

تولید نخ پلی استر آنتی باکتریال سازگار با محیط زیست و انسان

گروه نوآوری شرکت نفیس نخ

چکیده

در این تحقیق، نخ آنتی باکتریال پلی استر، توسط نانوذرات نقره به روش ذوب ریزی تولید گردید. بعد از پروسه‌ی تولید نخ آنتی باکتریال، تست آنتی باکتریال علیه ۳ باکتری کولای^۲ (ATCC:25922)، آنروژینوزا^۳ (ATCC:27853) و اورئوس^۴ (ATCC:25923) انجام گردید و سپس تست‌های ثبات شستشویی، برای تعیین ماندگاری ذرات نانو بر روی پارچه تولید شده از نخ آنتی باکتریال، با استفاده از استاندارد ISIRI 10076، انجام گردید. تست‌های تعیین قابلیت تحریک و تخریب پوستی ناشی از تماس حاد با نمونه نخ آنتی باکتریال طبق روش ارزیابی OECD 404 بر روی پارچه بافته شده از نخ آنتی باکتریال و تست میکروسکوپ الکترونی عبوری^۵ برای تعیین شکل و اندازه‌ی نانو ذره انجام گردید.

۱- مقدمه

در میان مواد آنتی باکتریال کننده، نقره به گونه‌ای گسترده در بسیاری از صنایع مورد مصرف قرار می‌گیرد، زیرا دارای خواص ضد میکروبی قوی می‌باشد. [۳]

باکتری اشرشیا کولای

اغلب گونه‌های کولای بی‌ضرر هستند، اما برخی از انواع آن باعث مسمومیت وخیم غذایی در انسان می‌شوند. عفونت‌های ادراری ناشی از اشرشیا کولای یکی از شایع‌ترین بیماری‌ها در کودکان است. [۴]

باکتری سودوموناس آنروژینوزا

اصولاً این باکتری یک باکتری شایع بیمارستانی است و از میوه‌ها،

کلیه منسوجات، هنگامی که در معرض باکتری‌ها قرار می‌گیرند، بستری برای رشد باکتری و یا شیوع آن خواهند شد. بطور مثال ملحفه‌های بیمارستانی، در بخش‌های عفونی، هزینه زیادی صرف ضد عفونی کردن آنها می‌شود. [۱]

آلودگی میکروبی نه تنها برای انسان‌ها مضر است، بلکه آنها باعث مضرات اقتصادی نیز می‌شوند، زیرا تجهیزات صنعت را دچار تخریب و نابودی می‌گردانند. وجود آلودگی‌ها در هر سطح، اولین قدم به سمت آلودگی آن سطح می‌باشد، بنابراین مهم است که باکتری‌ها را قبل از رسیدن و پیوستن به سطح، از بین ببریم. [۲]

با تولید این نخ، علاوه بر آنکه هزینه‌های ناشی از ضد عفونی کردن کاهش می‌یابد، می‌توان مرگ و میرهای ناشی از عفونت‌های بیمارستانی را کاهش داد. روش‌های دیگری که برای ضد باکتری کردن منسوج، استفاده می‌شود، روش فیزیکی است، که علاوه بر ثبات شستشویی نامناسب، باعث آلودگی‌های زیست

محیطی نیز می‌گردد. [۱]

1. Info@nafisnakh.com

2. E.coil

3. P.aeruginosa

4. S.aureus

5. Transmission electron microscopy= TEM



رفتن آن‌ها خواهند شد. [7]

روش‌های متداول ضدباکتری کردن منسوجات عموماً فیزیکی هستند. در این روش‌ها، بعد از تولید محصول در کارخانه‌های تکمیل پارچه، مواد ضد باکتری را بر روی پارچه به صورت عملیات فیزیکی منتقل می‌کنند، همین امر باعث می‌شود تا پس از چند بار شستشو، خاصیت آن از بین برود؛ ضمن اینکه مواد مصرفی آلودگی زیست محیطی نیز دارند و این در حالی است که می‌تواند با تکیه بر روشی جدید و با استفاده از سیستم ذوب‌ریسی تولید الیاف، مستریج ضد باکتری را به مذب پلی‌استر اضافه کرد. این مستریج حاوی نانوذرات نقره است. با توجه به اندازه بسیار کوچک نانوذرات، در سطح نخ به صورت یکسان و کامل پخش می‌شوند و لذا پایداری شستشویی بسیار بالایی دارند. [7]

نانو نقره؛ ایمن، بسیار فعال، غیرحساسیت‌زا و آب‌دوست بوده و برای فرد مصرف‌کننده لباس، قابل تحمل و راحت است. نانو نقره در تماس با قارچ یا باکتری‌ها، بر روی متابولیسم آنها اثر گذاشته و رشد سلول را مختل می‌کند. بسیاری از مواد شیمیایی ناپایدار ضدباکتری به دلیل سمیتشان باید با احتیاط عمل شده و استفاده شوند اما نقره خاصیت ضدباکتری طبیعی و بی‌ضرری دارد که دانشمندان آن را از یونانی‌ها و رومی‌های باستان فرا گرفته‌اند.

[8]

نقره از گذشته به عنوان یک انتی‌بیوتیک قوی شناخته شده است و دارای کاربردهای گسترده‌ای در صنایع پزشکی و مراقبت‌های بهداشتی است. نانو ذرات نقره عموماً در غشا باکتری تجمع کرده و تنها تعداد کمی از ذرات می‌توانند وارد سلول شوند. [9] در سطحی که غلظت یون نقره بیشتر است، میزان سمیت و زیست تخریب‌پذیر بودن نقره هم بیشتر است. [2] نانوذرات نقره خواص ضد میکروبی قوی دارند به طوری که ثابت شده است نانو ذرات نقره علیه طیف وسیعی از باکتری‌ها اثر ضد میکروبی دارند. [10]

۲- روش تجربی

نخ‌های نانو کامپوزیتی نقره-پلی‌استر، با استفاده از نانو نقره و افزودن آن به ماده نیمه‌آرایش یافته، باعث توقف رشد باکتری گرم مثبت و گرم منفی می‌گردد. در این روش، نانوذرات نقره در بستر پلیمر قرار گرفته و این امر مانع از رهش آن‌ها در اثر استفاده و شستشوی مکرر می‌شود که با استفاده از سیستم ذوب ریسی تولید الیاف، مستریج ضد باکتری مذب، حاوی نانو نقره، به مذب پلی‌استر اضافه گردید و با توجه به بسیار ریز بودن ذرات نانو،

گیاهان و سبزی‌ها، عیادت‌کنندگان و بیمارانی که از دیگر بخش‌ها منتقل می‌شوند، وارد بیمارستان می‌شود. سودوموناس ارگانیسمی گرم و هوازی است که در آب و خاک یافت می‌شود و مهم‌ترین گونه بیماری‌زای آن در انسان، سودوموناس آئروژینوزا است. این باکتری می‌تواند در بیماران بستری در بخش مراقبت‌های ویژه، سوختگی و در سایر بخش‌ها، ایجاد عفونت‌های ثانویه‌ی اکتسابی نماید.

باکتری استافیلوکوکوس اورئوس

این باکتری در پوست بدن دیده می‌شود، یکی از مهم‌ترین باکتری‌های آلوده‌کننده‌ی مواد غذایی می‌باشد. این باکتری از طریق انسان (دست‌آلوده در تماس با مواد غذایی) و حیوانات خونگرم به ماده غذایی منتقل شده و در فرد ایجاد مسمومیت گذرا همراه با اسهال و استفراغ می‌نماید. این باکتری یک جرم بیماری‌زای فرصت‌طلب است که موجب عفونت‌های مختلف در انسان و حیوان می‌گردد. [6]

دو مکانیسم عمده برای تاثیر نانو نقره بر باکتری عبارتند از:

۱- مکانیزم یونی:

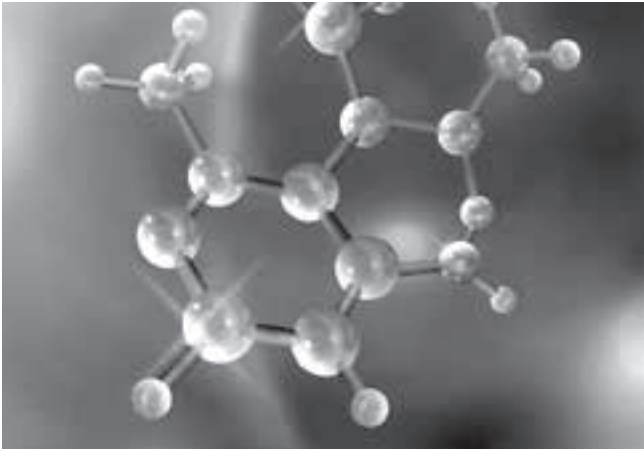
دگرگون ساختن میکروارگانیسم‌ها بوسیله تبدیل پیوندهای یونی SH- به SAG- در این مکانیزم ذرات نانو نقره فلزی به مرور زمان یون‌های نقره از خود ساطع می‌کنند. این یون‌ها طی واکنش جانشینی، باندهای SH- را در جداره میکروارگانیسم‌ها به باندهای SAG- تبدیل می‌کنند، که نتیجه واکنش مرگ میکروارگانیسم است.

۲- مکانیزم کاتالیستی:

تولید اکسیژن فعال توسط نقره، این مکانیزم بیشتر در مورد کامپوزیت‌های نانو نقره‌ای صدق می‌کند که روی پایه‌های نیمه‌هادی مانند TiO_2 یا SiO_2 قرار گرفته می‌شود. در این وضعیت ذره مانند یک پیل الکتروشیمیایی عمل می‌کند و با اکسید کردن اتم اکسیژن، یون اکسیژن و با هیدرولیز کردن آب، یون OH^- را تولید می‌کند که از هر دو بنیان‌های فعال و از قوی‌ترین عاملین ضد میکروبی نیز می‌باشند.

در میان عناصر آنتی‌باکتریال گوناگون مورد استفاده در منسوجات، نقره به دلیل خواص ویژه‌ای چون پایداری حرارتی، فراریت کم و فعالیت طولانی مدت دارای اهمیت ویژه‌ای است. نانوذرات نقره بر روی بازه وسیعی از باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی تأثیرگذارند. این ذرات به دلیل نسبت سطح به حجم بالا، سطح تماس بالایی را با میکروارگانیسم‌ها ایجاد کرده و سبب از بین

6. Partially oriented yarn = POY



به نتایج مطالعه حاضر نخ آنتی‌باکتریال تولیدشده، فاقد خاصیت تحریک و تخریش جلدی ارزیابی شد و از نظر فقدان اثرات سمی طی مصرف پوستی مورد تایید^۸ است. تولید نخ آنتی‌باکتریال، مستلزم رعایت نکاتی است تا علاوه بر آنتی‌باکتریال بودن نخ، بتواند این خاصیت را برای مدتی طولانی در نخ حفظ کند و این خاصیت سبب بروز مشکلات، برای انسان و محیط زیست نگردد. استفاده از نانو نقره در اندازه و غلظت مناسب، می‌تواند به زیست دوست بودن محصول، کمک کند.

منابع:

- ۱- (چهارمین جشنواره علم تا عمل - مهر ۱۳۹۲)
- 2- Ashraf, Munir and Anne Perwuelz. "Development of Antibacterial Polyester Fabric by Growth of ZnO Nanorods." *Journal of Engineered Fabrics & Fibers (JEFF)* 9.1 (2014).
- 3- Shahidi, Sheila, and Jakob Wiener. *Antibacterial Agents in Textile Industry*. INTECH Open Access Publisher, 2012.
- ۴- فصلنامه دارای رتبه علمی - پژوهشی (دامپزشکی) - ارزیابی اپیدمیولوژیک ژن‌های ویبرولانس *hly*, *cnf-1*, *sfa*, *pap* در سویه‌های اشریشیا کلی جدا شده از کودکان مبتلا به عفونت مجاری ادراری - شهره فرشاد^۹، فاطمه امام قریشی، مانلی امین شهیدی ص ۳۱.
- 5- Alizadeh, Hamed, et al. "Antibacterial effects of silver nanoparticles on *Brucella melitensis* 16M in an animal model in Vitro." *Arak Medical University Journal* 14.7 (2012): 64-70.
- ۶- فصلنامه دارای رتبه علمی - پژوهشی (دامپزشکی) - بررسی فراوانی ژن‌های چسبندگی *cnfA*, *fnbA* و *fnbB* در جدایه‌های استافیلوکوکوس اورئوس جدا شده از موارد تورم پستان گوسفند - حبیب دستمالچی ساعی، سارا اقدسی، حامد محمدزاده، صص ۱۹-۲۹.
- ۷- ماهنامه فناوری نانو - شماره ۱۶۸ - مهرماه ۹۰.
- 8- Hossain, Fahim, et al. "Antimicrobial nano materials as water disinfectant: applications, limitations and future perspectives." *Science of The Total Environment* 466 (2014):1047-1059.
- 9- Stadtländer, C. T. K. H. "Scanning electron microscopy and transmission electron microscopy of mollicutes: challenges and opportunities." *Modern research and educational topics in microscopy* 1(2007):122-131.
- 10- Marambio-Jones C, Hoek EMV. A review of the antibacterial effects of silver nanomaterials and potential implications for human health and the environment. *Journal of Nanoparticle Research*. 2010;12(5):1531-51.

7. polyethylene terephthalate = PET

8. بخش پژوهش و فناوری واحد علوم دریایی دانشگاه آزاد اسلامی.

در سطح نخ، به صورت یکسان و کامل پخش می‌شود و پایداری شستشویی بالایی می‌یابد. این عملیات در واقع، جایگزین کردن روش های شیمیایی، به جای روش فیزیکی است، به طوری که به جای استفاده از مواد و محلول‌ها در مرحله تکمیل، از گرانول‌های حاوی نانو نقره استفاده می‌گردد. این گرانول‌های ضدباکتری، با نام مستتر بچ‌های ضدباکتری شناخته می‌شود. در این روش، با استفاده از چپیس پلی‌اتیلن ترفتالات^۷ عملیات ذوب‌ریسی انجام گردید. نخ تولیدی به صورت فیلامنت می‌باشد. نخ آنتی‌باکتریال تولیدی به دلیل حضور نانو ذرات نقره در شبکه پلیمری خویش، خواص خود را به مدت بسیار طولانی حفظ خواهد کرد. با توجه به اینکه اندازه‌ی ذرات نانو نقره و غلظت یون‌های نقره در میزان نفوذپذیری ذرات نقره به درون بافت‌ها تاثیر می‌گذارد، استفاده از ذرات نانو با اندازه و غلظت مناسب، اهمیت ویژه‌ای دارد. از نخ تولید شده با این روش، می‌توان در تولید انواع مختلف منسوجات، نظیر: جوراب، پوشاک خانگی و ورزشی، پرده، منسوجات خواب، منسوجات بیمارستانی (نظیر ملحفه، روبالشی و...) و نیز فرش ماشینی استفاده نمود.

۳- نتیجه و بحث

میکروسکوپ الکترونی عبوری: با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری نتیجه حاصل گردید که، الیاف تولید شده در مقیاس نانو می‌باشند و گواهی‌نامه نانومقیاس با شماره ۳۱۲-۷۴۵۹، مطابق با استانداردهای TS80004/ISIRI، از ستاد ویژه فناوری نانو دریافت گردید.

تست آنتی‌باکتریال: در این تست اثر آنتی‌باکتریال نمونه پارچه بافته شده از نخ آنتی‌باکتریال علیه ۳ باکتری (ATCC:25922) *E.coil* و *Paeruginosa* (ATCC:27853) و *S.aureus* (ATCC: 25923) بررسی گردید. مقاومت الیاف تولید شده در برابر این باکتری‌ها تایید گردید که این امر منجر به دریافت نشان سیب سبز سلامت از وزارت بهداشت گردید.

تست‌های ثبات شستشویی نمونه آنتی‌باکتریال: به منظور بررسی ثبات ماندگاری خاصیت آنتی‌باکتریال در پارچه بافته شده از نخ آنتی‌باکتریال، عملیات شستشویی بر روی پارچه، بر اساس استاندارد (ISIRI ۱۰۰۷۶۱) ملی ایران، انجام گرفت. نتایج نشان داد که با شستشوی مکرر نمونه آنتی‌باکتریال شده، این پارچه خاصیت آنتی‌باکتریال بودن خود را تا مدت بسیار طولانی حفظ خواهد کرد.

تست حساسیت موضعی پوستی: در این تحقیق، تست تعیین قابلیت تحریک و تخریش پوستی ناشی از تماس حاد با نمونه نخ آنتی‌باکتریال، به روش ارزیابی OECD 404، انجام گردید. با توجه