



نانو تکنولوژی

## استخراج دانه‌های حاوی مس برای منسوجات بهداشتی

این تحقیق فعالیت ضد میکروبی مس استخراج شده از دانه‌های کنجد، گل آفتابگردان، کدو تنبل، سویا و هندوانه را بررسی می‌کند. این عصاره‌ها با استفاده از روش‌های رmq کشی و میکرو کپسوله کردن روی پارچه لایوسل به کار برده شدند. ساختار میکرو کپسول‌ها با استفاده از میکروسکوپی نور پلاریزه و حضور میکرو کپسول‌ها با استفاده از میکروسکوپی الکترون پوششی ارزیابی شد. مشاهده شد که عصاره‌های گیاهی میکرو کپسوله شده فعالیت ضد میکروبی و ثبات شستشویی بهتری را حتی بعد از ۱۵ سیکل شستشو نشان می‌دهند.

### مقدمه

کرده است. ویژگی منحصر به فرد این روش، کوچکی ذرات روکش شده است که توانایی بسته‌بندی، جداسازی و طبقه‌بندی مواد در مقیاس میکروسکوپی را برای آزادسازی تحت شرایط کنترل شده فراهم می‌کند. هدف اصلی این تحقیق، آنالیز بهبود در فعالیت ضد میکروبی و دوام عصاره دانه‌های حاوی مس روی پارچه‌های لایوسل به وسیله کاربرد مستقیم و یا با استفاده از تکنیک میکرو کپسوله کردن است. یک پارچه ۱۰۰٪ لایوسل با وزن در متر مربع ۱۲۰ گرم و ابعاد ۳۰×۳۰ cm<sup>2</sup> برای این تکیل ضد میکروبی استفاده شد. دانه‌های حاوی مس از Tamilnadu Agriculture University, Coimbatore تهیه شد. جدول ۱ مقدار محتوی مس و RDA دانه‌های کنجد، گل آفتابگردان، کدو تنبل، سویا و هندوانه مورد استفاده در تکمیل ضد میکروبی را نشان می‌دهد. صمغ عربی به عنوان پوسته برای میکرو کپسوله کردن استفاده شد. عصاره دانه‌ها با استفاده از روش‌های زیر آماده و روی پارچه لایوسل به کار گرفته شد.

### فرایند استخراج

دانه‌های جمع‌آوری شده در سایه و در دمای ۳۷-۴۰ °C خشک شد. از آنجا که بیشتر دانه‌ها رطوبت محتوی بین ۳۰-۳۵٪ دارند

منسوجات بهداشتی یکی از سریع‌ترین بخش‌های در حال رشد در بازار منسوجات فنی هستند. این محصولات اصولاً برای کمک‌های اولیه و اهداف کلینیکی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. تمام صنایع نساجی پیشرو در سرتاسر جهان روی تولید منسوجات فنی که خواصی مانند فیلتر کردن اثرات مضر زیست محیطی، محافظت در برابر تشعشعات الکترومغناطیسی، نفوذ و نفوذ ناپذیری انتخابی و حس کردن دمای محیط تمرکز کرده‌اند. در زمان انتخاب مواد فعال برای تکمیل‌های بهداشتی، نه تنها باید از پایدار بودن اثر آن‌ها بلکه از سازگاری آن‌ها با پوست نیز اطمینان حاصل شود.

آلودگی‌های میکروبی به خصوص در مورد لباس‌هایی که در تماس با پوست هستند مشکل ساز است.

محصولات گیاهی طبیعی بسیاری وجود دارد که دارای خواص ضد باکتری هستند. عصاره ریشه‌ها، ساقه‌ها، برگ‌ها، گل‌ها، میوه‌ها و دانه‌های گونه‌های مختلف گیاهان خواص ضد باکتری دارند. این عصاره‌ها می‌توانند به صورت خام و یا میکرو کپسول به عنوان عوامل تکمیلی منسوجات به منظور افزایش دوام و آزادسازی مهار شده عصاره مورد استفاده قرار گیرند. در دو دهه گذشته فناوری میکرو کپسوله کردن در صنعت نساجی کاربردهای گسترده‌تری پیدا



به صورت قطره‌وار به مدت ۵-۱۰ دقیقه به آن اضافه شد. سرعت همزن کاهش یافت و سپس ۵ میلی‌لیتر از گلیسرین ۱۷٪ اضافه شد.

همزن متوقف شد و مخلوط در سرما خشک شد. پارچه‌های لایوسل با استفاده از دستگاه پد به محلول آغشته شده و بعد از فشردن، در دمای ۸۰°C خشک شده و در دمای ۱۲۰°C پخت شدند.

### آنالیز میکرو کپسول‌ها

میکروکپسول‌ها با استفاده از میکروسکوپی نور پلاریزه و با بزرگنمایی‌های مختلف برای آنالیز مورفولوژی کپسول‌ها بررسی شدند. مورفولوژی پارچه عمل شده با عصاره میکرو کپسوله شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM Model JEOL- JSM-6396) آنالیز شد. مشاهده در حالت خلاء زیاد با آشکارساز الکترون ثانوی و ولتاژ شتاب دهنده ۳-۱۰ kV انجام شد.

### تشخیص فعالیت ضد میکروبی

نمونه‌های پارچه لایوسل عمل شده با عصاره دانه‌های کنجد، گل آفتابگردان، کدو تنبل، سویا و هندوانه با استفاده از روش‌های زیر از نظر فعالیت ضد میکروبی آنالیز شدند.

### روش نفوذ آگار (SN 195920)

نمونه‌های عمل شده و عمل نشده در آگار متوقف کننده رشد باکتری AATCC که قبلاً با ارگانیزم مورد آزمایش انکوبه شده بود، قرار گرفتند. بعد از انکوبه کردن، یک منطقه شفاف از رشد بی‌وقفه در زیر و اطراف ماده مورد آزمایش، نشان دهنده کارایی ضد باکتری پارچه است. مساحت منطقه بازدارنده مقیاسی برای کارایی ضد باکتری ماده است.

### آنالیزهای کمی (AATCC-100)

نمونه‌های عمل شده و نمونه کنترل با ارگانیزم‌های مورد آزمایش آغشته شدند. بعد از انکوبه شدن، باکتری به وسیله تکان دادن در مقدار مشخصی از محلول خنثی کننده شسته شد. تعداد باکتری‌های موجود در این محلول تعیین شد و درصد کاهش در نمونه عمل شده محاسبه شد.

تعداد باکتری‌های شمارش شده به عنوان تعداد باکتری در نمونه و نه به عنوان تعداد باکتری در میلی‌لیتر یا در محلول خنثی کننده گزارش شد. درصد کاهش (R) باکتری توسط نمونه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$R=100 (B-A) / B$$

جدول ۱- محتوی مس و % RDA دانه‌ها

دانه‌ها	محتوی مس، mg	% RDA	خاصیت
کنجد	۷/۷۵	۲۰۴	ضد باکتری
گل آفتابگردان	۱/۸	۹۲	ضد میکروب
کدو تنبل	۱/۴	۷۰	ضد قارچ
سویا	۱/۱	۵۴	ضد التهاب
هندوانه	۰/۶۷	۳۴	ضد میکروب

و نمی‌توان آن‌ها را بدون خشک کردن انبار کرد، رطوبت محتوی دانه‌ها با استفاده از روش‌های خشک کردن مناسب به زیر ۱۴٪ کاهش یافت. خشک کردن باید به درستی انجام شود در غیر این صورت ترکیبات مهمی ممکن است آلوده شوند. بعد از خشک کردن، دانه‌ها آسیاب شدند تا به صورت پودر در آیند. استخراج به معنی جدا کردن ماده مورد نظر با استفاده از روش‌های فیزیکی و شیمیایی و با کمک یک حلال است. مواد فعال ضد میکروبی با استفاده از روش استخراج متانولیک از دانه‌ها استخراج شدند. ۲۰ گرم از دانه‌های پودر شده به ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول اضافه شد و بعد از ۲۴ ساعت آکالوئیدها جدا شدند.

### روش رmq کشی

عصاره متانولیک ماده فعال دانه‌های حاوی مس به عنوان ماده ضد میکروبی آماده شد، سیتریک اسید با غلظت ۵۰g/l به عنوان عامل ایجاد کننده پیوند عرضی و نسبت R:L نیز ۱:۲۰ انتخاب شد. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۵۰°C در داخل محلول قرار گرفته و سپس با پیک آپ ۷۵٪ پد شدند. در ادامه، نمونه‌ها خشک شده و در دمای ۸۰-۱۲۰°C عملیات پخت روی آن‌ها انجام شد. تست کیفی نفوذ آگار (SN 195920) برای تشخیص اثر ضد میکروبی پارچه استفاده شد.

### روش میکرو کپسوله کردن

میکرو کپسوله کردن با استفاده از عصاره دانه‌های حاوی مس مانند دانه‌های کنجد، گل آفتابگردان، کدو تنبل، سویا و هندوانه به عنوان ماده مغذی و صمغ عربی به عنوان پوسته یا دیواره انجام شد.

۱۰ گرم از ماده دیواره با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب داغ مخلوط شده و به آن اجازه داده شد تا به مدت ۳۰ دقیقه متورم شود. به این مخلوط ۵۰ میلی‌لیتر آب داغ اضافه شد و با ثابت نگه داشتن دما بین ۴۰°C و ۵۰°C به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شد. ۱۰ میلی‌لیتر از ماده مغذی اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰-۵۰۰ دور در دقیقه هم زده شد و به دنبال آن ۱۰ میلی‌لیتر محلول سدیم سولفات ۲۰٪



### ارزیابی میکرو کپسول‌ها

برای آنالیز شکل و توزیع میکرو کپسول‌ها از روش‌های متداول میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترون پویشی استفاده شد. هر دو روش برای آنالیز مغذی و ساختار خارجی (دیواره) میکرو کپسول‌ها استفاده شد. شکل ۱، میکرو کپسول‌های حاوی عصاره دانه‌ها به عنوان مغذی و صمغ عربی به عنوان دیواره را نشان می‌دهد. با توجه به شکل‌ها واضح است که میکرو کپسول‌های تولید شده، کره‌های کوچکی هستند که توزیع اندازه تقریباً یکنواختی دارند.

### خصوصیات پارچه لایوسل عمل شده

مورفولوژی سطح پارچه لایوسل عمل شده با میکرو کپسول‌ها در شکل ۲ دیده می‌شود. تصاویر SEM اتصال و حضور میکرو کپسول‌ها را در ساختار پارچه لایوسل نشان می‌دهد. میکرو کپسول‌ها به خوبی در سطح پارچه پراکنده شده و بسیار عالی جاسازی شده‌اند. اندازه ذرات نقش مهمی دارد و مشاهده شد که ذرات بعد از شستشو به خوبی در ساختار پارچه نفوذ کرده و متصل شده‌اند. نتایج SEM توزیع یکنواخت میکرو کپسول‌ها را در سطح پارچه تأیید می‌کند.

### کارایی ضد باکتری

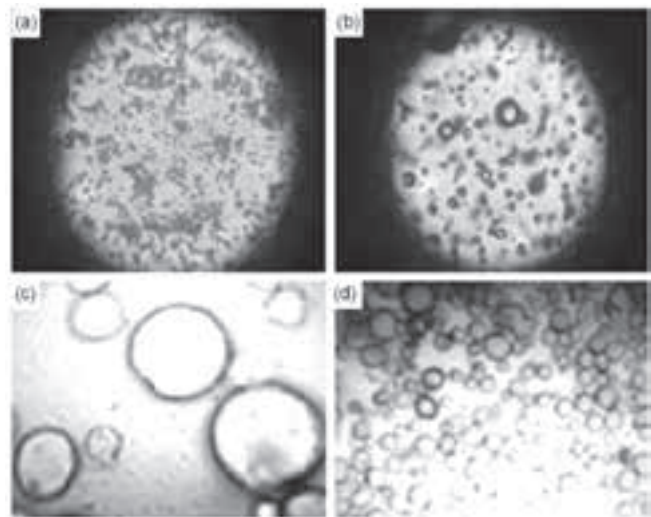
کارایی ضد باکتری نمونه‌های پارچه لایوسل عمل شده با عصاره دانه‌ها با استفاده از تست نفوذ آگار آنالیز شد.

### تست نفوذ آگار

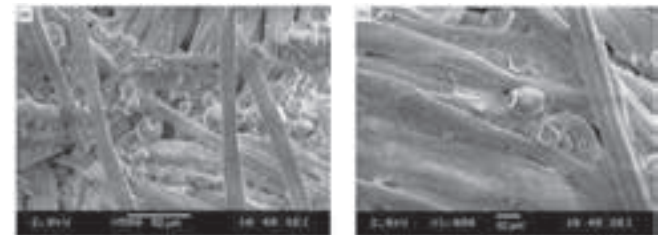
جدول ۲ و شکل ۳ نشان دهنده کارایی ضد میکروبی پارچه‌های عمل شده است. نتایج به دست آمده حضور منطقه بازدارنده با قطر ۲۱-۳۶ میلی‌متر را برای پارچه‌های عمل شده در برابر میکرو ارگانیزم‌های استافیلوکوک اورئوس (گرم مثبت) و اشیریشیا کولای (گرم منفی) نشان می‌دهد. نمونه عمل نشده رشد باکتری را در زیر نمونه نشان می‌دهد. مشاهده شد که تمام نمونه‌های عمل شده با عصاره‌های حاوی مس، فعالیت ضد باکتری بیشتری را در برابر استافیلوکوک اورئوس نسبت به اشیریشیا کولای دارند.

### ثبات شستشویی نمونه‌های عمل شده

جدول ۳ ثبات شستشویی پارچه‌های عمل شده به صورت مستقیم و با استفاده از میکرو کپسول‌ها را نشان می‌دهد. مشاهده شد که نمونه‌های عمل شده به روش رمق‌کشی فعالیت زیادی را بعد از ۱۰ سیکل شستشو نشان نمی‌دهند. دلیل این امر آن است که عصاره‌ها تنها روی سطح قرار دارند و اتصال محکمی بین آن‌ها و



شکل ۱، میکرو کپسول‌های حاوی عصاره دانه‌ها به عنوان مغذی و صمغ عربی به عنوان ماده دیواره از a و b با بزرگنمایی  $\times 1000$ ، c با بزرگنمایی  $\times 200$  و d با بزرگنمایی  $\times 100$

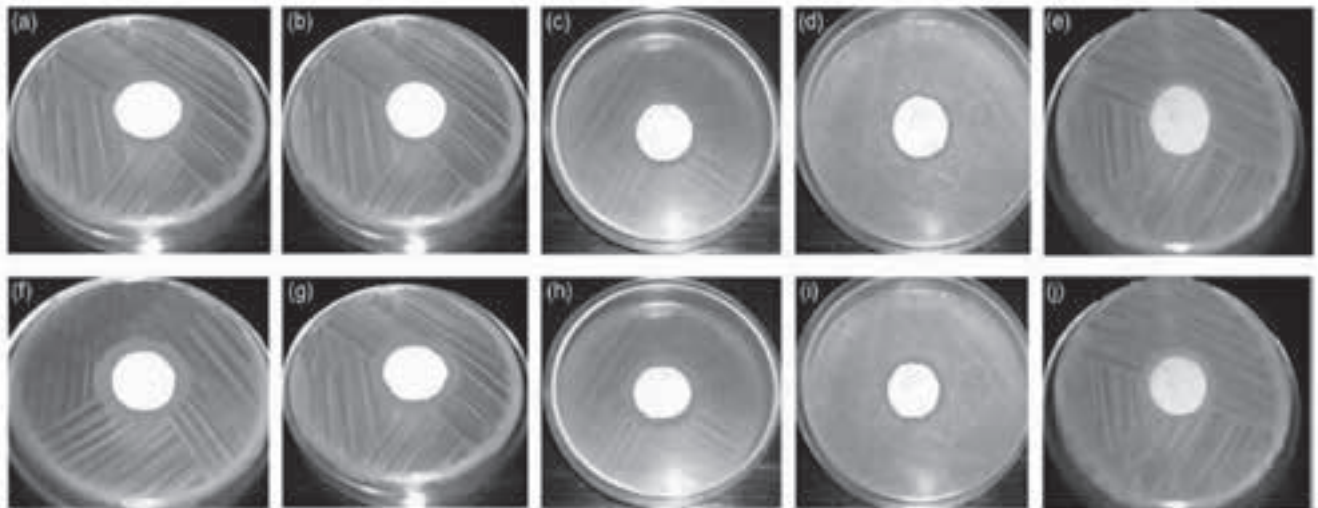


جدول ۲، فعالیت ضد میکروبی نمونه‌های عمل شده

که در این فرمول A تعداد باکتری بازیافتی از نمونه آغشته شده بعد از مدت زمان انکوبه شدن و B تعداد باکتری بازیافتی از نمونه آغشته شده بلافاصله بعد از آغشته‌سازی است (زمان ۰).

جدول ۲، فعالیت ضد میکروبی نمونه‌های عمل شده

پارچه عمل شده	منطقه بازدارنده، mm (منطقه فعال ضد باکتری)	
	اشیریشیا کولای	استافیلوکوک اورئوس
عصاره کدو تنبل	۳۶	۳۴
عصاره کدو تنبل میکرو کپسوله شده	۳۴	۳۱
عصاره هندوانه	۳۶	۲۹
عصاره هندوانه میکرو کپسوله شده	۳۲	۲۸
عصاره کنجد	۳۰	۲۹
عصاره کنجد میکرو کپسوله شده	۲۹	۲۶
عصاره سویا	۳۰	۲۳
عصاره سویا میکرو کپسوله شده	۲۸	۲۳
عصاره گل آفتابگردان	۲۹	۲۴
عصاره گل آفتابگردان میکرو کپسوله شده	۲۵	۲۱



شکل ۳، منطقه فعال ضد باکتری (منطقه انکوبه شدن) (a- کدو تنبل، b- هندوانه، c- کنجد، d- سویا، e- گل آفتابگردان در برابر استافیلوکوک اورئوس) (f- کدو تنبل، g- هندوانه، h- کنجد، i- سویا، j- گل آفتابگردان در برابر اشریشیا کولای)

بی‌یافت لایوسل مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج کمی، نمونه‌های عمل شده با استفاده از هر دو روش بکارگیری، ۹۵٪ کاهش را در میزان باکتری‌ها نشان می‌دهند. نتایج تست نفوذ آگار نیز مناطق بازدارنده بزرگی (۲۱-۳۶ میلی‌متر) را در برابر طیف وسیعی از باکتری‌های بیماری‌زا برای انسان مانند استافیلوکوک اورئوس و اشریشیا کولای نشان می‌دهد.

بررسی‌های SEM، وجود، در دسترس بودن و استحکام پیوند میکرو کپسول‌ها را روی پارچه‌های عمل شده نشان می‌دهد. در نهایت، تست ثبات بین روش‌های میکرو کپسوله کردن و روش رmq کشی نشان داد که نمونه‌های عمل شده با میکرو کپسول‌ها خواص ضد میکروبی خود را بعد از بیشتر از ۱۵ سیکل شستشو حفظ می‌کنند.

پارچه برقرار نشده و به همین دلیل در حین شستشو جدا می‌شوند. نمونه‌های عمل شده با میکرو کپسول‌ها فعالیت بیشتری را حتی بعد از ۱۵ سیکل شستشو نشان می‌دهند.

### نتیجه‌گیری

عصاره دانه‌های حاوی مس مانند کنجد، گل آفتابگردان، کدو تنبل، سویا و هندوانه با استفاده از روش استخراج تهیه شد و با روش پد، خشک و پخت کردن و تکنیک میکرو کپسوله کردن که در آن عصاره‌ها به عنوان مغذی و صمغ عربی به عنوان پوسته استفاده شد، روی پارچه لایوسل به کار گرفته شدند. اثر نوع دانه‌ها و روش بکارگیری روی خواص ضد باکتری و ثبات شستشویی پارچه‌های

جدول ۳، ثبات شستشویی نمونه‌های عمل شده با عصاره دانه‌های حاوی مس

نمونه پارچه‌های عمل شده	روش بکارگیری	کاهش باکتری، %			
		بدون شستشو	بعد از ۵ سیکل شستشو	بعد از ۱۰ سیکل شستشو	بعد از ۱۵ سیکل شستشو
عصاره کدو تنبل	رmq کشی	۱۰۰	۷۵	۴۵	۷
	میکرو کپسوله کردن	۹۸	۸۷	۵۱	۲۵
عصاره هندوانه	رmq کشی	۹۷	۷۴	۳۵	۰
	میکرو کپسوله کردن	۸۷	۸۰	۴۸	۳۲
عصاره کنجد	رmq کشی	۹۵	۷۰	۳۵	۰
	میکرو کپسوله کردن	۸۲	۷۸	۴۵	۴۰
عصاره سویا	رmq کشی	۹۲	۶۵	۳۰	۰
	میکرو کپسوله کردن	۹۰	۷۲	۳۹	۳۰
عصاره گل آفتابگردان	رmq کشی	۱۰۰	۷۵	۴۵	۵
	میکرو کپسوله کردن	۹۶	۸۷	۵۱	۳۵