پژوهش درپزشکی (مجله پژوهشی دانشکده پزشکی)
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
دوره ۳۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، صفحات ۱۱ تا ۱۸

مقاله اصلی
(Original Article)

بررسی تاثیر نانو ساختار دندریمر پلی پروپیلن ایمین بر خاصیت ضد میکروبی کالای پنبه‌ای

سامرا سلیم پور آبکنار[۱]، رضا محمد علی مالک*[۱]، سودابه طاهری[۲]

[۱] دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران
[۲] گروه میکروبیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

چکیده

سابقه و هدف: *کالاهای پنبه ای که در البسه و مصارف بیمارستانی بسیار مورد استفاده قرار می گیرند، همواره مستعد به حمله توسط عوامل بیماری‌زا و میکروبی هستند. با توجه به خصلت کاتیونیکی و با وجود گروه‌های آمین فراوان در نانوساختار دندریمر پلی پروپیلن ایمین، احتمالا این نانوساختار دارای خاصیت ضد میکروبی است. این تحقیق، به بررسی تاثیر نانو ساختار دندریمر پلی پروپیلن ایمین بر خاصیت ضد میکروبی پارچه پنبه‌ای می‌پردازد.*

روش بررسی: *این تحقیق به روش تجربی و بر روی دو نسل از دندریمر پلی پروپیلن ایمین که به واسطه دو نوع ماده اتصال دهنده (سیتریک و گلوتاریک اسید) به پارچه پنبه ای اتصال یافتند، صورت گرفت. فعالیت ضد میکروبی سه گروه شامل گروه شاهد و دو گروه تجربی (نمونه آغشته شده و اتصال یافته به دندریمر) در مقابل سه نوع باکتری (Staphylococcus aureus, Escherichia coli ,Pseudomonades auruginosa) و قارچ (Candida albicans) مطابق با استاندارد PN-EN ISO20645:2007 قبل و پس از ۵ مرتبه پروسه شست وشو مورد بررسی قرار گرفتند.*

یافته‌ها: *میکرواورگانیسم‌ها در زیر و محیط نمونه شاهد رشد کردند. در نمونه تجربی آغشته به دندریمر هیچ‌گونه رشدی در زیر و محیط نمونه‌ها مشاهده نشد، اما پس از ۵ سیکل شست و شو هاله عدم رشد نمونه‌ها کاهش یافت. در نمونه تجربی اتصال یافته به دندریمرها هیچ-گونه رشدی در زیر نمونه‌ها حتی پس از ۵ سیکل شست و شو مشاهده نشد، اما میکرواورگانیسمها در محیط نمونه‌ها رشد کردند.*

نتیجه‌گیری: *نظر می‌رسد که پارچه پنبه‌ای اتصال یافته به دندریمر پلی پروپیلن ایمین از خاصیت ضد میکروبی خوبی در برابر میکرواورگانیسم‌ها پس از ۵ سیکل شست و شو برخوردار است. البته تحقیقات بیشتر در این زمینه توصیه می‌شود.*

واژگان کلیدی: *دندریمر پلی پروپیلن ایمین، خاصیت ضد میکروبی، استافیلوکوک اورئوس، اشرشیا کلای، سودوموناس آئروجینوزا، کاندیدا آلبیکانس.*

مقدمه

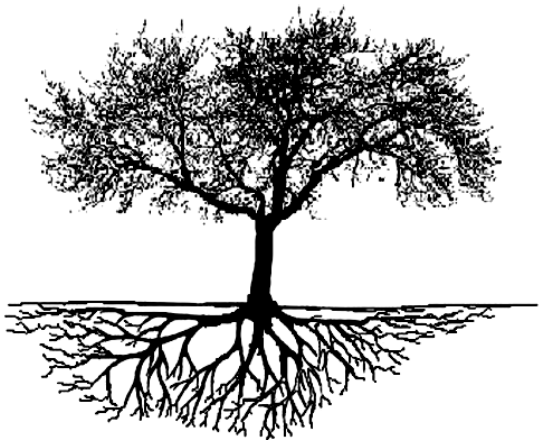
به دلیل خواص منحصر به فرد ساختار لیف پنبه نظیر جذب رطوبت، استحکام و مقاومت سایشی زیاد، از این لیف طبیعی در صنایع نساجی، پوشاک و البسه بیمارستانی و بهداشتی به وفور استفاده می‌شود. از طرفی دیگر، کالاهای پنبه‌ای قادرند محیط مناسبی را برای رشد باکتری‌ها و قارچها فراهم آورند که از جمله معایب آنها است (۱). در گذشته منسوجاتی که تکمیل ضدمیکروب بر روی آنها صورت می‌گرفت، جزء منسوجات خاص و تکنیکی به شمار می‌رفتند، اما امروزه به دلیل محافظت بدن در

آدرس نویسنده مسئول: تهران، خیابان حافظ- دانشگاه صنعتی امیر کبیر، دانشکده مهندسی نساجی، دکتر رضا محمد علی مالک (**e-mail:** rmamalek@aut.ac.ir)
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۹/۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۱/۲۵

Archive of SID
www.SID.ir

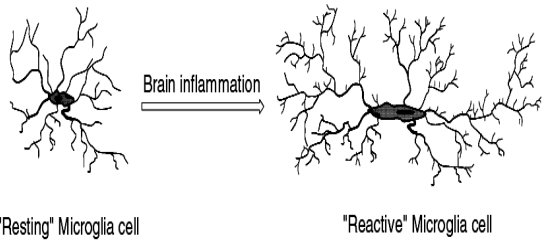
برابر رشد قارچ و باکتری، ضد میکروب شدن کالاهای پنبه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار است. از مواد ضد میکروبی شناخته شده میتوان به ترکیبات آلی نظیر تریکلوسان (Triclosan) (۲) و کلروفنول (Chlorophenol) (۳)، ترکیبات معدنی بر پایه فلزات (نمک‌های فلزی کادومیم، نقره، مس، روی، کروم و جیوه) (۶-۴)، پلیمرهای طبیعی (کیتوسان و مشتقاتش) (۸،۷)، N- هالامین‌ها، پلی‌بیگوانیدها (Poly biguanides) (۹،۱۰) ترکیبات آمونیوم چهارظرفیتی، مشتقات مختلف بنزوفنون‌ها و ترکیبات حاوی گروه‌های آمین اشاره کرد (۳). علاوه بر این، در کاربرد مواد ضد میکروب بر روی کالاهای پنبه‌ای نکات مهمی باید در نظر گرفته شود که از آن جمله می‌توان به عدم تاثیر منفی این مواد بر روی زیر دست کالا، عدم تغییر رنگ کالای پنبه‌ای، سازگاری با پوست انسان، عدم بروز مشکلات زیست محیطی، سرعت عمل بالا در برابر میکرو ارگانیسم‌ها و ثبات در برابر شست و شوی مکرر اشاره نمود (۱۱).

ساختارهای دندریتیکی (Dendritic structures) یا درخت‌سانها به عنوان الگوی پایه‌ای در طبیعت، اغلب در مکان‌هایی که نیاز به دریافت نور، انرژی و مواد مغذی برای رشد و نمو وجود دارد، دیده می‌شوند. به طور مثال، در سطح زمین، شاخه و برگ گیاهان برای دریافت نور و یا در زیر خاک، ریشه‌هایشان به منظور جذب بیشتر آب و مواد مغذی از یک الگوی دندریتیکی پیروی می‌کنند (شکل ۱).



شکل ۱- ساختار دندریتیکی در طبیعت

در بدن انسان و حیوانات نیز، تکامل تدریجی پروسه رشد مرهون توسعه شبکه‌های دندریتیکی است. زمانی که هوا به داخل ریه‌هایمان وارد می‌شود، اکسیژن از درون شبکه‌های بزرگ دندریتیکی مویرگها و نایژه‌ها عبور میکند. هم‌چنین، سلول‌های عصبی میکروگالیا مغز نیز با پیروی از یک الگوی دندریتیکی قادرند پروتئین‌های ضدالتهابی را به منظور بهبود بافت‌های مغزی بیمار آزاد کنند (شکل ۲) (۱۲). دندریمر (Dendrimer) یک کلمه یونانی است که از دو بخش دندروس (Dendros) به مفهوم درخت یا شاخه و مروس (Meros) به معنی جز یا بخش تشکیل شده است. به عبارت دیگر، دندریمرها زیر مجموعه‌ای از ساختارهای دندریتیکی هستند که از نظم ساختاری مشخصی برخوردارند. دندریمرهای پلی پروپیلن ایمین (PPI) از قدیمی‌ترین دندریمرهای شناخته شده هستند که اولین بار توسط شخصی بنام وگتل (Vogtle) سنتز و معرفی شدند. این دندریمرها دارای یک هسته مرکزی (Central core) با عوامل فعال متعدد می‌باشند و به انشعاباتی که از هسته خارج می‌گردد نیز شاخه (Branch) گفته می‌شود. شاخه‌های درونی مجددا با ترکیبات شاخه‌دار جدید واکنش داده و لایه به لایه بر هسته مرکزی افزوده می‌شوند. به قرار گرفتن گروه‌های شاخه‌دار در هر مرحله از سنتز بر روی هسته دندریمر نسل (Generation) گفته می‌شود. دندریمرهای PPI از هسته مرکزی دی آمینو بوتان(DAB)، بخش‌های درونی پروپیلن آمین سه گانه و گروههای آمین انتهایی تشکیل شده‌اند. علاوه بر این، دندریمر PPI محلول در آب، بی-رنگ و شفاف است (۱۳). از ویژگی‌های منحصر بفرد ساختارهای دندریمری می‌توان به ساختار منظم و پرشاخه، گروه‌های فعال انتهایی چندکاره و فضاهای خالی مابین شاخه ها اشاره نمود که این فضاهای خالی قابلیت پذیرش مولکولهای میهمان و کپسوله کردن ذرات در اندازه‌های مختلف را فراهم می‌آورد (۱۴). به همین دلیل، در سال‌های اخیر محققین از ساختارهای دندریتیکی و به ویژه دندریمرها در علوم پزشکی، داروسازی و بیولوژی، سیستم‌های دارو رسانی (Drug Delivery Systems)، رشد سلول‌های بنیادین، درمان انواع تومورها، بهبود اختلالات ژنتیکی، شناسایی سلول‌های سرطانی، کاربردهای آنتی ویروسی و آنتی باکتریالی بهره برده‌اند (۲۰-۱۵).



شکل ۲- فعالیت سلول عصبی میکروگالیا در طول یک بیماری التهابی مغز

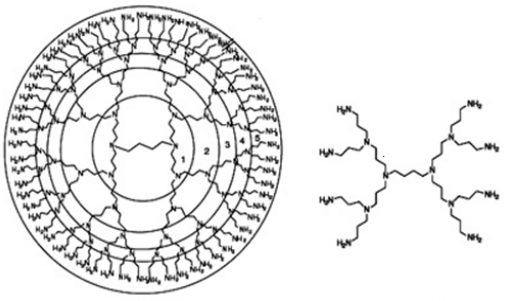
همان طور که اشاره شد، برخی از مواد ضد میکروبی مهم نظیر کیتوسان و یا پلی بیگوانیدها، دارای گروه‌های عاملی آمین در

Archive of SID
www.SID.ir

ساختار شیمیایی خود هستند که به طبیعت پلی کاتیونیک و ضد میکروبی‌شان کمک می‌کند. از آنجایی که دندریمرهای PPI نیز در ساختار خود دارای گروه‌های آمین انتهایی می‌باشند، این تحقیق با هدف بررسی و مقایسه خاصیت ضد میکروبی پارچه‌های پنبه‌ای آغشته (گروه تجربی دوم) و اتصال یافته (گروه تجربی سوم) به دندریمر پلی پروپیلن ایمین با پارچه پنبه‌ای شاهد در دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه امیر کبیر انجام شد.

مواد و روشها

در این مطالعه، دو نسل از دندریمر PPI (شکل ۳) اهدا شده توسط شرکت هلندی Symo-Chem BV، بدون هیچ گونه خالص سازی مورد استفاده قرار گرفتند.



شکل ۳- ساختار دندریمر PPI: دندریمر نسل دوم (ساختار سمت راست) دندریمر نسل پنجم (ساختار سمت چپ) (۱۳)

پارچه پنبه‌ای آهارگیری شده نیز از کارخانه نساجی بروجرد تهیه شد. مواد شیمیایی نظیر سدیم هیپوفسفیت (کاتالیزور)، سیتریک اسید و گلوتاریک اسید (اتصال دهنده ها) از شرکت مرک آلمان خریداری شدند. باکتری‌های گرم منفی (*Escherichia coli*، *Pseudomonads aeruginosa*)، باکتری گرم مثبت (*Staphylococcus aureus*) و قارچ (*Candida albicans*) مورد استفاده در این تحقیق توسط آزمایشگاه میکروب شناسی دانشکده پزشکی دانشگاه شهید بهشتی اهدا شد. مواد مغذی مولر هینتون (Muller-Hinton) و Brain-Heart Infusion (BHI) برای کشت باکتری‌ها نیز از شرکت مرک خریداری شدند.

روش اتصال دندریمرهای نسل دوم و پنجم به سطح پارچه پنبه‌ای در مقالات قبلی‌مان به طور کامل شرح داده شده است (۲۳-۲۱). به منظور بررسی خاصیت ضد میکروبی، ابتدا نمونه-های پارچه‌ای (قطر ۵ میلی‌متر) در دمای ۱۲۰ درجه سانتی-گراد به مدت ۱۵ دقیقه با دستگاه (Hirayama Model-Japan MFG) استریل شدند. پس از آماده سازی پلیت‌های (Iran-Labtronco) حاوی ماده مغذی مولر هینتون آگار (Muller-Hinton-Agar) و آغشته به باکتری‌های مورد نظر، نمونه‌ها درون این پلیت‌ها قرار گرفتند. سپس، پلیت‌ها در انکوباتور (Bacterio Model-Germany) با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. برای بررسی خاصیت ضد میکروبی گروه‌های تجربی شاهد، دوم و سوم، از توصیف هاله عدم رشد یا ناحیه بازدارندگی (Zone of inhibition) استفاده شد. به منظور بررسی کمی خاصیت ضد میکروبی محلول‌های دندریمر PPI نیز از توصیف مینیمم غلظت بازدارندگی (Minimum Inhibitory Concentration: MIC) در حضور ماده مغذی BHI استفاده گردید. MIC محلول‌های مایی دندریمر PPI در مقابل میکرو اورگانیسمهای مورد استفاده در این تحقیق، بر اساس Broth dilution test بدست آمد. در این تست، محلول‌هایی با رقت سریالی از دندریمرهای PPI تهیه می‌شوند و سپس با غلظت استانداردی از باکتری مورد آزمایش آغشته شده و در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده می‌شوند. پس از گذشت ۲۴ ساعت، کمترین غلظت دندریمر PPI که قادر به جلوگیری از رشد باکتری باشد تحت عنوان توصیف MIC بیان می‌شود (۲۴).

یافته‌ها

شکل ۴ نشان می‌دهد که دندریمر پلی پروپیلن ایمین نسل پنجم (در تمامی غلظت‌ها) در برابر همه باکتری‌ها به جز باکتری سودوموناس آئروژینوزا، از فعالیت ضد میکروبی بسیار بهتری نسبت به دندریمر نسل دوم برخوردار است، به نحوی که در سه غلظت سریالی ساخته شده (۱/۲، ۱/۴، ۱/۸) از محلول اولیه نانو ساختار دندریمر PPI (غلظت اولیه محلول ۱٪) پس از ۲۴ ساعت، هیچ رشد کلونی مشاهده نمی‌شود. در مورد باکتری سودوموناز آئروژینوزا ، مینیمم غلظت بازدارندگی (MIC) دندریمر نسل پنجم برابر ۱/۴ و میزان رشد باکتری تقریبا 10^5 کلونی بود. هم‌چنین، دندریمر PPI نسل دوم مقاومت خوبی در برابر میکرو اورگانیسم‌ها داشت. همان طور که مشاهده می‌شود مینیمم غلظت بازدارندگی دندریمر نسل دوم در مقابل باکتری‌های سودوموناز آئروژینوزا، استافیلوکوک آرئوس، اشرشیا کلای و قارچ کاندیدا آلبیکانس به ترتیب برابر۱/۴ (با رشد کلونی 10^4)، ۱/۴ (با رشد کلونی 10^4)، ۱/۸ (با رشد کلونی بیشتر از $10^4 \times 2$) و ۱/۸ (با رشد کلونی بیشتر از 10^5) بود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- معیار فعالیت ضد میکروبی نمونه ها مطابق با استاندارد PN-EN ISO 20645:2007

هاله عدم رشد	رشد زیر نمونه	توصیف	ارزیابی
>۱	خیر	قطر هاله عدم رشد بیشتر از یک میلیمتر، عدم رشد زیر نمونه	فعالیت خوب
۱-۰	خیر	قطر هاله عدم رشد حداکثر تا یک میلیمتر، عدم رشد زیر نمونه	
۰	خیر	عدم هاله رشد، عدم رشد زیر نمونه	
۰	کمی	عدم هاله رشد، رشد زیر نمونه تشابه زیادی به حالت عدم رشد دارد	فعالیت متوسط
۰	متوسط	عدم هاله رشد، رشد زیر نمونه تا نیمه مساحت نمونه	فعالیت ضعیف
۰	زیاد	عدم هاله رشد، رشد زیر نمونه کاهش یافته یا فقط کمی کاهش یافته است.	

جدول ۲- نتایج فعالیت ضد میکروبی نمونه‌ها در برابر میکرواورگانیسم‌های مورد آزمایش مطابق با استاندارد PN-EN ISO 20645:2007

نمونه ها (قطر نمونه ۵ میلیمتر)		استافیلوکوک آرئوس		اشرشیا کلای		سودوموناز آئروژینوزا		کاندیدا آلبیکانس	
		هاله عدم رشد*	رشد زیر نمونه	هاله عدم رشد	رشد زیر نمونه	هاله عدم رشد	رشد زیر نمونه	هاله عدم رشد	رشد زیر نمونه
پنبه شاهد		۰	بلی	۰	بلی	۰	بلی	۰	بلی
نمونه آغشته به G2-PPI	قبل از شستشو	۳/۵	خیر	۴/۵	خیر	۷/۰	خیر	۳/۰	خیر
	پس از ۵ سیکل	۲/۰	خیر	۱/۶	خیر	۲/۰	خیر	۱/۲	خیر
نمونه آغشته به G5-PPI	قبل از شستشو	۶/۰	خیر	۱۲/۵	خیر	۱۰/۵	خیر	۹/۰	خیر
	پس از ۵ سیکل	۱/۷	خیر	۳/۵	خیر	۳/۸	خیر	۲/۵	خیر
نمونه اتصال یافته به G2-PPI بواسطه گلوتاریک اسید	قبل از شستشو	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر
	پس از ۵ سیکل	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر
نمونه اتصال یافته به G5-PPI بواسطه گلوتاریک اسید	قبل از شستشو	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر
	پس از ۵ سیکل	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر
نمونه اتصال یافته به G2-PPI بواسطه سیتریک اسید	قبل از شستشو	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر
	پس از ۵ سیکل	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر
نمونه اتصال یافته به G5-PPI بواسطه سیتریک اسید	قبل از شستشو	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر
	پس از ۵ سیکل	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر	۰	خیر

* برحسب میلی‌متر و بر اساس فرمول W= (T-D)/2 محاسبه شده است که در آن W، T و D به ترتیب عرض هاله عدم رشد، قطر نمونه، کل قطر نمونه و هاله عدم رشد است.

جدول ۲ نتایج مربوط به هاله عدم رشد باکتری یا ناحیه بازدارندگی (Zone of inhibition) نمونه‌های مورد آزمایش را مطابق با استاندارد PN-EN ISO 20645:2007 (جدول ۱) نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که نمونه‌های آغشته شده (گروه تجربی دوم) به دندریمر PPI نسل دوم و پنجم از هاله عدم رشد خوبی در برابر میکرو اورگانیسم‌ها برخوردار هستند. اما قطر هاله عدم رشد پس از ۵ سیکل شست و شو، روند کاهشی چشمگیری را نشان داد. در حالی که در نمونه‌های اتصال یافته (گروه تجربی سوم) به هر دو نسل از دندریمر PPI هاله عدم رشدی مشاهده نشد، اما نمونه‌های این گروه تجربی، همچنان پس از ۵ سیکل شست و شو در مقابل رشد باکتری‌ها مقاوم بودند.

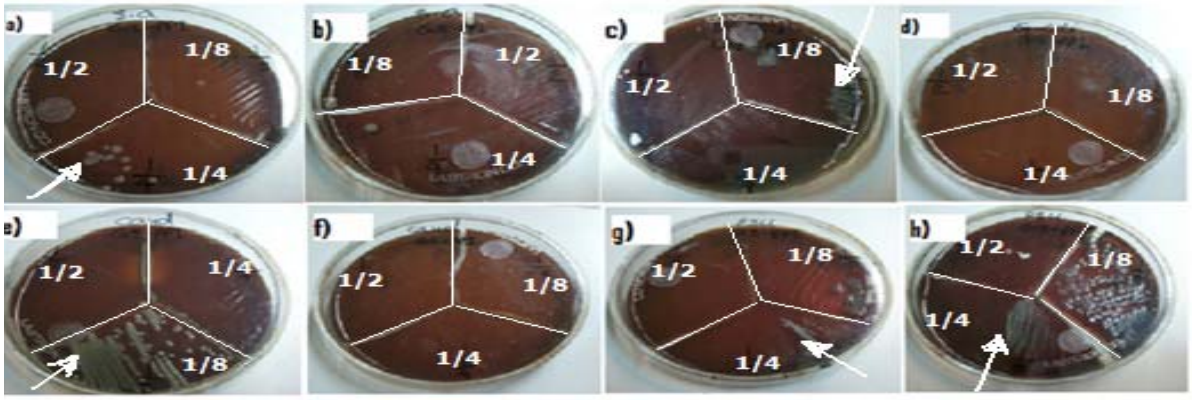
بحث

با مطالعه تحقیقات پیشین می‌توان دریافت که تخریب باکتری‌ها عموما به وسیله مواد ضد میکروبی و بر اثر یکی از روش‌های تخریب غشای باکتری، تغییر شکل فضایی، تخریب آنزیم‌های باکتری، آسیب به کروموزوم و تخریب دیواره باکتری انجام می‌شود (۲۴). در بین مواد ضد میکروبی آن دسته از ترکیبات چهار ظرفیتی آمونیوم، آمین‌ها، گلوکوپروتامین و بیگوانیدها (۳) که ویژگی پلی‌کاتیونیکی از خود نشان می‌دهند، با چسبیدن به دیواره سلولی میکرواورگانیسم‌ها باعث شکستن دیواره سلول شده و از رشد آنها جلوگیری می‌کنند.

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیق حاضر نشان داد که نانوساختار دندریمر پلی‌پروپیلن ایمین (نسل دوم و پنجم) قادر است به عنوان ماده ضد میکروبی در تکمیل ضد میکروبی کالاهای پنبه‌ای مورد استفاده در البسه‌های بیمارستانی و بهداشتی به کار گرفته شود. علاوه بر این، نمونه‌های پنبه‌ای اتصال داده شده با این نانو ساختار (گروه تجربی سوم)، خاصیت ضد میکروبی خوبی از خود نشان می‌دهند. این نتیجه را می‌توان به حضور گروه‌های آمین انتهایی موجود در ساختار دندریمر متصل به کالای پنبه‌ای نسبت داد که در واکنش با بار منفی غشا یا سیتوپلاسم میکرواورگانیسم‌ها، منجر به آسیب دیواره سلولی باکتری‌ها شده و بدین ترتیب باکتری از فعالیت باز می‌ماند. بنابراین، انتظار می‌رود که دندریمر PPI نسل پنجم به دلیل فراوانی گروه‌های آمین انتهایی (۶۴ گروه آمین) نسبت به نانو ساختار نسل دوم (دارای ۸ گروه آمین انتهایی) از مقاومت بیشتری در برابر میکرواورگانیسم‌ها بر خوردار باشد. اثبات این نکته را می‌توان در نتایج MIC مربوط به محلول‌های مایی نانوساختار دندریمر PPI مشاهده نمود (شکل ۴). علاوه بر این، فعالیت ضد میکروبی نمونه پارچه‌های پنبه ای اتصال یافته به دندریمر PPI (گروه تجربی سوم) در مقابل گونه رایج باکتری گرم مثبت *Staphylococcus aureus* (منشا عفونت‌های چشمی، پوستی، استخوان و مفاصل)، دو گونه باکتری‌های گرم منفی *Escherichia coli* (منشا عفونت‌های ادراری، بیمارستانی و خون) و *Pseudomonads aeruginosa* (منشا عفونت‌های ناشی از سوختگی) و یک نوع قارچ *Candida albicans* (منشا برفک دهان نوزادان) (۲۵) مورد بررسی قرار گرفتند. همان طور که می‌دانیم، قارچ کاندیدا آلبیکانس در دسته قارچ‌های تک سلولی (مخمر) قرار می‌گیرد و دیواره مخمرها به دلیل وجود سلولز، همی‌سلولز و کیتین مقاومت بیشتری نسبت به باکتری‌ها از خود نشان می‌دهد. همچنین، تفاوت اصلی باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی در دیواره سلولی و مقدار ماده سازنده غشا پپتیدوگلکان یا P.G (Peptidoglcan) آنها است. ضخامت P.G در باکتریهای گرم مثبت بیشتر از باکتری‌های گرم منفی است (۲۵) و بنابراین انتظار می‌رود که مقاومت بیشتری در مقابل عوامل ضد میکروبی از خود نشان دهند. اما با نگاهی به نتایج مربوط به مینیمم غلظت بازدارندگی (MIC)، مشاهده می‌شود که پلیت‌های حاوی محلول دندریمر نسل پنجم در برابر تمامی میکرواورگانیسم‌های مورد آزمایش به غیر از باکتری سودوموناس آئروژینوزا، که در مقابل اکثر آنتی‌بیوتیک‌ها و مواد ضدعفونی کننده از مقاومت بالایی برخوردار است، حتی تا رقت ۱/۸ از هیچ گونه رشد باکتری یا قارچزدگی برخوردار نیست. همچنین، نسل دوم دندریمر PPI هم از فعالیت ضد میکروبی خوبی برخوردار است. نتایج MIC و هاله عدم رشد نمونه‌ها نشان می‌دهد که علی‌رغم کمتر بودن تعداد گروه‌های آمین انتهایی در نسل دوم این نانو ساختار نیز از مقاومت قابل قبولی در برابر رشد قارچ و باکتری‌های مورد آزمایش برخوردار است. بنابراین، با بررسی نتایج مربوط به تست ضد میکروبی به نظر می‌رسد که نانو ساختار دندریمر PPI خاصیت ضد میکروبی خوبی در برابر میکروارگانیسم‌هایی که دارای چربی خارج سلولی نیستند از خود نشان می‌دهد.



شکل ۴- تصویر فعالیت ضد میکروبی محلول‌های مایی دندریمر پلی پروپیلن ایمین (PPI): a) دندریمر PPI نسل دوم در مقابل استافیلوکوک آرئوس b) دندریمر PPI نسل پنجم در مقابل استافیلوکوک آرئوس c) دندریمر PPI نسل دوم در مقابل اشرشیا کلای d) دندریمر PPI نسل پنجم در مقابل اشرشیا کلای e) دندریمر PPI نسل دوم در مقابل کاندیدا آلبیکانس f) دندریمر PPI نسل پنجم در مقابل کاندیدا آلبیکانس g) دندریمر PPI نسل دوم در مقابل سودوموناس آئروژینوزا h) دندریمر PPI نسل پنجم در مقابل سودوموناس آئروژینوزا PN-EN ISO 20645:2007 (۵).

Archive of SID

www.SID.ir

با نگاهی به نتایج ارائه شده در جدول ۲ می‌توان دریافت نمونه‌های آغشته شده به دندریمر PPI (گروه تجربی دوم)، از هاله عدم رشد بسیار خوبی برخوردار هستند. این نتیجه مربوط به توانایی حرکت نانو ساختار دندریمر از سطح کالا به درون محیط مغذی آگار است که از نزدیک شدن میکرواورگانیسم‌ها به کالای پنبه‌ای جلوگیری می‌کند. اما در اثر تکرار پروسه شست و شو و خروج تدریجی نانو ساختار دندریمر از سطح کالای پنبه‌ای، قطر ناحیه بازدارنده کوچک‌تر شده و خطر آلودگی و رشد میکرواورگانیسم‌ها بر روی نمونه‌های پنبه‌ای بیشتر می‌شود. در حالی که نمونه‌های اتصال یافته به نانو ساختار دندریمر (گروه تجربی سوم) به دلیل عدم تحرک دندریمر PPI از سطح کالا به درون محیط کشت آگار، از هاله عدم رشد باکتری برخوردار نیستند، اما از خاصیت ضد میکروبی خوبی در مقابل شست و شوهای مکرر برخوردارند.

همان طور که قبلا اشاره شد، به دلیل وجود فضاهای خالی مابین شاخه‌های درونی، امروزه از نانو ساختارهای دندریمری در سیستم‌های دارو رسانی یا DDS به وفور استفاده می‌شود (۲۷،۲۶). بنابراین، با اتصال دادن این نانو ساختار به سطح کالاهای پنبه‌ای می‌توان علاوه بر خاصیت ضد میکروبی به رهایش هم‌زمان دارو بر بخش‌های آسیب دیده بدن نیز دست یافت. اتصال موفقیت آمیز نانو ساختار دندریمر PPI به سطح کالای پنبه‌ای برای اولین بار در این تحقیق به دست آمد. تحقیقات پیشین همگی تنها به آغشته‌سازی و یا اتصال ساختارهای پلیمری مشابه نانو ساختارهای دندریمری یعنی هایپر برنچدها (Hyper brancheds) بر سطح کالای پنبه‌ای کفایت کرده‌اند که این ساختارها قادر به پذیرش مولکول‌های میهمان نیستند (۳۰-۲۸). علاوه بر این، تاکنون گزارشی در مورد بررسی رفتار ضد میکروبی این نانو ساختارها با گروه‌های ویژه انتهایی آمین در مقابل میکرواورگانیسم‌ها ارائه نشده است و در مقالات ارائه شده قبلی اغلب به بارگذاری نمک‌های فلزی آنتی باکتریال نظیر نانو ذرات نقره و یا اصلاح گروه‌های فعال انتهایی در این نانو ساختارها اشاره شده است (۳۵-۳۱).

در این تحقیق، هدف اصلی اتصال پایدار نانو ساختار دندریمر PPI بر سطح کالای پنبه‌ای و بررسی خاصیت ضد میکروبی کالای به دست آمده بود. بالطبع محدودیت‌هایی در این تحقیق وجود دارد که می‌توان به مواردی همچون عدم استفاده از تکنیک‌های آماری به منظور ارائه نتایج کمی دقیق، عدم تعیین میزان غلظت بهینه نانو ساختار دندریمر PPI به منظور کسب خاصیت ضد میکروبی مناسب و عدم بررسی میزان پایداری اتصال نانو ساختار دندریمر در مقابل تعداد دفعات شست و شوهای بالاتر اشاره کرد. اما از طرف دیگر، این تحقیق از مزایایی نظیر تطابق پروسه‌های شست و شو با روال شست و شوهای خانگی و بیمارستانی در جهت افزایش اعتبار بیرونی (External Validity) تحقیق، استفاده از سه نوع باکتری شایع و یک نوع قارچ شناخته شده در تست ضد میکروبی و به کارگیری دو نوع شاهد در جهت افزایش غنای کار، برخوردار است. لازم به ذکر است محققان از هیچ گونه تعصب اخلاقی و یا حمایت مالی از جانب شرکت تولید کننده نانو ساختار دندریمر PPI برخوردار نبوده‌اند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند تا از خانم ملیحه حبیبی کارشناس آزمایشگاه میکروب‌شناسی دانشکده پزشکی دانشگاه شهید بهشتی نهایت تشکر و قدردانی را به خاطر همکاری‌های صمیمانه ایشان داشته باشند.

REFERENCES

1. Purwar R, Joshi M. Recent developments in antimicrobial finishing of textiles-A review. AATCC Rev 2004; 4: 22-26.
2. Orhan M, Kut D, Gunesoglu C. Improving the antibacterial activity of cotton fabrics finished with triclosan by the use of 1,2,3,4-butanetetracarboxylic acid and citric acid. J App Poly Sci 2009; 111: 1344–52.
3. Gao Y, Cranston R. Recent advances in antimicrobial treatments of textiles. Text Res J 2008; 78: 60-72.
4. Shateri Khalil-Abad M, Yazdanshenas ME, Nateghi MR. Effect of cationization on adsorption of silver nanoparticles on cotton surfaces and its antibacterial activity. Cellulose 2009; 16: 1147-57.
5. Filipowska B, Rybicki E, Walawska A, Zgondek EM. New method for the antibacterial and antifungal modification of silver finished textiles. Fib Textile East Eur 2011; 19: 124-28.
6. Abedi D, Mortazavi SM, Mehrizi MK, Feiz M. Antimicrobial properties of acrylic fabrics dyed with direct dye and a copper salt. Text Res J 2008; 78: 311-19.
7. El-talawy KF, El-bendary MA, El-hendawy AG, Hudson SM. The antimicrobial activity of cotton fabrics treated with different cross linking agents and chitosan. Carbo Poly 2005; 60: 421-30.

Archive of SID
www.SID.ir

8. Zhang Z, Chen L, Ji J, Huang Y, Chen D. Antibacterial properties of cotton fabrics treated with chitosan. Text Res J 2003; 73: 1103-106.

9. Gao Y, Cranston R. An effective antimicrobial treatment for wool using polyhexamethylene biguanide as the biocide, part 2: Further characterizations of the fabrics. J App Poly Sci 2010; 117: 2882-87.

10. Kawabata A, Tayl JA. The effect of reactive dyes upon the uptake and antibacterial efficacy of poly (hexamethylene biguanide) on cotton. Part 3: Reduction in the antibacterial efficacy of poly (hexamethylene biguanide) on cotton, dyed with bis (mono chlorotriazinyl) reactive dyes. Carbohydrate Polymer 2006; 68: 1-15.

11. Lu Y, Yang CQ. Fabric yellowing caused by citric acid as a cross linking agent for cotton. Text Res J 1999; 69: 685-90.

12. Baos U, Christensen JB, Heegaard PMH, authors. Dendrimers in medicine and biotechnology: New molecular tools. Cambridge: RSC Publishing; 2006.

13. Frechet JMJ, Tomalia DA, editors. Dendrimers and other dendritic polymers. 5th ed. USA: John Wiley & Sons Ltd; 2001.

14. Jansen JF, de Brabander-van den Berg EM, Meijer EW. Encapsulation of guest molecules into a dendritic box. Science 1994; 266: 1226-29.

15. Baigude H, Katsuraya K, Okuyama K, Uryu T. Synthesis of structurally-controlled AIDS vaccine model with glyco-peptide dendrimer scaffold. Macromol Chem Phys 2004; 205: 684-91.

16. Ottaviani MF, Jockusch S, Turro NJ, Tomalia DA, Barbon A. Interactions of dendrimers with selected amino acids and proteins studied by continuous wave EPR and fourier transform EPR. Langmuir 2004; 20: 10238-45.

17. Duan X, Sheardown H. Dendrimer cross linked collagen as a corneal tissue engineering scaffold: mechanical properties and corneal epithelial cell interactions. Biomaterials 2008; 27: 4608-17.

18. D'Emanuele A, Attwood D. Dendrimer-drug interactions. Adv Drug Del Rev 2007; 57: 2147-62.

19. Hong MY, Lee D, Yoon HC, Kim HS. Patterning biological molecules onto Poly (amidoamine) dendrimer on gold and glass. Bull Korean Chem Soc 2003; 24: 1197-202.

20. Beezar AE, King ASH, Martin IK, Mitchel JC, Twyman LJ, Wain CF. Dendrimers as potential drug carriers; encapsulation of acidic hydrophobes within water soluble PAMAM dendrimers. Tetrahedron 2003; 59: 3873-80.

21. Salimpour S, Malek RMA, authors. Investigation of grafting mechanism of cotton fabric with poly (propylene imine) dendrimer nano-structure by using glutaric acid. Proceedings of the 11th World Textile Conference, AUTEX; 2011 June 8-10; Mulhouse, France.

22. Salimpour S, Malek RMA, authors. Performance of cotton fabric grafted with an amino-terminated dendrimer nano-structure. Proceedings of the 11th Asian Textile Conference, EXCO; 2011 November 1-4; Daegu, South Korea.

23. Salimpour S, Malek RMA, authors. Investigation of G5-PPI dendrimer nano-structure dye absorption behavior. Proceedings of the Asia/Australia Polymer Processing Society Conference, PPS; 2011 November 15-17; Kish Island, Iran.

24. Hebeish A, Hashem M, Abdel-Rahman A, El-Hilw ZH. Improving easy care nonformaldehyde finishing performance using polycarboxylic acids via precationization of cotton fabric. J Appl Polym Sci 2006; 100: 2697-704.

25. Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA, Eds. Medical microbiology. New York: Mosby Elsevier; 2009.

26. Ward BB, Dunham T, Majoros IJ, Baker JR Jr. Targeted dendrimer chemotherapy in an animal model for head and neck squamous cell carcinoma. J Oral Maxillofac Surg 2011; 69: 2452-59.

27. Lin Y, Fujimori T, Kawaguchi N, Tsujimoto Y, Nishimi M, Dong Z, et al. Polyamidoamine dendrimers as novel potential absorption enhancers for improving the small intestinal absorption of poorly absorbable drugs in rats. J Control Release 2011; 149: 21-28.

28. Zhang F, Zhang D, Chen Y, Lin H. The antimicrobial activity of the cotton fabric grafted with an amino-terminated hyperbranched polymer. Cellulose 2009; 16: 281-88.

29. Zhang F, Chen Y, Lin H, Wang H, Zhao B. HBP-NH_2 grafted cotton fiber: Preparation and salt-free dyeing properties. Carbo Poly 2008; 74: 250-56.

30. Zhang F, Chen YY, Lin H, Zhang DS. Performance of cotton fabric treated with an amino-terminated hyperbranched polymer. Fib Poly 2008; 9: 515-20.

Archive of SID

www.SID.ir

31. Montazer M, Alimohammadi F, Shamei A, Rahimi MK. Durable antibacterial and cross-linking cotton with colloidal silver nanoparticles and butane tetracarboxylic acid without yellowing. Colloids Surf B Biointerfaces 2012; 89: 196-202.

32. Nazari A, Montazer M, Rahimi MK. Concurrent antimicrobial and anticrease of bleached and cationic cotton using nano titanium dioxide and butane tetracarboxylic acid. J Iranian poly Sci 2009; 22: 41-51. [In Persian]

33. Montazer M, Afjeh MG. Simultaneous X-Linking and antimicrobial finishing of cotton fabric. J App Poly Sci 2007; 103: 178-85.

34. Murugan E, Vimala G. Effective functionalization of multiwalled carbon nanotube with amphiphilic poly (propylene imine) dendrimer carrying silver nano particles for better dispersability and antimicrobial activity. J Colloid Inter Sci 2011; 357: 354-65.

35. Eichler M, Katzur V, Scheideler L, Haupt M, Geis-Gerstorfer J, Schemalz G, et al. The impact of dendrimer-grafted modifications to model silicon surfaces on protein adsorption and bacterial adhesion Biomaterials 2011; 32: 9168-79.

Archive of SID

www.SID.ir