,۵ مطالعه ی فعالیت های ضد میکروبی ترکیب

باکتری E.coli به آگار های گوشت گوسفندی ذوب شده ی استریل، در دمای ۴۰ درجه اضافه شد. این محلول استریل و خالص شده و سپس در ظرف ها (۲۰mL در هر ظرف) قرار گرفت و سه نمونه از ترکیب های فیبری (۱۰ X ۱۰ mm) در هر کدام از این محلول ها قرار گرفت . ازین رو کل نمونه در تماس با آگار قرار داشت (زمانی که ما نمونه ها را بر روی محیط های کشت قرار دهیم، با تمام محیط تماس مناسب نخواهد داشت، ازین رو تصمیم گرفته شد تا فیبر های به دست آمده را در نمونه های ذوب شده قرار دهیم). تعداد نهایی باکتری ها که در این محلول قرار داشت، 10^5 CFU mL^{-1} بود. ظرف هایی که در آن ها کشت های صلب وجود داشتند در دمای ۳۷ درجه ی سانتی گراد انکوبه شدند. پنج ظرف پتری با سه نمونه برای هر نوع در این آزمایش ها مورد استفاده قرار گرفت . ناحیه ی منع با استفاده از فرمول زیر به دست آمد:

$$W = (T - D)/2,$$



شکل ۴ میکروگراف های نوری برای فیبر های پنبه ای خالی

که در آن فرمول، W نشان دهنده ی عرض ناحیه ی خالی باzdاری، بر اساس میلیمتر ؛ T قطر کلی ناحیه ی باzdاری بر اساس mm و D نیز سایز نمونه بر اساس mm میباشد.

دو باکتری دیگر نیز برای ارزیابی تاثیر ضد باکتریایی از ترکیب های فیبر های نانو ذرات ZnO مورد استفاده قرار گرفت : استافیلوکوک اورئوس (گرم مثبت) و Bacillus subtilis (گرم مثبت، تشکیل اسپور). این باکتری ها با استفاده از پروتکل های بیان شده مشابه باکتری E.Coli کشت شده و رقیق سازی شدند.

همین آزمایش ها با استفاده از نمونه های فیبر های پنبه ای نیز آغشته شده (بر اساس روندی که در بالا توصیف شد) به دیگر مایعات نیز انجام شد تا بتوان مکانیزم تاثیر های آنتی باکتریایی ZnO را شناسایی کرد. اولین مدل از نوع فیبر های پنبه ای همراه با ذرات میکرو ZnO از نشر آب از پودر های ZnO بررسی شد (Sigma-Aldrich)، و غلظت های مشابه با نشر های نانو ذرات ZnO در این آزمایش ها استفاده شد. مدل دوم مورد استفاده، فیبر ها همراه با لایه های سطحی از روی بود . مدل سوم نیز ترکیب های $ZnCl_2$ در ترکیب با فیبر های پنبه ای بود که از محلول های کلورید روی II با غلظت جرمی مشابه روی در قسمت نشر نانو ذرات ZnO، انجام شد.

۳. نتایج و مباحث

۳,۱ توصیف نانوذرات ZnO

نشر های ZnO مشابه در آب و اتانول در کار های قبلی توصیف شده است. XRD نشان داده است (شکل ۱) که ذرات از نشر در آب شامل ZnO و $Zn(CO_3)_2(OH)_6$ میباشد و پودر های به دست آمده از اتانول نیز تنها شامل ZnO (۹۹٪) بوده و اندکی نیز روی فلزی دارد. در کار فعلی، تمام نشر ها بعد از آماده سازی توسط حباب های هوا، هوارسانی شده اند (۱۵ دقیقه، جریان هوای $1-3 \text{ Lmin}^{-1}$) ، تا بتوان روند اکسیژن دار شدن را شبیه سازی کرد تا یک فاز شش وجهی ZnO را به دست آورد.

شکل ۲a نیز نشان دهنده ی تصویر های TEM از نانوذراتی است که به دست آمده است. همانطور که میتوانید مشاهده کنید، این ذرات ZnO در نشر های آب ، در مقایسه با نشر های اتانول ، تجمع قوی تری دارد. همچنین مشاهده شده است که نانوذرات دارای شکل های مختلف هستند که در محلول های متفاوت به دست آمده است. به خوبی مشخص شده است که حالت های کریستالیت های ZnO مبتنی بر شرایط ترکیب میباشد. در کار انجام شده در مرجع ۳۱ ، نویسندگان میله های شش ضلعی و صفحه های شش ضلعی را به دست آوردند (شکل ۲c ، ساختار

های اول و سوم از سمت چپ به راست) ، و بلوکه بندی های نسبی از (۰۰۰۱) در کریستال های ورتزیت انجام شده بود که موجب تغییر در روند شکل گیری کریستال ها شد. با استفاده از همین روش، نویسنده های مرجع شماره ۳۲، چهار ساختار مختلف از کریستالیت های ZnO را به دست آوردند که شامل صفحه های مربعی صاف، ساختار دوم از سمت چپ به سمت راست در شکل ۲c، بود. ذرات اکسید روی به صورت کروی را هم میتوان در طول روند پرولیز پاششی یا روند های رسوب بخار، مشاهده کرد. در مورد فرسایش پالس های لیزری، حداقل سه فرم از کریستالیت ها در نمونه هستند که در آب به دست آمده اند (شکل ۲a). شکل های کروی کریستالیت ها در این نمونه ها بیشترین سایز را در میان دیگر نمونه ها دارند (تا حدود ۱۵۰ nm). شکل های شش وجهی رایج ترین شکل های یکنواخت از نظر سایز میباشند ؛ آن ها قطر هایی از ۵۰ تا ۸۰nm را دارند. ریز ترین ساختار های نیز ساختار های میله ای هستند که عرض آن ها از ۱۰ تا ۳۰nm بوده و طول آن ها نیز به ۷۰nm میرسد. ذرات نانوی ZnO به دست آمده از اتانول نیز شکل های کاملاً متفاوتی دارند. آن ها بیشتر شامل صفحه های مربعی صاف هستند که سایز آن ها بین ۱۰ تا ۶۰nm میباشد (شکل ۲b). میتوان در این ساختار ها شکل های شش وجهی را هم مشاهده کرد اما هیچ اطمینان قوی وجود ندارد که حتماً شکل های شش وجهی دیده شود ؛ آن ها ممکن است تنها صفحه های ضخیم تر و ترکیب شده از مربع های صاف باشند که به شکل شش وجهی دیده میشوند (شکل ۲b). به دلیل این که فرسایش لیزر به صورت پالسی در غیاب هر افزودنی شیمیایی انجام شده است ، شکل گیری این ساختار ها را تنها میتوان به دلیل تعامل های بین مواد هدف با محلول تحت تابش، دانست. این موضوع فراتر از حوزه ی بررسی این مطالعه بوده و نیازمند تحقیقات بیشتر میباشد.

شکل ۳ نشان دهنده ی انکسار الکترون در ناحیه ی انتخاب شده (SAED) برای آگلومرات های ZnO ، الگوها را نشان میدهد. این الگوها از نوع پلی کریستالین هستند و هفت حلقه روشن متعلق به ورتزیت های ZnO (جدول ۱) میباشد. از این رو، حباب دهی های اضافه در اکسیداسیون های کامل از ذرات بر روی اکسید روی را ایجاد کرده است . مساحت سطحی BET از پودر های نانوی ZnO که به دست آمده است، به صورت ۱۹,۳ و $25,9 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ برای نمونه ها از آب یا اتانول به ترتیب میباشد.

جدول ۱ نتایج انکسار سطح انتخاب شده (SAED) و پارامترها از دیتابیس های ۴-PDF کریستالوگرافیک

توصیف	شدت	HKL	D_{PDF}	D_{SAED}
ZnO wurtzite type	57	100	2.8143	2.83768
PDF Card #00-036-1451	44	002	2.6033	2.62241
Space group P63mc (186)	00	101	2.4759	2.469152
Lattice constants:	23	102	1.9111	1.920452
$a = b = 3.250 \text{ \AA}$, $c = 5.207 \text{ \AA}$,	32	110	1.6247	1.639006
$\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$	29	103	1.4771	1.485349
	23	112	1.3782	1.387772

۳,۲ توصیف ترکیب های نانو ذرات ZnO و فیبر های پنبه ای

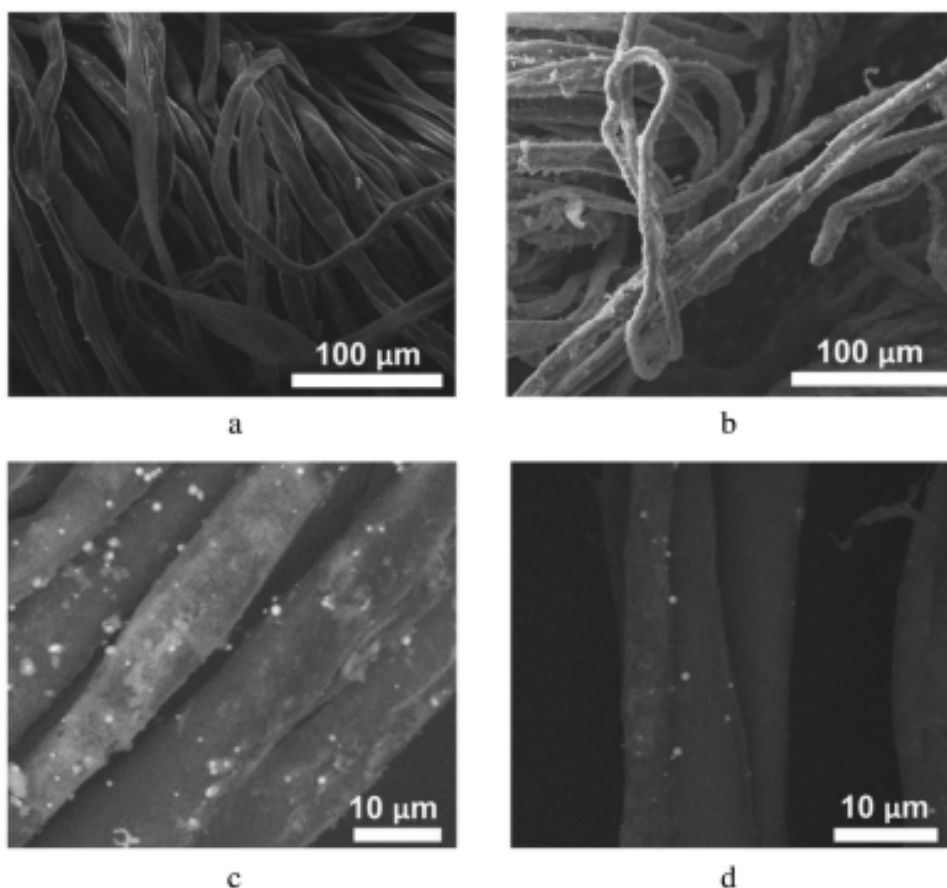
یک میکروگراف نوری از فیبر های پنبه ای در شکل ۴ نشان داده شده است. این فیبر ها شامل هر فیبر هستند که دسته هایی (حدود 250 um) را با گره های ساده در جهات عمودی، ایجاد میکنند.

تصویر های SEM در تصویر $5a$ تا d نشان دهنده ی دسته های مختلف بدون ZnO و دسته هایی از ترکیب های نانوذرات ZnO و فیبر های پنبه با غلظت های مختلف از ZnO میباشد که از نشر های آب با استفاده از PLA به دست آمده است. ذرات اکسید روی و آگلومرات های آن بر روی فیبر های پنبه قرار میگیرند، که این موضوع به صورت واضح از تصویر های SEM با کنتراست Z (تصویر $5c$ و d) دیده میشود، که در این قسمت اتم های سنگین تر از فلز نسبت به فیبر، درخشش بیشتری دارند. به خوبی مشخص است که درجه ی پوشش مبتنی بر غلظت نانوذرات ZnO رسوب یافته، میباشد. اما دیده شده است که در تمام موارد، پوشش فیبر ها توسط نانوذرات و آگلومرات ها به خوبی یکنواخت میباشد.

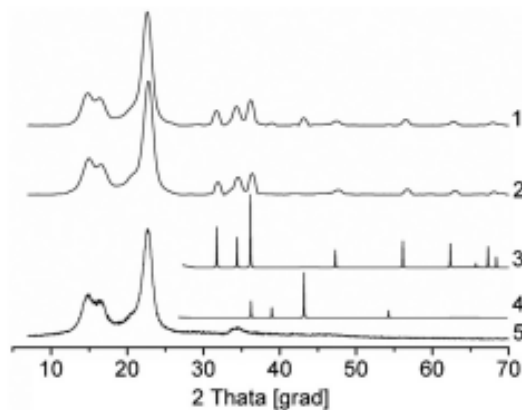
این ترکیب با استفاده از روش های XRD مورد بررسی قرار گرفته است (شکل ۶). انعکاس ها در زاویه زیر 25 درجه متعلق به اجزای موجود در فیبر ها میباشد. میتوان مشاهده کرد که اکسید های II روی مهم ترین فاز کریستالی در نمونه ها بعد از رسوب دهی بر روی فیبر های پنبه ای از آب و اتانول میباشد. علاوه بر این، فقط همین فاز در نمونه ها با اغشته کردن به نشر های آبی، به دست آمده است. حدود ۶ درصد از Zn های شش وجهی بر روی سطح ترکیب ها در زمان استفاده از نشر های اتانول، میباشد. احتمالاً، Zn های فلزی در مرکز ذرات ZnO قرار دارند که به صورت کامل اکسید نشده اند. میانگین سایز کریستال ها در اکسید های روی، $13-15 \text{ nm}$ میباشد اما برای روی فلزی، این

سایز به مقدار 24nm میباشد. این موضوع میتواند یک مدرک غیر مستقیم از این حقیقت باشد که مرکز بزرگترین ذرات شامل روی های غیر اکسید میباشد.

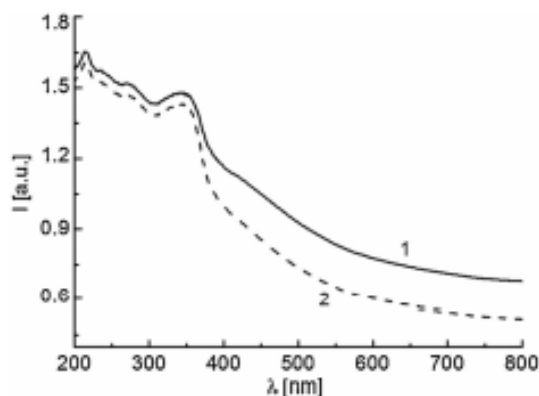
حضور اکسید روی نیز با استفاده از داده های به دست آمده از طیف سنجی جذب، (شکل ۷) و طیف سنجی فلورسانس با استفاده از UV (شکل ۸) تایید شده است. بنابراین، طیف جذب ترکیب های ZnO و فیبر ها (شکل ۷) به خوبی نشان دهنده ی پیک تحریک جذب در 360nm میباشد که مشابه با نمونه های به دست آمده در مرجع شماره ی ۲۷ میباشد.



شکل ۵ داده های SEM برای فیبر های خالی پنبه (a) و ترکیب های نانو ZnO / فیبر ها (c-d) با محتویات ZnO با مقدار 1 mg cm^{-2} (b,c) ، $0,1\text{ mg cm}^{-2}$ ، تصویر های (a) و (b) با استفاده از الکترون های ثانویه جمع آوری شده است و (c) و (d) نیز با استفاده از الکترون های پس انتشار یافته (حالت کنتراست Z) به دست آمده اند.



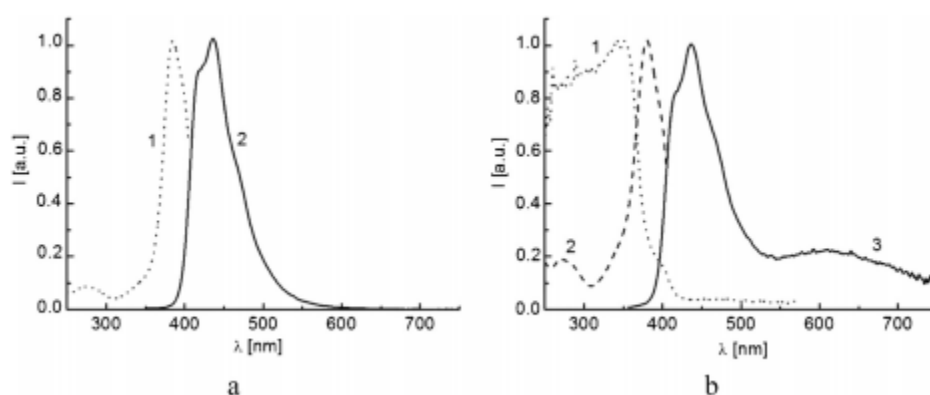
شکل ۶ تصویر های انکسار اشعه ی X از ترکیب های ZnO و فیبر های کتون که از آب (۱) و اتانول (۲) به دست آمده است ، همچنین نمودار های انکسار اشعه ی X از دیتابیس مرکز بین المللی اطلاعات انکسار برای ZnO ، wurtzite #00-036-1451 (3) ، Zn #00-001-1244 (4) و نمودار های انکسار فیبر های خالی پنبه نیز در این تصویر نشان داده شده است.



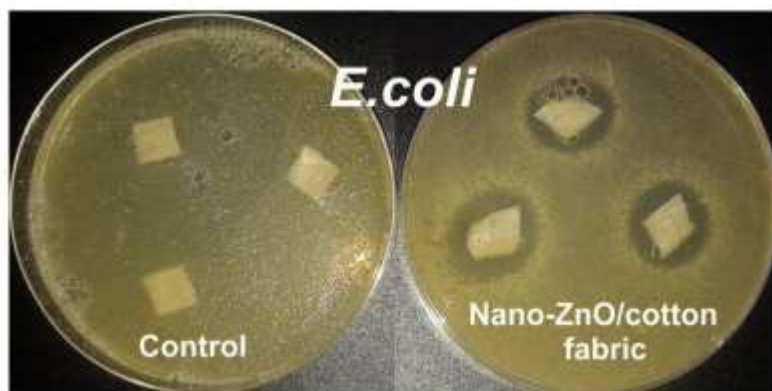
شکل ۷ . طیف جذب ترکیب های ZnO و فیبر ها که از نشر های آب (منحنی ۱) و اتانول (منحنی ۲) به دست آمده است، محتویات Zn نیز به مقدار 0.6 mg c^{-2} میباشد.

طیف فلورسانس و تهییج فلورسانس میتواند اطلاعات بیشتری را در اختیار ما قرار دهد (شکل ۸). فیبر های خالی پنبه ای دارای پیک نشر با بیشترین مقدار در 430 nm ($\lambda_{\text{excitation}} = 310 \text{ nm}$) میباشدند. مطالعه ی طیف تهییج فلورسانس در طول ثبت 450 nm نشان داد که این فلورسانس توسط ماده ای با بیشترین جذب در 380 nm ایجاد شده است. این ویژگی های طیفی از پنبه های خالی متعلق به سفید کننده هایی هستند که در تولید پنبه مورد

استفاده قرار گرفته است. بعد از رسوب دادن نانوذرات در بروی فیبر ها، پیک 640 nm ظاهر میشود که متعلق به لومینسانس ZnO در حالت نقصانی میباشد. با استفاده از گزارش های فلورسانس با نشر ثبت شده ی 640 nm ، مشخص شد که این تشعشع متعلق به جذب در 360 nm میباشد. و ای جذب نیز متعلق به ZnO میباشد. ازین رو این اطلاعات تایید میکنند که درجه ی بالایی از کاهش وجود دارد. همانطور که در مرجع شماره ی ۲۷ بیان شده است، نشر ZnO که در بالا بیان شده است، به شدت مطلوب میباشد زیرا میتوان برای نشر نور و برچسب گذاری های فلورسانس در کاربرد های پزشکی، از آن ها استفاده های مختلفی کرد.



شکل ۸ طیف های تهییج فلورسانس ($\lambda_{\text{emission}} = 630 \text{ nm}$) منحنی ۱، ($\lambda_{\text{emission}} = 430 \text{ nm}$) منحنی ۲ و طیف نشر فلورسانس ($\lambda_{\text{excitation}} = 310 \text{ nm}$) منحنی ۳ برای پنبه های خالی (a) و ترکیب های نانو ZnO و پنبه، که از نشر اتانول (b) به دست آمده است



شکل ۹ تصویر های نمونه های کشت یافته با باکتری E.Coli بعد از ۲۴ ساعت ؛ نمونه ی کنترل از فیبر های پنبه ی خالی ؛ ترکیب های نانو ZnO و فیبر پنبه (0.2 mg cm^{-2}) که از نشر آب به دست آمده است.

۳,۳ مطالعه ی فعالیت های ضد باکتریایی نشر ذرات

فعالیت های ضد باکتریایی ZnO از نشر آب در راستای آب مقطر در تست های موازی، بررسی شده است و این کار همراه با مقایسه با نانو ذرات فلز های نجیب (Au,Pt,Ag) که از PLA به دست آمده است مقایسه شده است. جدول ۲ نشان دهنده ی نتایجی است که در این تست ها به دست آمده است. میتوان از این نتایج مشاهده کرد که نشر های ZnO که از آب به دست آمده است، تاثیر ضد باکتریایی ۱۰۰٪ را تحت شرایط آزمایش ایجاد میکنند. نانوذرات نقره نیز عامل ضد باکتریایی قوی هستند اما قدرت فعالیت آن ها کمتر است.

۳,۴ فعالیت های ضد باکتریایی در ترکیب های نانو ذرات ZnO و فیبر ها

ناحیه ی منع (یک ناحیه از منع)، ناحیه ای اطراف نمونه ها است که باکتری ها به اندازه ی کافی رشد نکرده اند که دیده شوند. در شکل ۹، تصویر هایی از این ناحیه ی منع برای نمونه ی کنترل و ترکیب های نانوذرات ZnO و فیبر ها دیده میشود. در این قسمت میتوان دید که در غیاب شرایط حاوی Zn، فیبرهای پنبه کاملاً توسط کلونی هایی از باکتری E.Coli پوشیده شده است. همچنین میتوان مشاهده کرد که ناحیه ی منع اطراف ترکیب های نانوذرات ZnO و فیبر ها ایجاد شده است. ازین رو میتوان گفت که نانوذرات به دست آمده از جنس ZnO با استفاده از فرسایش لیزری بر روی فیبر های پنبه، موجب کشته شدن باکتری ها یا منع رشد آن ها میشود.

شکل ۱۰ نیز نشان دهنده ی وابستگی سایز ناحیه ی منع بر روی غلظت نانوذرات ZnO در ترکیب میباشد. در این قسمت میتوان مشاهده کرد که تاثیر ضد باکتریایی تنها بعد از افزایش در غلظت ZnO تا 0.1 mg cm^{-2} برای ترکیب های به دست آمده از نشر آب و اتانول، ایجاد میشود. همچنین باید به این نکته اشاره کرد که رشد سریع ناحیه ی منع از نظر قطر، در کمترین غلظت اکسید، توسط افزایش کند در طول رشد محتویات ZnO جایگزین میشود.

به طور عمومی، ترکیب های به دست آمده از نشر اتانول نشان دهنده ی نواحی منع بزرگتر نسبت به نمونه های به دست آمده از نشر آب میباشد در هر دو مورد، ترکیب های سطوح از نانوذرات مشابه هستند (روی فلزی در مرکز ذرات در نشر اتانول دیده میشود که با باکتری ها تعاملی ندارد). به همین دلیل پیشنهاد میشود که تحرک نانوذرات میتواند تفاوت هایی را ایجاد کنند. این تحرک مرتبط با سایز آگلومرات ها و مقاومت تثبیت ذرات بر روی سطح فیبر

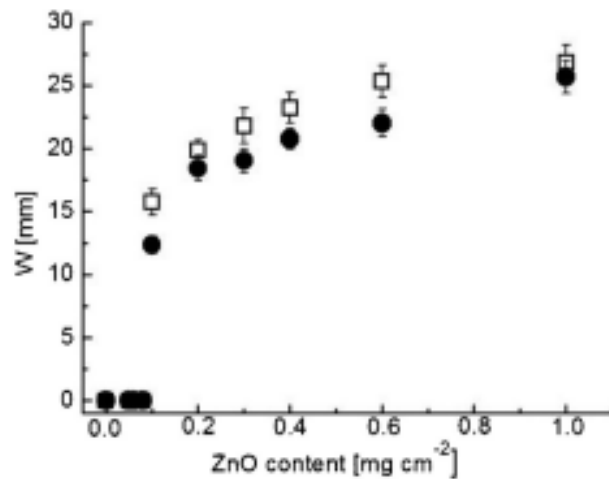
میباشد. برای مطالعه ی تاثیر احتمالی جابجایی ذرات ZnO بر روی رشد E.Coli و قطر ناحیه یمنع، یک آزمایش با مرطوب سازی اضافی فیبر ها انجام شد. مشخص شد که این مرطوب سازی اضافی موجب افزایش قطر ناحیه ی منع از 20.00 ± 1.5 به 22.50 ± 0.7 ، برای ترکیب های اتانولی میشود و برای ترکیب های آبی نیز این اعداد از 15.62 ± 1.07 به 18.00 ± 0.8 mm افزایش پیدا میکند (0.2 mg cm^{-2}). در این آزمایش ها مشاهده شده است که این مرطوب سازی منجر به افزایش قطر ناحیه منع به مقدار ۱۰-۲۰٪ میشود. در طرف دیگر، موضعی سازی بالای تاثیر باکتری ها نیز میتواند مفید باشد. به عنوان مثال، در مورد عفونت زخم، درمان زخم تنها در نواحی آسیب دیده بسیار مهم میباشد، و نباید پوست های سالم اطراف تحت تاثیر قرار بگیرند.

جدول ۲ داده های مرتبط با غلظت E.Coli و تغییرات آن ها در ۲۴ ساعت در تماس با نمونه های مایع

غلظت E.Coli بعد از ۲۴ ساعت، CFU mL^{-1}	غلظت اولیه از E.coli CFU mL^{-1}	غلظت	نمونه
$3.6 \pm 0.13 \cdot 10^3$	$5.8 \pm 0.18 \cdot 10^2$	-	آب مقطر
0	$5.6 \pm 0.25 \cdot 10^3$	50 mgL^{-1}	نشر نانو ذرات ZnO
$3.2 \pm 0.51 \cdot 10^3$	$3.0 \pm 0.31 \cdot 10^2$	50 mgL^{-1}	نشر Au
$3.7 \pm 0.32 \cdot 10^3$	$3.1 \pm 0.12 \cdot 10^2$	50 mgL^{-1}	نشر Pt
10^1	$2.7 \pm 0.27 \cdot 10^2$	50 mgL^{-1}	نشر Ag

جدول ۳ ناحیه ی منع رشد باکتری ها برای ترکیب های نانو ZnO و فیبر (1 mg/cm^2) که از نشر اتانول به دست آمده است

W (نمونه ی خشک) mm	میکروارگانیسم
26.83 ± 1.52	<i>Escherichia coli</i> (Gram-negative)
17.90 ± 0.60	<i>Staphylococcus aureus</i> (Gram-positive)
19.10 ± 0.49	<i>Bacillus subtilis</i> (Gram-positive, spore-forming)



شکل ۱۰ تاثیر غلظت نانوذرات ZnO بر روی ناحیه ی منع رشد E.Coli و قطر آن. نشانه های مربع برای ترکیب هایی است که از نشر اتانول ZnO به دست آمده است؛ نشانه های دایره ای نیز برای ترکیب هایی است که از نشر آبی برای ZnO به دست آمده است.

به علاوه ی E.Coli، دو باکتری دیگر نیز برای تخمین زدن فعالیت های ضد باکتریایی نانوذرات ZnO و فیبر ها مورد استفاده قرار گرفته است (جدول ۳). این مطالعه نشان داده اس که این ترکیب میتواند نسبت به انواع مختلفی از باکتری ها خاصیت ضد باکتریایی داشته باشد که این موضوع ویژگی بسیار مهمی میباشد. بر خلاف بسیاری دیگر از نویسنده ها، ما ویژگی های مکانیکی و بلوکه کننده ی UV بر روی ترکیب های به دست آمده را همراه با مدت زمان پایداری نسبت به شست و شو، بررسی نکردیم زیرا این گونه الزامات در مورد مواد مورد استفاده از بانداژ، وجود ندارد.

۳,۵ مکانیزم عمل در فعالیت های آنتی باکتریایی ZnO

بسیاری از مطالعه ها در مورد مکانیزم های آنتی باکتریایی ZnO، اخیرا انجام شده است. نویسندگان در مقالات مختلف، گونه های فعال اکسیژن (ROS) شامل هیدروژن پراکسید و رادیکال ها را به عنوان اصلی ترین مکانیزم

برای کشتن باکتری ها و محدود کردن رشد آن ها در نظر میگیرند. در کار شماره ی ۳۶، ROS های رادیکال در نشر های ZnO یافت شده اند. نویسندگان کار های ۱۴ و ۳۷ بیان میکنند که یون های روی II مسئول فعالیت های ضد باکتریایی ZnO هستند، با وجود این که نویسندگان مقاله ی شماره ی ۳۸ معتقد است که Zn^{2+} نمیتواند این تاثیرات باکتریایی را داشته باشد. در میان نظرات موجود، میتوان این نظر را مشاهده کرد که تجمع نانوذرات در سلول های باکتری ها و آسیب مکانیکی به غشای سلولی باکتری ها توسط ذرات ZnO موجب این تاثیر ضد باکتریایی میشود. Zhang و همکارانش یک آزمایش پیچیده را انجام داده و بعضی از نظرات که در بالا مطرح شد را رد کردند. اما مکانیزم عمل ZnO هنوز مد نظر بحث های مختلف میباشد. این حقیقت که ویژگی های نانوذرات به شدت مبتنی بر روش آماده سازی آن ها است، موجب میشود که این موضوع پیچیده تر هم بشود زیرا ممکن است مکانیزم های مختلفی برای ذرات ZnO مختلف مورد استفاده قرار بگیرد و همچنین روش های تحقیقاتی بر روی این مواد نیز ممکن است متفاوت باشد. در این کار ما تلاش داریم تا مشخص کنیم که آیا این مکانیزم های بیان شده میتواند موجب کاهش رشد باکتری با استفاده از نانوذرات ZnO شوند یا خیر.

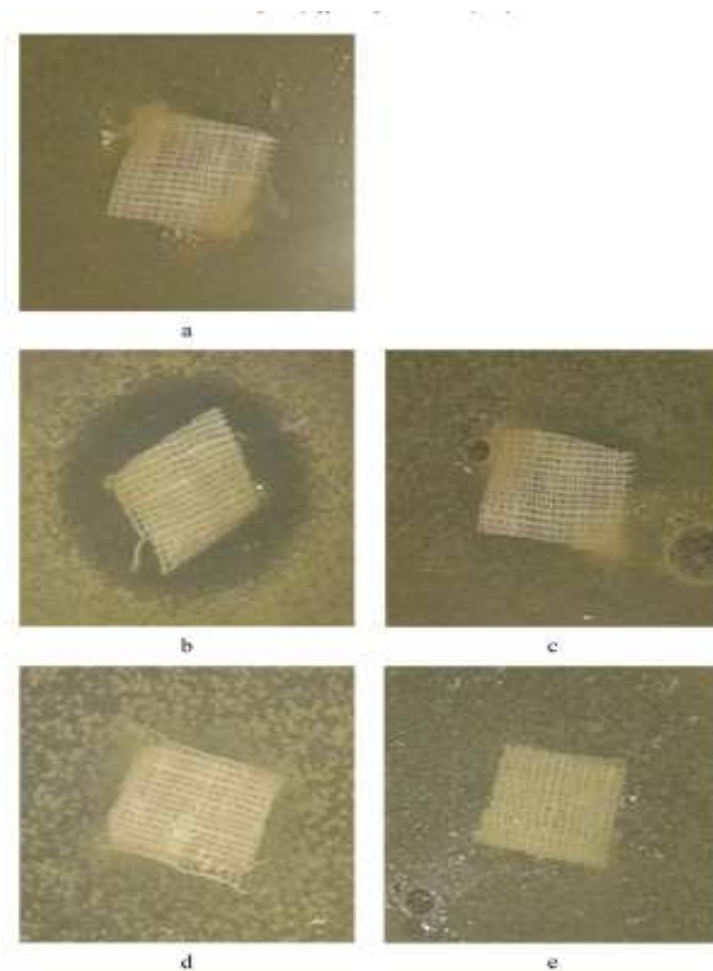
یون های روی II در نشر های نانوذرات ZnO وجود دارند و همچنین میتوانند در واسط های مایع شکل بگیرند که به دلیل حل شدن سطحی نانوذرات میباشد. مشخص شده است که ماهیت واسط های آزمایشی بر روی میزان تحرک یون ها تاثیر دارد. همین موضوع میتواند دلیل این حقیقت باشد که ترکیب های مرطوب میتوانند فعالیت آنتی باکتریایی بیشتری را داشته باشند (قسمت ۳،۴ را مطالعه کنید) - به همین دلیل است که آب موجب افزایش یون های روی از ترکیب و نشر آن ها در ظرف پتری میشود.

برای درک اطلاعات بیشتر نسبت به مکانیزم های ضد باکتریایی نانوذرات ZnO که با PLA به دست آمده اند، آزمایش زیر انجام شد. یک لایه ی سطحی از ZnO از نظر آبی با استفاده از سانتریفیوژ به دست آمد. غلظت یون های روی II در نشر آبی ZnO و لایه ی سطحی با استفاده از حجم سنجی های نواری، به دست آمد. مقدار $6.9(\pm 0.3) \times 10^{-4} \text{ M of Zn}^{2+}$ در نشر ZnO و $7.4(\pm 0.3) \times 10^{-4} \text{ M of Zn}^{2+}$ در لایه ی سطحی به دست آمد. ازین رو، محتویات یون های در نشر آبی و در محلول بعد از حذف کردن نانوذرات، مشابه میباشد. ازین رو،

در صورتی که Zn^{2+} مهم ترین دلیل در فعالیت های آنتی باکتریایی نثر ZnO باشند، با استفاده از یک لایه ی سطحی به جای نثر نانوذرات نیز شناسایی میشوند. در همین زمان، محلول های کلرید روی II با غلظت 50 mgL^{-1} (توسط روی) به عنوان یک نمونه ی مدل مورد استفاده قرار گرفت. یک غلظت شید از Zn^{2+} برای مشخص کردن این که آیا یون های روی مسئول فعالیت های ضد باکتریایی ZnO هستند یا خیر، مورد استفاده قرار گرفت. یک مدل محلول یگر شامل هیدروژن پراکسید نیز مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس مقاله ی شماره ی ۴۰، غلظت های زیاد از H_2O_2 در نثر پودر ZnO (1 gL^{-1}) تقریباً معادل 0.5 mgL^{-1} میباشد. نویسنده ها نشان دادند که تاثیر ضد باکتریایی پودر های ZnO بیشتر از محلول های هیدروژن پراکسید با غلظت های متناظر میباشد. سپس آن ها از 0.31 gL^{-1} (0.0155 M) محلول H_2O_2 نیز استفاده کردند. در این مطالعه، محلول های هیدروژن پراکسید با همین غلظت ها برای مقایسه ی فعالیت های ضد باکتریایی با دیگر نمونه ها، مورد استفاده قرار گرفته است.

یک آزمایش ضد باکتریایی دیگر نیز با استفاده از همین پروتکل ها انجام شد (بخش ۳،۳ را مشاهده کنید) اما غلظت E.Coli در این آزمایش های بیشتر بود. جدول ۴ نشان دهنده ی نتایج به دست آمده در این زمینه میباشد. میتوان در این قسمت مشاهده کرد که مقایدر pH تقریباً برای لایه های سطحی، کلرید روی، و محلول های هیدروژن پروکساید، مشابه میباشد. و pH برای آب مقطر و نثر ذرات ZnO، بیشتر در حالت خنثی قرار دارد.

غلظت های بالاتر از باکتری ها نیازمند زمان بیشتر برای منع رشد میباشد. اما هنوز مشاهده میشود که در این شرایط نیز ZnO منجر به کاهش تعداد باکتری ها میشود. این موضوع برای هر دو نوع میکرو و نانوذرات ZnO صحیح میباشد. محلول ای کلورید روی و لایه های سطحی منجر به کاهش تعداد باکتری ها نمیشود. ازین رو، فعالیت های ضد باکتریایی ذرات اکسید روی به دلیل آزاد شدن یون های روی II نمیباشد. همچنین هیدروژن پروکساید هم تاثیرات باکتریایی تحت شرایط آزمایش نداشت. این موضوع نشان میدهد که نانوذرات ZnO و فعالیت آن ها مبتنی بر شکل گیری H_2O_2 نمیباشد.



شکل ۱۱ تصویر های نمونه هایی از ترکیب های فیبر ها در محیط کشت با باکتری E.Coli بعد از ۲۴ ساعت : (a) فیبر های پنبه ای خالی ؛ (b) فیبر های نانو ZnO ؛ (c) فیبر های میکرو ZnO ؛ (d) فیبر های لایه ی سطحی ؛ (e) فیبر های ZnCl_۲

ازین رو، نشر های میکرو و نانو از ZnO میتوانند بیشترین فعالیت ضد باکتریایی علیه E.Coli را داشته باشند. احتمالاً فعالیت آن ها مبتنی بر شکل گیری H₂O₂ یا آزاد سازی یون های روی II نمیباشد.

برای ارزیابی نقش یون هی روی در مکانیزم های ضد باکتریایی در ترکیب های نانو ZnO و فیبر، یک آزمایش با استفاده از فیبر های پنبه ای آغشته شده به محلول ZnCl_۲ (نمونه های فیبر و ZnCl_۲) و نمونه های لایه های سطحی انجام شد. به علاوه، برای مشخص کردن تاثیر سایز ذرات ZnO و ماهیت فعالیت آن ها، نمونه های میکرو

ZnO نیز از نشر ZnO آماده شد. نتایج فعالیت های آن ها را میتوانید در شکل ۱۱ نسبت به باکتری E.Coli مشاهده کنید

جدول ۴ داده های مرتبط با تغییر غلظت E.Coli در ۲۴ ساعت در تماس با نمونه های مایعات

تعداد E.Coli در کشت مشترک، CFU mL ⁻¹		pH	غلظت	نمونه
۲۴ ساعت	۵ دقیقه			
				آب مقطر
$(8 \pm 1.24) \cdot 10^3$	$(3.1 \pm 0.78) \cdot 10^5$	8.36	-	نانو ZnO
$(3.0 \pm 0.90) \cdot 10^4$	$(2.8 \pm 0.51) \cdot 10^5$	8.15	50 mgL ⁻¹	میکرو ZnO
$(4.0 \pm 0.82) \cdot 10^4$	$(3.0 \pm 0.51) \cdot 10^5$	7.75	50 mgL ⁻¹	لایه سطحی
$(5.1 \pm 0.80) \cdot 10^5$	$(3.1 \pm 0.38) \cdot 10^5$	6.82	-	ZnCl ₂
$(1.3 \pm 0.97) \cdot 10^5$	$(3.2 \pm 0.70) \cdot 10^5$	6.75	50 mgL ⁻¹	H ₂ O ₂
$(4 \pm 1.13) \cdot 10^5$	$(3.0 \pm 0.50) \cdot 10^5$	6.80	0.0155 M	

یک ناحیه ی منبع به خوبی مشخص اطراف ترکیب های نانو ZnO و فیبر دیده میشود. همچنین تخلیه ی غلظت اندکی نیز از کلونی های باکتری های E.Coli را میتوان اطراف محیط تکه ای از ترکیب های میکرو ZnO و فیبر ها مشاهده کرد (شکل ۱۱c). هیچ ناحیه ی منعی را نمیتوان برای قسمت های آغشته به لایه های سطحی و روی کلورید II مشاهده کرد (شکل ۱۱d و C). ازین رو، میتوان به این نتیجه رسید که حتی با وجود این که Zn^{۲+} میتواند فعالیت های ضد باکتریایی داشته باشد، مکانیزم ناحیه ی منع باکتری ها در مورد ترکیب های نانو ZnO و فیبر ها، ماهیت متفاوتی دارد.

داده های موجود در شکل ۱۱b و c نشان میدهد که مکانیزم های آنتی باکتری ذرات ZnO میتواند تنها مبتنی بر فعالیت خود نانو ذرات : یا ROS های ایجاد شده در سطح این نانو ذرات، و یا آسیب مکانیکی به غشای سلول ها میتواند منجر به از بین رفتن باکتری ها شود. هر دوی این مکانیزم ها با استفاده از ویژگی های سطحی ذرات توصیف میشود که مبتنی بر سایز ذرات و ساختار کاهشی آن ها میباشد. ذرات نانو و میکرو CnO با سایز میانگین به ترتیب ۱۰ و ۱۰۰۰ nm وجود دارند. مساحت سطحی BET برای نانو ذرات $19.3 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ و برای میکرو ذرات $3.4 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ میباشد. به دلیل این که ذرات نانو کوچکتر هستند، راحت تر میتوانند وارد سلول شده و حتی وارد آن شوند؛ این مکانیزم به نظر با احتمال بیشتری منجر به از بین رفتن باکتری ها میشود. اما در عین حال ذرات نانوی ZnO سطح BET بیشتری نسبت به میکرو ذرات دارند و در نتیجه، ذرات نانو میتوانند ROS های موثر تری را ایجاد

کنند. این موضوع ممکن است به این دلیل باشد که ذرات کوچکتر ساختار کاهشی بیشتری دارند. نقص های سطحی احتمالاً مسئول شکل گیری ROS بر روی سطح نیمه رسانا ها میباشند. و نشان داده شده است که اکسید روی بر روی سطح فیبر های آغشته به نانو ZnO دارای سطح بالایی از کاهش می باشد. در همین زمان فعالیت کم ذرات میکرو ZnO میتواند مرتبط با تحرک پایین ذرات بزرگتر در این واسط کشت باشد. در این رابطه، سایز ذرات بسیار مهم میباشد. ازین رو میتوان به این نتیجه رسید که نانوذرات ZnO نسبت به باکتری های فعال هستند و این فعالیت به دلیل یون های روی II نمیباشد اما به شدت مرتبط با ویژگی های سطحی ذرات ZnO میباشد.

۴. جمع بندی

در این مطالعه، نشر های آبی و اتانول از نانوذرات ZnO با استفاده از فرسایش پالس لیزری، برای ایجاد کردن ترکیب های فیبری پنبه ای نانوذرات ZnO از طریق رسوب نانوذرات، به دست آمده است. ساختار ها، ترکیب ها و ویژگی های ضد باکتریایی از این نانوذرات از نشر ها و ترکیب های آماده شده به همین روش در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه نشان داده شد که نانوذرات ZnO و مواد فیبر های ZnO میتوانند نسبت به سه میکروب مختلف، فعالیت آنتی باکتریایی داشته باشند. یک تلاش برای درک مکانیزم فعالیت ضد باکتریایی در نانوذرات ZnO نیز انجام شد. بیان شد که در این مورد مطالعه، H_2O_2 و Z^{2+} ، به صورت جدی مسئول فعالیت های ضد باکتریایی در اکسید روی نیستند.

نتایج به دست آمده، نقش مهم ویژگی های سطحی در نانوذرات، سایز آن ها و مساحت سطحی ویژه در فعالیت آنتی باکتریایی را نشان میدهد. ازین رو، هدف تحقیقات بعدی مطالعه کردن مکانیزم های آنتی باکتریایی به صورت دقیق برای نانوذرات ZnO و توسعه ی روش ها برای بهبود تاثیر کاربرد های آن باشد.

ترکیب های فیبری ZnO میتوانند مواد بسیار خوبی برای کاربرد به عنوان بانداژ های آنتی باکتریایی باشد زیرا تاثیرات باکتریایی را نشان میدهد که بدون نیاز به مواد اضافی شیمیایی ایجاد میشود و آماده سازی آن از نظر های نانوذرات ZnO ساده و ارزان میباشد.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی