مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
دوره ۱۸، شماره ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۳۸۹
صفحه: ٤٦-۳۹

Journal of Shaheed Sadoughi University of Medical Sciences
Vol 18, No 1, March /Apr 2010
Pages: 39-46

# بررسی اثر ضد باکتریایی نانو ماده $TiO_2$ بر روی اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس

**فاطمه برزگری*[۱]، آیشه جاوید[۲]، سعید رضایی زارچی[۳]**

۱- کارشناس ارشد زیست شناسی، دانشگاه پیام نور تفت
۲- کارشناس ارشد بیوشیمی، مرکز پژوهشی بالینی ناباروری، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
۳- دکتری بیوفیزیک، دانشگاه پیام نور تفت

تاریخ ارسال:۱۳۸۸/۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۹/۶

## چکیده

**مقدمه:** عوامل ضد آنتی باکتریال غیرآلی دارای مقاومت باکتریایی و ثبات دمایی بسیاربالایی هستند. در چند دهه اخیر نانومواد غیر آلی که دارای ساختار بسیار جدید، خواص بیولوژیکی،شیمیایی و فیزیکی پیشرفته هستند با عملکردی که ناشی از اندازه نانویی آنهاست ساخته شده است. این مواد با ساختار و شکل نانویی خود توجه های زیادی را به خود جلب کرده‌اند.

**روش بررسی:** هدف از این مطالعه بررسی خواص آنتی باکتریال نانوذرات ضد عفونی کننده $TiO_2$ علیه باکتری های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس می‌باشد. در تحقیقات اولیه، چگالی نوری(OD) اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس در حضور ۰/۰۱٪ و ۰/۷۵٪ و ۱/۵٪ از $TiO_2$ مشاهده شد. در مرحله دوم مطالعه ۶/۳ log CFU/ml از محیط کشت مایع اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس به طور جداگانه در معرض ٪۱/۵ از نانومواد $TiO_2$ در دمای $۳۷^{oC}$ قرار گرفتند. در قسمت سوم آزمایش نیز، باکتری اشریشیاکلی در محیط کشت ثابت (جامد) در حضور و عدم حضور نانوذرات کشت داده شد.

**نتایج:** غلظت ۰/۰۱٪ از نانوذرات $TiO_2$ تغییرات قابل توجه‌ای در تعداد باکتری‌ها ایجاد نکرد، اما در حضور غلظت ۰/۷۵٪ و ۱/۵٪ از نانومواد، کاهش قابل توجه ای در تعداد باکتری‌ها مشاهده شد($P<۰/۰۵$). در گروه کنترل زیست پذیری سلول‌های باکتری تا ۱۳ روز طول می کشد در حالی که در حضور غلظت ۱/۵٪ از $TiO_2$ مرگ سلولی باکتری‌های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس به ترتیب بعد از ۱۶ و ۲۴ ساعت فرا می رسد. نتایج نشان دادکه حضور غلظت ٪۱/۵ از $TiO_2$ در محیط کشت جامد، رشد باکتری اشریشیاکلی را ۵/۶ مرتبه کاهش می‌دهد.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های ما نشان دهنده تاثیرات آنتی باکتریایی نانو ذرات $TiO_2$ بر روی هر دوی باکتری‌ها است، البته باکتری استافیلوکوکوس ارئوس در مقایسه با اشریشیاکلی به این نانوذرات حساس‌تر است.

**واژه‌های کلیدی:** نانومواد، $TiO_2$ ، اشریشیاکلی، استافیلوکوکوس ارئوس، خواص آنتی باکتریایی

*(نویسنده مسئول)؛ تلفن تماس: ۰۳۵۲-۶۲۳۲۸۰۰، پست الکترونیکی: f.barzegary@gmail.com

[ Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-05-02 ]

**مقدمه**

نانو تکنولوژی به پژوهش و توسعه تکنولوژی در واحد اتمی، مولکولی و ماکرو مولکولی مربوط می شود و به مطالعه ساختارها و وسایلی می پردازد که مقیاس اندازه گیری آنها در حدود ۱۰۰-۱ نانو متر است. در این مقیاس اشیاء(به عنوان مثال نانو ذرات) خواص و عملکرد جدیدی به خود می گیرند که به طور مشخص با اشیایی که مقیاس بزرگتر دارند، متفاوت به نظر می آیند. اندازه کوچک، قابلیت پذیرش سطح و قابلیت انحلال بهتر و چند وظیفه بودن نانو ذرات، راه های پژوهش جدیدی را برای زیست شناسان به همراه داشته است(۱،۲). گزارش‌های اخیر سهم گسترده‌ای در زمینه تولید نانو ذرات فلزی داشتند ومطالعات فراوانی تاکنون در زمینه هسته‌گذاری و رشد بلور و انباشتگی ذرات صورت پذیرفته است. سنتز شیمیایی نانو ذرات نقره اخیراً مورد توجه قرار گرفته است زیرا نانو ذرات نقره به طور عمده به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای که از خود نشان می دهند کاربردهای فراوانی از قبیل کارایی الکترونیکی و نوری، بهداشتی و کاتالیتیکی دارد(۳،۴). یکی از خواص نانوذرات، نسبت سطح به حجم بالای این مواد است. با استفاده از این خاصیت می‌توان کاتالیزورهای قدرتمندی در ابعاد نانو متری تولید کرد. این نانوکاتالیزورها راندمان واکنش‌های شیمیایی را به شدت افزایش داده و هم چنین به میزان چشمگیری از تولید مواد زاید در واکنش‌ها جلوگیری خواهند کرد(۳،۵). بیشترین پیشرفت فناوری نانو در حوزه بیولوژیکی بوده که امکانات جدیدی را در تشخیص و درمان بیماری های گوناگون در اختیار قرار داده است(۶). عوامل آنتی باکتریال که درصنعت نساجی استفاده می شود به دو گروه تقسیم می شوند که شامل مواد آلی و مواد غیر آلی است. مواد ضد باکتریال آلی طی سالیان طولانی به عنوان حشره کش ها و باکتری کش ها استفاده می شدند که متاسفانه حرارت بالا در مراحل صنعتی، خواص آنتی باکتریال آنها را کاهش می دهد. عوامل ضد آنتی باکتریال غیرآلی دارای مقاومت باکتریایی و ثبات دمایی بسیاربالایی هستند (۱و۷). در سال های اخیر تلاش های بسیار زیادی برای تولید نانوذرات به دلیل خواص ویژه نوری، شیمیایی، الکتریکی و فوتوالکتریکی آنها صورت گرفته است که موید استفاده‌های گوناگون این مواد در زمینه هایی چون کاتالیست ها، اپتیک، دانش داروهای زیستی، مکانیک، مغناطیس و انرژی است(۲،۸). در پژوهش‌هایی که تاکنون انجام شده به خواص ضد سرطانی و ضد باکتریایی کاتالیست های نوری نانومواد از جمله تیتانیوم اشاره شده است با توجه به مطالعات اخیر مبنی بر این که نانومواد سولفیدی و اکسید فلزات دارای خواص آنتی باکتریایی بسیار خوبی هستند و عوامل آنتی باکتریایی که شامل این نانومواد باشند می توانند دارای خاصیت ضد میکروبی بسیار موثری باشند(۹،۱،۱۰،۱۱) هم چنین بسیاری از عفونت ها و آلودگی های محیط های پزشکی ناشی از باکتری های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس می باشد، مطالعه حاضر سعی کرده که به تاثیرات آنتی باکتریایی نانوماده TiO2 که یک اکسید فلزی است و به روش متفاوتی تهیه شده است، بپردازد.

## روش بررسی

نانوذرات $TiO_2$ با اندازه ۶۰nm در این آزمایش استفاده شد. این نانوذرات از دانشگاه تهران خریداری شد. ذرات به مدت ۱۵ دقیقه قبل ازآزمایش به صورت سوسپانسیون در آب استریل آماده شد(۱۲) سوش های مورد استفاده در این مطالعه استاندارد بوده و از گروه میکروبیولوژی دانشگاه اصفهان تهیه شد. سایر مواد شیمیایی استفاده شده در این آزمایش کاملا خالص و بدون آلودگی بوده و از شرکت سیگما(Sigma, USA) خریداری شدند.

در آزمایش حساسیت اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس به نانوذرات $TiO_2$ برای تخمین صحیح و تایید نتایج، دو روش برآورد متفاوت مورد استفاده قرار گرفت. در اولین روش، باکتری ها در محیط کشت مایع (NB: Nutrient Broth)، رشد داده شدند. در این روش در ابتدا ۲ml از محیط کشت ۲۴ ساعته اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس به ۱۰۰ml از محیط کشت NB که به ترتیب حاوی غلظت های ۰/۰۱٪، ۰/۷۵٪ و ۱/۵٪ از نانوذرات $TiO_2$ به طور جداگانه بود. اضافه گردید. برای تهیه محیط کشت گروه کنترل ۲ml از محیط کشت ۲۴ ساعته



[ Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-05-02 ]

اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس به ۱۰۰ml از محیط کشت NB به طور جداگانه اضافه گردید. درب ظروف حاوی محیط کشت های تیمار(باکتری+ نانوذرات) و محیط کشت کنترل، با پنبه بسته شده و به صورت هوازی در دستگاه لرزاننده(شیکر) در دمای $37^{oC}$ به مدت ۲۴ ساعت کشت داده شدند. چگالی نوری (OD) در طول موج ۶۰۰nm برای اندازه‌گیری غلظت باکتری ها استفاده شد(۱۳،۷).

در روش دوم، محیط کشت های محلول که به مدت ۲۴ ساعت در دمای $37^{oC}$ در انکوباتور نگهداری شده بودند، سانتریفوژ و سلول ها شسته شدند و دوباره در آب مقطر به صورت معلق قرار گرفتند تا یک غلظت نهایی۶/۳ log FU/ml ($10^3$cell/ml) در هر میلی لیتر از هر یک از نمونه ها به دست آید. محلول های حاصله دوباره در دمای $37^{oC}$ انکوبه شدند. غلظت نهایی نمونه های سوسپانسیونی اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس در حجم ۱۰۰ml از آب مقطر ساخته شد. در ادامه آزمایش ها تنها غلظت ۱/۵٪ از $TiO_2$ که در قسمت اول مطالعه دارای بیشترین تأثیر بود مورد استفاده قرار گرفت بنابراین مقدار ۱/۵٪ از نانوذرات $TiO_2$ به سوسپانسیون‌های باکتری اضافه شد. گروه کنترل نیز با همین روش تهیه شد ولی نانومواد به آن اضافه نشد. باکتری ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای $37^{oC}$ در انکوباتور شیکردار به همین حالت نگه داری شدند. هر ۲ ساعت یکبار به میزان 1ml از محلول حاصله (آب + باکتری + نانوذرات) و گروه کنترل، نمونه برداری می شد و تعداد کل سلول های باکتری موجود حاصله از ۲ ساعت انکوباسیون مورد بررسی و شمارش قرار می گرفت. میزان OD اندازه گیری شده بازتابی از تمرکز سلول‌های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس در هر میلی لیتر است(۱۵،۱۴).

در قسمت سوم مطالعه، آزمایشات تنها بر روی باکتری اشریشیاکلی که شیوع بیشتری دارد انجام شد. میزان مشابه ای از باکتری اشریشیاکلی در محیط کشت جامد NB که حاوی غلظت ۱/۵٪ از $TiO_2$ بود (مؤثرترین غلظت نانوماده $TiO_2$) کشت داده شدند. از محیط کشت بدون نانوذرات برای گروه کنترل استفاده شد. باکتری ها در دمای $37^{oC}$ به مدت ۴۸ ساعت رشدکردند. بعد از آن، کلنی های باکتری ها شمارش شدند برای شمارش کلنی‌های باکتری ها از کلنی کانتر استفاده شد که صفحات ذره بینی مشبک می باشد. تمام آزمایشات بالا در چهار مرتبه تکرار شدند. عکس ها توسط دوربین دیجیتال Olympus C2020Z گرفته شد.

نتایجی که در تمام تست ها به دست آمد با گروه کنترل مقایسه شد. نرم افزار SPSS و آزمون Student t-test برای تعیین معنی داری (P<۰,۰۵) نتایج آزمایشات و ارزیابی آنها استفاده شد. این پژوهش در تابستان ۱۳۸۸ در پارک علم و فناوری یزد انجام شد.روش مطالعه در این بررسی از نوع تحقیقی بوده است.

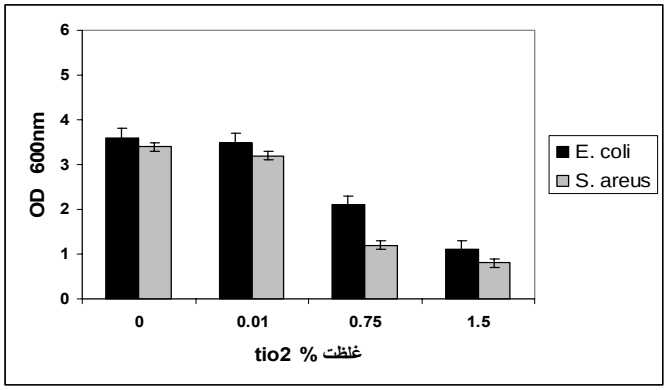
## نتایج

نمودار ۱ اثرات غلظت‌های مختلف $TiO_2$ روی رشد باکتری های مورد نظر را نشان می دهد. همان طوری که در این شکل دیده می‌شود غلظت ۰/۰۱٪ از نانوذرات هیچ تاثیر قابل توجه ای روی باکتری ها نداشته است (P<۰/۰۵) در حالی که غلظت های ۰/۷۵٪ و ۱/۵٪ از $TiO_2$ کاهش بسیار چشم گیری در تعداد باکتری های گروه های تیمار در مقایسه با گروه کنترل ایجاد کرده اند. همان طور که در شکل مشخص است حضور غلظت۰/۷۵٪ از نانوذرات $TiO_2$ در محیط کشت اشریشیاکلی باعث کاهش ۱/۹ مرتبه ای در تعداد باکتری ها شده در صورتی که در محیط کشت استافیلوکوکوس ارئوس این کاهش به ۳/۲ مرتبه درمقایسه با گروه شاهد رسیده است(P<۰/۰۵). غلظت ۱/۵٪ از $TiO_2$ به ترتیب باعث کاهش ۴/۵ و ۶/۳ مرتبه ای در تعداد باکتری های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس شده است.

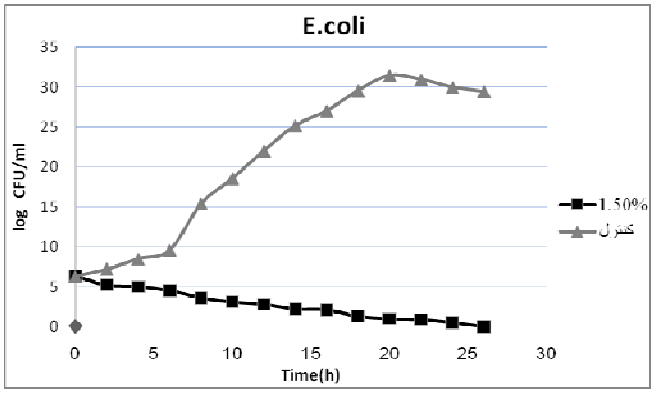
در روش دوم سلول‌های زنده اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس در مقابل غلظت ۱/۵٪ از $TiO_2$ در آب $37^{oC}$ برای زمان های تماسی مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج ما نشان می دهد که در گروه کنترل کاهش غلظت های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس از ۶/۳ log CFU/ml به غلظت های غیر قابل بررسی بعد از ۱۳ روز به دست می آید اما با اضافه کردن نانوذرات به محیط های کشت این باکتری ها میزان زیست پذیری باکتری ها از ۱۳ روز به کمتر از ۲ روز تقلیل می‌یابد (نمودار های۲ و۳).



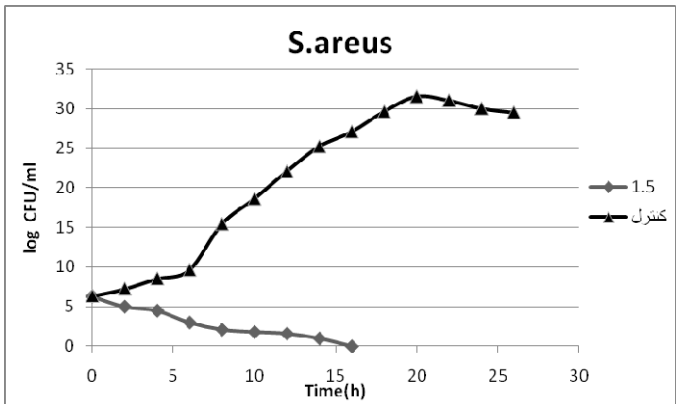
[ Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-05-02 ]




**نمودار ۱: اثرات غلظت های مختلف $Tio_2$ روی باکتری‌های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس**




**نمودار ۲: اثرات غلظت ۱/۵٪ $Tio_2$ روی باکتری اشریشیاکلی (P<۰/۰۵)**

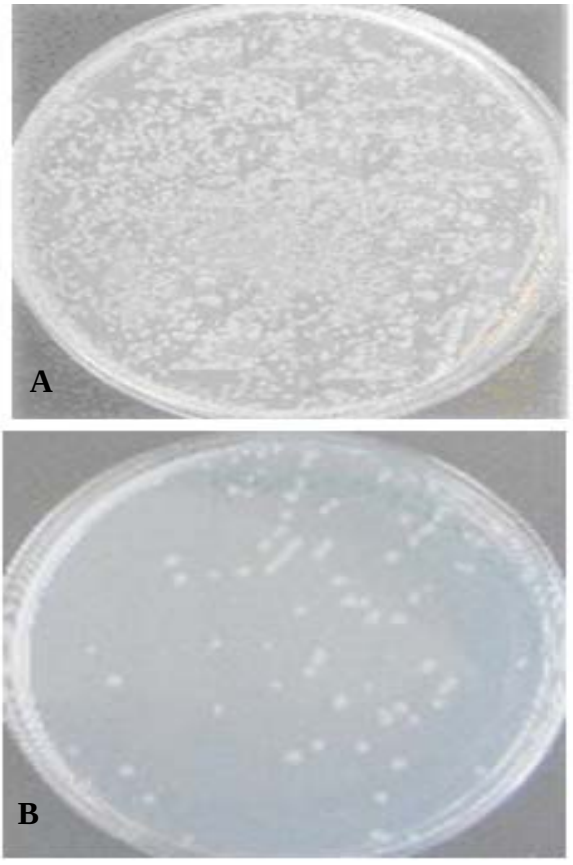



**نمودار ۳: اثرات غلظت ۱/۵٪ $Tio_2$ روی باکتری استافیلوکوکوس ارئوس (P<۰/۰۵)**

بعد از این که باکتری اشریشیاکلی به صورت سوسپانسیون در معرض ۱/۵٪ از $TiO_2$ قرار گرفت، تعداد سلول های میکروبی بعد از ۲۴ ساعت به نزدیکی صفر رسید، این در حالی است که محیط حاوی باکتری استافیلوکوکوس ارئوس که در معرض ۱/۵٪ از $TiO_2$ بود تقریبا بعد از ۱۶ ساعت به نزدیکی صفر رسید.

مقایسه این نتایج با گروه کنترل(که بدون هیچ نانوذراتی بود) بیان می کند که حضور این نانوذرات میزان زیست‌پذیری باکتری اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس را از ۱۳ روز به کمتر از ۲ روز کاهش می دهند، این نتایج هم چنین ثابت می کند که نانوذرات $TiO_2$ دارای خواص آنتی باکتریال بسیار بالایی بر علیه اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس است.

در مرحله سوم مقادیر یکسانی از اشریشیاکلی ( همان میزان که برای کشت در محیط مایع استفاده شد) بر روی محیط کشت جامد در حضور ۱/۵٪ از نانوذرات $TiO_2$ کشت داده شد. از محیط کشت بدون نانوذرات نیز برای گروه شاهد استفاده شد پس از ۴۸ ساعت باکتری ها در هر محیط کشت بعد از $10^{-5}$ مرتبه رقیق کردن به طور جداگانه شمارش شد.




**شکل ۱:** تعداد کلنی‌های باکتری اشریشیاکلی در محیط کشت‌های حاوی نانوذرات $TiO_2$ (پلیتB) در مقایسه با گروه کنترل(پلیتA)



[ Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-05-02 ]

همـان طـور کـه در شـکل ۱ مـشاهده مـی کنـیم تعـداد کلنی‌هـای بـاکتری اشریـشیاکلی در محـیط کـشت‌هـای حـاوی نانوذرات $TiO_2$ (پلیتB) در مقایسه بـا گـروه کنتـرل( پلیـتA) کـاهش یافتـه اسـت. در پلیـت گـروه کنتـرل تعـداد۷۵ ±۸۰۲ کلنی باکتری بدست آمـد در حـالی کـه در پلیـت مـورد درمـان بـا ۱/۵٪ از نـانوذرات $TiO_2$ تعـداد۱۹± ۶۳ کلنـی بـاکتری بـه دست آمد. با توجه به این نتایج نانوذرات $TiO_2$ در محیط کـشت جامـد رشـد کلنـی‌هـای بـاکتری را ۱۲/۷ مرتبـه کـاهش می‌دهد($P<۰/۰۵$).

## بحث

در چند دهه اخیر نانومواد غیر آلی که دارای ساختار بسیار جدید، خواص بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی پیشرفته هستند با عملکردی که ناشی از اندازه نانویی آنهاست ساخته شده است. این مواد با ساختار و شکل نانویی خود توجه زیادی را به خود جلب کرده اند، زیرا پتانسیل بالقوه آنها برای رسیدن به مراحل خاص و انتخابی بخصوص در کاربردهای دارویی و بیولوژیکی بسیار بالاست (۱۶).

دست یابی به مواد با خاصیت ضد باکتریایی و ویروسی بسیار قوی می تواند در عفونت زدایی و بسیار از صنایع کاربرد داشته باشد.

نقش نانو مواد در پزشکی شگفت انگیز است. این امر از اینجا ناشی می شود که آنتی بیوتیک ها تنها تعداد بسیارکمی ازعوامل مسبب بیمـاری هـای مختلـف را از بـین مـی برنـد در حـالی کـه نانومواد حدود ۶۵۰ نوع از عوامل ایجاد کننده بیماری ها را نابود مـی کننـد(۱۷،۲،۱۵). اگـر نـانومواد را در محـیط هـای کـشت باکتری ها وارد کنیم مقاومت باکتری ها بسیار اندک خواهد شد به طوری که در تست های آزمایشگاهی نـانومواد، بـاکتری هـا، ویروسها و قارچ ها در عرض چند دقیقه بعد از تماس با نـانومواد ازبین می رونـد. تـاثیر نـانومواد روی بـاکتری هـا زمـانی اهمیـت زیادی پیدا می کند که بـاکتری هـا بـه علـت تـشکیل سـطوح بـا انرژی پـایین در زنجیـره هـای غـذایی بـسیاری از اکوسیـستم هـا شرکت می‌کنند تشکیل بیوفیلم ها در تولیدات دارویی، صنعتی و مصرفی، بطـور فزاینـده ای مـشکل آفـرین شـده انـد. در صـنعت دارویـی، چـسبندگی و عفونـت باکتریـایی طـی تولیـد ابزارهـای پزشکی، یک مشکل رایج محسوب مـی گـردد. مـثلا هـر سـاله حـدود سـه میلیـون سـوند سـیاهرگی و مرکـزی (CVC) وارد آمریکا می گردد که ۳۰ درصد آن یعنی حـدوداً ۸۵۰۰۰۰ از آن ها باعث عفونت های باکتریایی شده و از این ۸۵۰۰۰۰ مـورد، ۲۰ درصد به عفونـت هـای بـسیار جـدی بـا میـزان مـرگ و میـر ۲۸ درصدی منجر می شود(۱۸،۱۵). گزارشات اخیر در مـورد نتـایج فعالیت های ضد باکتریایی نـانومواد بـا سـاختار سـاده یـا پیچیـده بسیار دلگرم کننده است(۱۹،۱۴،۱۵).

مطالعه حاضر بیان می کند که نانومواد اکسید فلزات دارای خواص آنتی باکتریایی بسیار خوبی هستند و عوامل آنتی باکتریایی دارای این نانومواد می‌توانند دارای خاصیت ضد میکروبی بسیار موثری باشند. با توجه به نتایج، نانوماده $TiO_2$ دارای اثرات چشمگیری بر باکتری های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس است، البته روی استافیلوکوکوس ارئوس مؤثرتر است و در مدت ۱۶ ساعت غلظت باکتری را به صفر می رساند. پیوند محکم نانوذرات به لایه خارجی اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس موجب مهار فعالیت انتقالی، مهار دهیدروژناسیون، مهار آنزیم های پری پلاسمیک (آنزیم های موجود در فضای بین غشای پلاسمایی و دیواره سلولی باکتری) و لیز شدن سلول باکتری در محیط کشت اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس و سرانجام مهار RNA، DNA و مهار سنتز پروتئین می‌گردد (۲۰،۱۰،۱۳،۱۵).

داده های ما موافق و مطابق با پژوهش های قبلی اسـت کـه بـا اثـرات آنتـی باکتریـال نـانومواد سـروکار داشـته انـد (۱۰،۱۴،۱۵ و۱۹) البته در آزمایشاتی که در سال ۲۰۰۰ انجـام شـد، نـانوذرات نقره روی هر دو باکتری اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئـوس به یک میزان تاثیر داشـته اسـت در حـالی کـه نـانوذرات $TiO_2$ اسـتفاده شـده در ایـن آزمـایش روی بـاکتری اسـتافیلوکوکوس ارئـوس مـوثرتر بـوده اسـت. نـانوذرات Tio2 در ابتـدا موجـب پراکسیداسیون ترکیبات فسفولیپیدی چند حلقه ای غشاء لیپیـدی باکتری های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس می شود در نتیجه یکپارچگی غشاء سلولی کاهش یافته و فعالیت‌های اساسی



[ Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-05-02 ]

در ساختار سلولی سالم از جمله فعالیت های تنفسی از بین رفته و مرگ سلولی غیر قابل اجتناب می شود(۱۵،۱۰،۷،۲۱). با توجه به مطالعات قبلی به نظر می رسد که ترکیبات لیپیدی غشاء سلولی اشریشیاکلی در حضور نانوذرات، مقاومتر از ترکیبات لیپیدی غشاء سلولی باکتری استافیلوکوکوس ارئوس باشد.

به هر حال مکانیسم های دقیقی که به وسیله آن نانومواد رشد میکروبی را مهار می‌کنند کاملا درک نشده است. به طور کلی در مورد مکانیسم های احتمالی واکنش و فعال و انفعال‌های نانو مواد با ماکرومولکول های بیولوژیکی، اعتقاد بر این است که نانو مواد یون هایی را آزاد می کنند که با گروه تیول (SH-) پروتئین های موجود بر سطح سلول باکتری ها واکنش می دهند. این قبیل پروتئین ها از غشاء سلولی باکتری به سمت بیرون برآمدگی داشته و موجب انتقال مواد غذایی از دیواره سلول می شوند. نانومواد این پروتئین ها را غیر فعال کرده، نفوذ پذیری غشاء را کاهش داده و سرانجام باعث مرگ سلولی می شود(۱۹،۱۵،۱۳). نانومواد ممکن است بتوانند چسبندگی میکروبی و تشکیل بیوفیلم را کاهش دهند(۳،۲۱).

## نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر اثبات می کند که نانومواد اکسید فلزات دارای خواص آنتی باکتریایی بسیار خوبی هستند و عوامل آنتی‌باکتریایی که شامل این نانومواد باشند می توانند دارای خاصیت ضد میکروبی بسیار موثری باشند.

فرمول های مصرفی مفید با زمان تاثیرگذاری سریع می تواند در روشهای بالینی جهت درمان عفونت های ادراری، التهاب ریه گرم مثبت (که به وسیله استافیلوکوکوس ارئوس به وجود می‌آید) و التهاب ریه گرم منفی (که به وسیله اشریشیاکلی به وجود می‌آید) مورد استفاده قرار گیرد که این روش از نظر اقتصادی نیز به صرفه خواهد بود. آشکار است که نانومواد اثرات مهاری بسیار قدرتمندی را بر علیه طیف گسترده ای از انواع باکتری ها ارائه می دهند(۲۲،۱۰،۱۵). با توجه به داده‌های موجود می توان گفت یک ترکیب ساخته شده بر اساس تاثیرات بیولوژیکی نانوذرات $TiO_2$ می تواند برای درمان عفونت ها و بیماریهایی که به وسیله اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس ارئوس ایجاد می شود مورد استفاده قرار گیرد.

## سپاسگزاری

در پایان از دانشگاه پیام نور به علت تامین اعتبار این طرح سپاسگزاری می‌گردد.

## منابع:


1- Heath JR, Phelps ME, Hood L. ***Nano systems biology***. Mol Imaging Biol 2003, 5(11): 312–25.

2- Poole CP J, Owens FJ. ***Introduction to nanotechnology***. Wiley-Interscience, 2003,8(2), 29-48.

3- Furno F, Morley KS, Wong B, Sharp BL, Arnold PL, Howdle SM, et al. ***Silver nanoparticles and polymeric medical devices: a new approach to prevention of infection***? J Antimi Crob Chemoter 2009; 54(6): 1019-24.

4- Burda C, Chen X, Narayanan R, El-Sayed MA. ***Chemistry and properties of nanocrystals of different shapes***. Chem Rev 2005; 105(3): 1025-102.

5- Sosa IO, Noguez C and Barrera RG. ***Optical properties of metal nanoparticles with arbitrary shapes***. J Phys Chem 2003; B. 107(3):6269-75.


[ Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-05-02 ]

*6-* Dowling A, Clift R, Grobert N, Hutton D, Oliver R, O'Neill O, et al. ***Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties***. Royal Society and Royal Academy of Engineering 2007, 1, 112-20.

*7-* Te-Hsing W, Yi-Der T, Lie-Hang S. ***The novel methods for preparing antibacterial fabric composites containing nano-material***. Solid State Phenomena 2007;124(4): 1241-44.

*8-* Nalva HS. ***Handbook of nanostructured material and nanotechnology***, vol. 1.San Diego: Academic press;2000.p.1116-40

*9-* Xian-ying C, Onodera Y, Iwasaki T Chatterjee A. ***Selective anti-hepatoma treated with Titanium Oxid nanoparticles in vitro***. Ma Sci Ed 2003; 18(12):1124-27.

*10-* Pin-ching M, Smolinski S, Blake DM, Huang Zh, Wolfrum, Jacoby WA, et al. ***Bactericidal activity of photocatalytic TiO2 raection: toward an understanding of its killing mechanism***. App Enviro micro 1999; 65(9): 4094-98.

*11-* Zhaobo W, Sondi I, Salopek-Sondi B***. Study on novel antibacterial high-impact polystyrene/$TiO_2$ nanocomposites***. J Ma Sci 2005; 40(2):6433- 38.

*12-* Sungkaworn T, Triampo W, Nalakarn P, Triampo D, Tang IM, Lenbury Y, et al. ***The effects of TiO2 nanoparticles on tumor cell colonies: fractal dimension and morphological properties***. Int J Biomed Sci 2007;2(1):67-74.

*13-* Feng QL, Wu J, Chen GQ, Cui FZ, Kim TN, Kim JO. ***A mechanistic study of the antibacterial effect of silver ions on Escherichia coli and Staphylococcus aureus***. J Biomed Mat Re 2000; 52(4): 662-68.

*14-* Ping L, Juan L, Changzhu W, Qingsheng W, Jian L. ***Synergistic antibacterial effects of lactam antibiotic combined with silver nanoparticles***. Nanotech 2005;16(3): 1912-17.

*15-* Sondi I, Salopek-Sondi B. ***Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on E. coli as a model for Gram-negative bacteria***. J Colloid Inter Sci 2004;275(5): 177–82.

*16-* Wu X, Liu h, Liu J, Haley KN, Treadway JA, Larson JP, et al. ***Immunofluorescent labeling of cancer marker Her2 and other cellular targets with semiconductor quantum dots***. Nat Biotech 2003;21: 41-6.

*17-* Jiang H, Manolache S. ***Te-Hsing W.Plasma-enhanced deposition of silver nanoparticles onto polymer and metal surfaces for the generation of antimicrobial characteristics***. J App Polym Sci 2004**;**93(3): 1411-22.

*18-* Fortner JD, Lyon DY, Sayes CM, Boyd AM, Falkner JC, Hotze EM, et al. ***C-60 in water: Nanocrystal formation and microbial response***. Envir Sci Tech 2005**;**39: 4307-16.

*19-* Stoimenov PK, Klinger RL, Marchin GL, Klabunde KJ. ***Metal oxide nanoparticles as bactericidal agents***. Langmuir 2002**;** 18(6):6679-86.

[ Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-05-02 ]

***20-*** Power EGM. ***Aldehydes as biocides***. Prog Med Chem 1995; 34(5): 149–201.

***21-*** Onodera Y, Iwasaki T, Chatterjee A. ***Bactericidal allophonic materials prepared from allophone***. Soil Appl Clay Sci 2001; 18(7): 123–34.

***22-*** Baumgartner JN, Cooper SL. ***Bacterial adhesion on polyurethane surfaces conditioned with thrombus components***. J Ameri Soci Artifi Inter Orga 1996**;** 42: M476-79.

[ Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-05-02 ]