



دانشگاه گسترده علمی و فناوری چوب و جنگل

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و ششم، شماره اول، ۱۳۹۸

۱۰۵-۱۱۵

<http://jwfst.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwfst.2019.15882.1778

بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و زیستی کاغذهای دکور آغشته شده به رزین ملامین فرمالدهید حاوی نانوذرات کیتوزان

*عبدالله الیاسی^۱، تقی طبرسا^۲، حمیدرضا منصوری^۳ و علیرضا شاکری^۴

^۱ دانشجوی دکتری فراورده‌های چندسازه چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آستاد گروه فراورده‌های چندسازه چوبی، دانشگاه

علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۲ دانشیار گروه شیمی کاربردی، دانشگاه تهران، ^۳ دانشیار و مهندس صنایع چوب و کاغذ دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۵

چکیده

سابقه و هدف: هدف از این تحقیق تولید کاغذهای دکور آغشته شده به رزین ملامین فرمالدهید (روکش‌های ملامینه) ضد باکتری با استفاده از نانوذرات کیتوزان می‌باشد. امروزه در بسیاری از مصارف، نیاز به فراورده‌های چندسازه‌ای می‌باشد که به نحو مطلوبی پرداخت شده‌اند. روکش‌های ملامینه پرکاربردترین روکش اوراق فشرده چوبی در جهان براساس گزارش FAO می‌باشد. روکش‌های ملامینه به‌عنوان پوشش تزئینی یا محافظ بر سطح محصولات کامپوزیت چوبی مانند تخته خرده چوب و تخته فیبر استفاده می‌شود که آن‌ها می‌توانند در کف پوش‌ها، لمینیت‌ها و مبلمان از جمله میزهای کامپیوتر و میز آشپزخانه به کار روند. تحقیقات در زمینه پوشش‌های ضد میکروبی برای حفاظت از سطوح با استفاده از نانو مواد که می‌تواند منجر به جلوگیری از گسترش بیماری‌ها در جوامع انسانی شود، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین توسعه پوشش نانو ساختار با خواص ضد میکروبی علاقه مندی زیادی را به خود جلب کرده است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش جهت تولید روکش‌های دکور ملامینه ضد باکتری از روش غوطه‌وری کاغذهای دکور پایه در رزین ملامین فرمالدهید تیمار شده با نانو ذرات کیتوزان استفاده شده است. سپس رطوبت روکش‌های ملامینه تولید شده تا محدوده ۵ تا ۷ درصد توسط خشک‌کن آزمایشگاهی کاهش داده شد. نمونه‌های تهیه شده با استفاده از تکنیک‌های XRD، FESEM و FTIR مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای آزمون بیولوژیکی روکش‌ها از روش اندازه گیری هاله عدم رشد و باکتری استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی به عنوان دو باکتری شاخص در آزمون‌های بیولوژیکی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد غلظت نانوذرات کیتوزان روی فعالیت ضد میکروبی روکش‌های ملامینه تهیه شده مؤثر بوده و اثر آن بر روی باکتری‌های گرم مثبت قوی‌تر می‌باشد و سبب افزایش قطر هاله عدم رشد می‌گردد. روکش‌های ملامینه حاوی ۱/۵ درصد نانوکیتوزان دارای بیشترین اثر ضد میکروبی بودند.

* نویسنده مسئول: ab.elyasi.a@gmail.com

نتیجه‌گیری: روکش‌های ملامینه تیمار شده با نانو ذرات کیتوزان دارای خواص ضد میکروبی بالایی بودند. با در نظر گرفتن کلیه نتایج تحقیق حاضر و هزینه‌های اقتصادی استفاده از نانوذرات کیتوزان میزان مصرف کمتر از یک درصد وزنی به‌عنوان میزان مصرف بهینه تعیین گردید. لازم به ذکر است با پراکنش بهتر نانوذرات مصرفی رزین در سطح ماتریس، در مقادیر کم مصرف هم می‌توان خاصیت ضد باکتری قابل توجهی به روکش‌های ملامینه تولیدی افزود.

واژه‌های کلیدی: نانو ذرات کیتوزان، رزین ملامین فرمالدهید، ضد میکروبی، آغشته‌سازی، غوطه‌وری.

مقدمه

رزین‌های آمینوپلاست یک طبقه مهم از پیوند دهنده‌های عرضی برای پوشش‌های صنعتی هستند (۵). رزین‌های آمینو معمولاً مواد ویسکوز سفید رنگ هستند که جهت سهولت در کاربرد ممکن است حاوی حلال نیز باشند. اولین رزین‌های آمینو جهت پوشش دهی از واکنش اوره یا ملامین با فرمالدهید ساخته شدند و با مقدار مواد جامد ۵۰ تا ۶۰٪ ارائه می‌شوند و به صورت تجاری تقریباً ۷۰ سال است که در دسترس هستند (۱۲). خواص یک پلیمر را می‌توان مطابق با طراحی‌های سفارشی برای کاربردهای مناسب اصلاح نمود. چندین روش برای این امر از جمله ترکیب کردن، پیوند دادن و اصلاح کردن وجود دارد (۱۲). در طی چند دهه گذشته توجه بسیاری از پژوهشگران به نانوذرات و نانوفناوری جلب شده است. نانوذرات به علت داشتن اندازه کوچک، سطح بسیار زیادی را در حجم کم فراهم می‌کنند و خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی و ضد میکروبی قوی‌تری ایجاد می‌کنند (۱۰). همزمان با پیشرفت سریع زندگی، کنترل تأثیرات مضر میکروارگانیسم‌ها ضروری خواهد بود. گستره وسیعی از میکروارگانیسم‌ها در تعادل طبیعی بین بدن انسان و محیط اطراف وجود دارند. اما رشد سریع و خارج از کنترل میکروب‌ها ممکن است مشکلات جدی ایجاد نماید (۲). در حال حاضر در مورد استفاده از نانوذرات به عنوان یک عامل ضد باکتری در فرمولاسیون مواد ضد میکروبی جدید در مقیاس نانو و میکرو در مقابل باکتری‌های گرم منفی

مانند اشرشیاکلی و باکتری‌های گرم مثبت مانند استافیلوکوکوس ارئوس مورد توجه قرار گرفته است (۱). کیتوزان یک مولکول غیرسمی، زیست تخریب پذیر، زیست سازگار و بی خطر است. واحدهای سازنده کیتوزان پلی $[\beta - (1, 4) - 2 - \text{آمینو} - \text{D گلوکوپیرانوز}]$ است. کیتوزان یک پلی ساکارید مشابه سلولز است که از دی‌استیله کردن کتین به دست می‌آید. کتین یک پلی ساکارید طبیعی در دیواره قارچ‌ها، حشرات، اسکلت سخت پوستان مانند پوسته میگو و خرچنگ است (۹). کیتوزان و مشتقات آن در مقیاس نانو اثرات ضد میکروبی قابل توجهی را نشان داده‌اند. همچنین مشخص شده است که فعالیت ضد میکروبی این ذرات در مقابل باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از باکتری‌های گرم منفی می‌باشد. اثر ضد میکروبی کیتوزان به شدت بستگی به وزن مولکولی ارگانیسیم، pH، درجه پلیمر شدن و وجود لیپیدها و پروتئین‌ها بر سطح میکروب دارد (۳). با توجه به اثبات خاصیت ضد میکروبی نانوذرات، هدف از این مطالعه بررسی اثر ضد میکروبی نانوذرات کیتوزان برای ضد میکروب کردن سطوح پوشیده با کاغذهای دکور ملامینه حاوی این نانوذرات در برابر باکتری‌های بیماری‌زا استافیلوکوکوس ارئوس و اشرشیاکلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش کاغذهای پایه سفید وارداتی از شرکت نگین چوب قائم تهیه شد. این کاغذها ساخت

شرکت King Décor Paper کشور چین با وزن پایه ۸۰ gr/m² و رطوبت ۲ درصد استفاده بود. جدول ۱ این تحقیق جهت آغشته‌سازی را نشان می‌دهد. خصوصیات رزین ملامین فرمالدهید مورد استفاده در

جدول ۱- خصوصیات رزین ملامین فرمالدهید مصرفی.

Table 1. Properties of used Melamine Formaldehyde resin.

نوع رزین Kind of Resin	دانسیته (گرم بر سانتی متر مربع) Density (gr/cm ³)	مواد جامد (%) Solids (%)	اسیدیته PH	ویسکوزیته (سانتی پواز) viscosity (CP)	زمان انعقاد با کاتالیزور (ثانیه) Curing time with catalyst (S)
ملامین فرمالدهید جهت آغشته‌سازی Melamine formaldehyde for impregnation	1.220	53	8	40-60	70-80

نانوکیروزان مورد استفاده در این تحقیق با فرمول مولکولی (C₆H₁₁NO₄)_n و تهیه شده به روش شیمیایی - مکانیکی از کیتوزان‌های با درجه استیله شدن ۸۰ تا ۸۵ درصد و وزن مولکولی ۱۰۰۰۰۰ Da - ۵۰۰۰۰۰ از شرکت نانوپلیمر تهیه گردید.

جدول ۲- تیمارهای مورد مطالعه.

Table 2. Treatments studied.

تیمار Treatment	مقدار مواد نانوذررات کیتوزان (گرم) The amount of chitosan nanoparticles(gr)	سخت کننده (گرم) Hardener(gr)	تر کننده (گرم) Wetting(gr)	آزاد کننده سطحی (گرم) Releasing(gr)	رزین ملامین فرمالدهید مایع (گرم) Liquid formaldehyde melamine resin(gr)
MF	0	0.5	0.4	0.3	100
MF ₁	0.5	0.5	0.4	0.3	100
MF ₂	1	0.5	0.4	0.3	100
MF ₃	1.5	0.5	0.4	0.3	100

روش غوطه‌وری آغشته سازی شدند و جهت کاهش رطوبت به خشک کن منتقل شد و پس از گذشت زمان ۵ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد رطوبت کاغذهای آغشته تا محدوده ۷ تا ۵ درصد کاهش داده شد. وزن نهائی کاغذهای دکور ملامینه تهیه شده در محدوده ۱۵۵ تا ۱۵۰ گرم بر متر مربع تعیین گردید
آزمون پراش پرتو ایکس^۱: اولین آزمون در شناسائی نحوه پراکنش لایه‌های نانوکیتوزان در بستر ماتریس پلیمری و تشکیل نانوکامپوزیت آزمون پراش پرتو ایکس می‌باشد. این آزمون با استفاده از دستگاه

روش پژوهش: ابتدا نانوذرات کیتوزان جهت تهیه یک سوسپانسیون کلئیدی پایدار در سه سطح ۱/۵، ۱ و ۱/۵ درصد وزنی (نسبت به وزن خشک رزین) با توجه به محدودیت در افزایش گرانیروی رزین با کمک روش ترکیبی اختلاط مکانیکی به مدت ۱۰ دقیقه با ۱۲۰۰ دور در دقیقه و سپس پراکنش ذرات با روش هم‌وزن‌نایز اولتراسونیک به مدت ۱۰ دقیقه به رزین ملامین فرمالدهید افزوده شدند. در ادامه کاتالیزور مخصوص به رزین ملامین فرمالدهید حاوی نانوذرات به مقدار ۰/۴ درصد بر اساس اصول آغشته سازی در صنعت افزوده شده و کاغذهای دکور با

1- XRD

دیسک به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه گذاری شدند. هاله بازدارندگی یا عدم رشد در محیط اطراف دیسک‌ها با در نظر گرفتن قطر دیسک توسط خط کش اندازه گیری و به صورت میلی‌متر گزارش شد (۸). در این مطالعه به دو دلیل از روش انتشار دیسک دیفوژن برای ارزیابی فعالیت ضد میکروبی کاغذهای دکور ملامینه تولیدی بهره گرفته شد. از علل انتخاب این روش آزمون در جهت تعیین خواص ضد میکروبی می‌توان به توانایی این آزمون در شبیه سازی شرایط پوشش سطوح به وسیله کاغذهای دکور ملامینه و در مرحله بعد کمی بودن آزمون اشاره نمود. اساس این روش بر پایه آزادسازی ماده فعال از دیسک کاغذهای دکور ملامینه تیمار شده به آگار پیرامونی و ایجاد ناحیه عدم رشد باکتریایی در اطراف خود است. در این تحقیق کاغذهای دکور آغشته شده به رزین حاوی نانوکیتوزان تحت تأثیر باکتری اشرشیاکلی^۳ و استافیلوکوکوس ارئوس^۴ قرار گرفتند. این باکتری‌ها از بانک سوش باکتری دانشگاه علوم پزشکی گرگان تهیه شدند.

تجزیه و تحلیل آماری: از نرم‌افزار Minitab 17 جهت انجام آزمون‌های آماری استفاده شد. جهت مقایسه میانگین‌ها از روش آنالیز واریانس یک طرفه، به همراه تست تکمیلی توکی استفاده گردید. قابل ذکر است که تعداد تکرارها برای هر تیمار سه نمونه در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

آزمون پراش پرتو ایکس: در شکل ۱ الگوی XRD نانو ذرات کیتوزان خالص (MF) و پلیمر رزین ملامین فرمالدهید حاوی نانوذرات کیتوزان با ۱.۵ درصد وزنی ذرات جامد رزین ملامین فرمالدهید (MF₃) نشان داده شده است. در منحنی (MF₃)

D8-Advance Bruker Cu K α 1 با پرتوئی با طول موج ۰/۱۵۴۰۶۱ نانومتر در زاویه ۱-۷۰ = ۲ θ درجه، در دمای محیط و با سرعت یک درجه در دقیقه واقع در دانشگاه دامغان مورد سنجش قرار گرفت.

میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی^۱: بررسی ریزساختار نمونه‌های تهیه شده به وسیله میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی مدل Tescan- mira III واقع در دانشگاه شریف انجام پذیرفت. به منظور بررسی پراکنش و ابعاد و شکل حضور ذرات در ساختار ماتریس پلیمری رزین ملامین فرمالدهید تولید شده، تصاویر میکروسکوپ الکترونی از سطح نمونه‌ها تهیه گردید. به علت هدایت الکتریکی مختلف نمونه‌ها قبل از تهیه تصاویر، نمونه‌ها با استفاده از دستگاه پوشش دهی یونی تحت پوشش طلا قرار گرفتند.

طیف‌سنجی مادون قرمز با تبدیل فوریه^۲: طیف FTIR در حالت عبور با استفاده از دستگاه FTIR اسپکترومتر (مدل Tensor II و ساخت شرکت Bruker) واقع در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در گستره ۴۰۰۰ - ۴۰۰ cm⁻¹ و در تفکیک پذیری ۲ cm⁻¹ تعیین گردید.

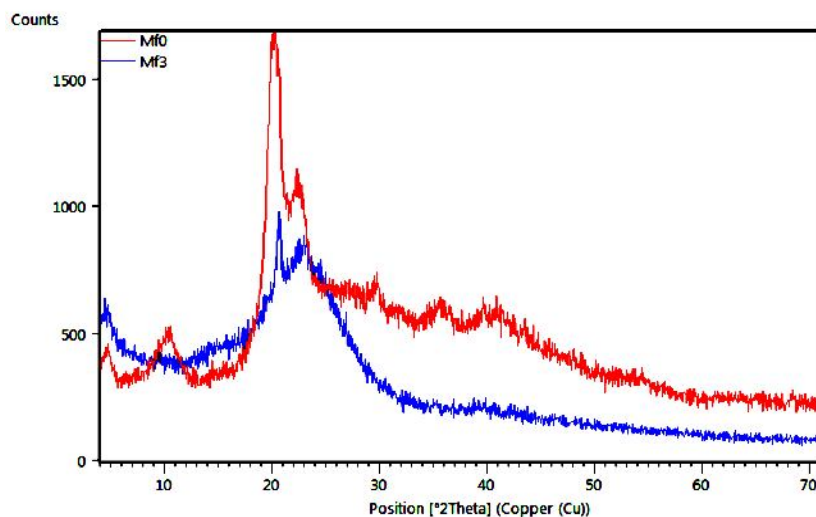
ارزیابی خاصیت بازدارندگی فیلم‌های مورد مطالعه به روش دیسک دیفوژن: در این روش ابتدا سوسپانسیون باکتریایی استاندارد (معادل نیم استاندارد مک فارلند)، شامل باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیا کلائی به روش سطحی با استفاده از سوآپ استریل به طور یکنواخت روی محیط کشت مولر هیتتون آگار کشت داده شد. برای بررسی اثر ضد میکروبی از فیلم‌های تهیه شده برای هر تیمار سه نمونه دیسک با قطر ۲۰ میلی‌متر تهیه شد و در وسط پلیت روی آگار قرار داده شدند. پلیت‌های حاوی

3- Escherichia coli
4- Staphylococcus aureus

1- FE-SEM
2- FTIR

مکانیکی و امواج اولتراسونیک سبب پدیده متورق شدن در لایه‌های نانوکیتوزان شده و آن‌ها را از هم جدا نموده است. این امر بیانگر شکل‌گیری نانوکامپوزیت از نوع نفوذی (متورق شدن لایه‌های نانوذرات) بود. به عبارت دیگر نفوذ زنجیرهای پلیمری ماتریسی رزین ملامین فرمالدهید در درون ساختارهای نانو ذرات کیتوزان سبب افزایش فاصله صفحات شده است که تشکیل پیک مورد نظر در زاویه پایین تر و نیز با ارتفاع کمتر را سبب شده است.

پیک‌های مشاهده شده در زوایای $2\theta = 10/5^\circ$ و $2\theta = 20/2^\circ$ مربوط به نانوکیتوزان خالص می‌باشد (۶ و ۷). همانطور که ملاحظه می‌شود در منحنی (MF_3) از شدت این پیک‌ها در حد قابل ملاحظه‌ای کاسته شده و دامنه پیک‌ها به مراتب پهن تر گشته است. همچنین پیک مربوط به زاویه $2\theta = 10/5^\circ$ به سمت چپ انحراف یافته و در $2\theta = 4/3^\circ$ قرار گرفته است. این جابجایی و پهن شدگی پیک به علت واکنش شدن نانوذرات کیتوزان و همگن تر شدن آن است. در اثر پراکنش از طریق فرایند مرکب اختلاط

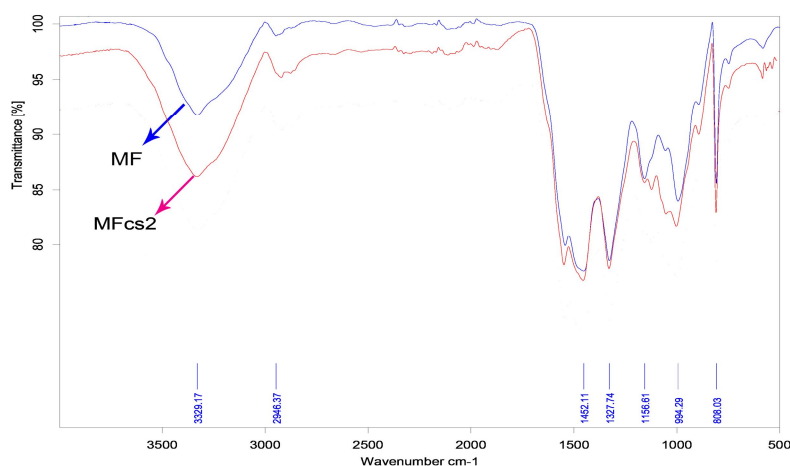


شکل ۱ - الگوی پراش پرتو ایکس در نانو ذرات کیتوزان خالص و رزین ملامین فرمالدهید حاوی نانو ذرات کیتوزان.

Figure 1. X-ray diffraction pattern in pure chitosan nanoparticles and melamine formaldehyde resin containing chitosan nanoparticles.

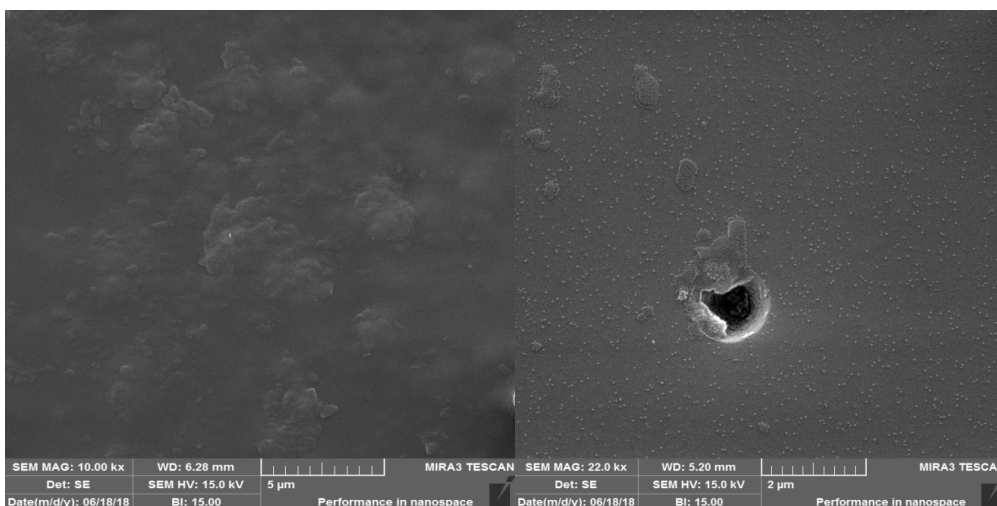
طیف سنجی مادون قرمز: نتایج طیف سنجی مادون قرمز نمونه‌های رزین ملامین فرمالدهید خالص (MF) و نانوکامپوزیت حاوی ۱/۵ درصد نانوکیتوزان (MF_2) در شکل ۲ نشان داده شده است. پیک‌ها بین فرکانس‌های $3300 - 3400$ به ترتیب مربوط به باندهای کششی هیدروکسیل‌های آزاد و باندهای کششی متقارن و نامتقارن N-H در گروه آمین می‌باشد که در ساختار نمونه خالص رزین ملامین فرمالدهید در مقایسه با نمونه حاوی نانوذرات قوی تر بوده و بیشتر قابل تشخیص می‌باشد. باند ظاهر شده بین 2900 تا 3000 در طیف فیلم کیتوزان مربوط به باند کششی گروه‌های CH- و CH_2 (2930 cm^{-1}) و CH_3 (2780 cm^{-1}) می‌باشد (۵۱ و ۵۰). علاوه بر این دو باند قوی در 1541 cm^{-1} و 1451 cm^{-1} در نمودار ملامین فرمالدهید خالص مشاهده می‌شود که مربوط به گروه‌های خمشی OH در صفحه می‌باشد که در نانوکامپوزیت کمتر قابل تشخیص است که دلیل آن می‌تواند ناشی از پیوند هیدروژنی بین گروه‌های OH فعال در ساختار نانوکیتوزان و گروه‌های NH_2 ، NH و OH موجود در رزین ملامین فرمالدهید باشد (۸).

طیف سنجی مادون قرمز: نتایج طیف سنجی مادون قرمز نمونه‌های رزین ملامین فرمالدهید خالص (MF) و نانوکامپوزیت حاوی ۱/۵ درصد نانوکیتوزان (MF_2) در شکل ۲ نشان داده شده است. پیک‌ها بین فرکانس‌های $3300 - 3400$ به ترتیب مربوط به باندهای کششی هیدروکسیل‌های آزاد و باندهای کششی متقارن و نامتقارن N-H در گروه آمین می‌باشد که در ساختار نمونه خالص رزین ملامین فرمالدهید در مقایسه با نمونه حاوی نانوذرات قوی تر بوده و بیشتر قابل تشخیص می‌باشد. باند ظاهر شده بین



شکل ۲- الگوی طیف مادون قرمز برای رزین ملامین فرمالدهید و رزین ملامین فرمالدهید حاوی نانو ذرات کیتوزان.

Figure 2. Infrared spectrum for melamine formaldehyde resin and melamine formaldehyde resin containing chitosan nanoparticles.



شکل ۳- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از نوع گسیل میدانی. تصویر راست نمونه MF خالص و تصویر چپ نمونه حاوی نانو ذرات کیتوزان.

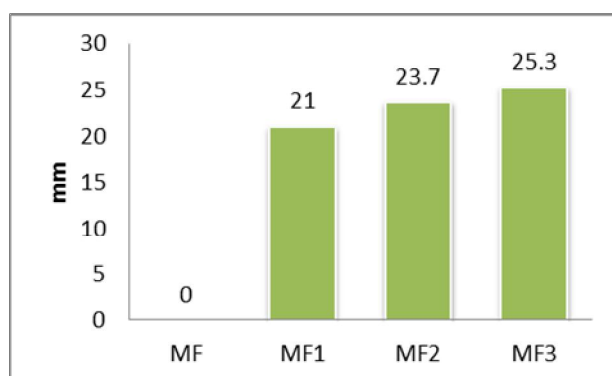
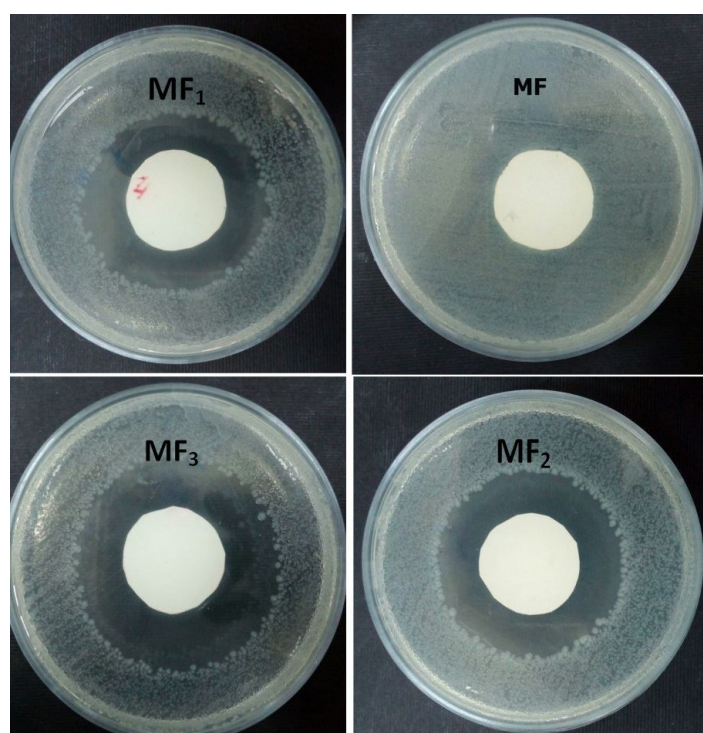
Figure 3. The image of the field emission scanning electron microscope (FESEM). The right image is the pure MF sample and the left image is the sample containing the chitosan nanoparticles.

سطح ماتریس بیانگر آن است که تیمار بر روی رزین ملامینه به خوبی انجام شده است. بر اساس این تصویر، تعداد زیادی از ذرات نانوکیتوزان بر روی سطح تصویربرداری شده ماتریس رزین ملامین فرمالدهید مشاهده می‌شود. همچنین متوسط ابعاد ذرات آن در سطح مورد بررسی حدود ۸۰ نانومتر اندازه گیری شد.

ارزیابی تصویری و آنالیز عنصری نمونه‌های پلیمری تولید شده با FESEM: به منظور بررسی پراکنش و حضور نانوذرات کیتوزان در ماتریس رزین ملامین فرمالدهید و همچنین اندازه گیری ابعاد آن از تصویربرداری سطح رزین پلیمر شده با دستگاه میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی استفاده شد. یونی تحت پوشش طلا قرار گرفتند. همان طور که در شکل ۳ ملاحظه می‌گردد، وجود نانوذرات کیتوزان در

نانو ذرات بر رشد باکتری در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی داری می باشند. نتایج حاضر با نتایج تحقیقات صورت پذیرفته میرزا علی مفضل جهرمی (۱۳۹۴) که در خصوص بررسی اثر نانو ذرات کیتوزان بر رشد باکتری استافیلوکوکوس ارئوس داشتند مطابقت دارد (۴). نتایج حاصل از اندازه گیری هاله عدم رشد باکتری استافیلوکوکوس در شکل ۴ نشان داده شده است.

بررسی تصاویر و هاله عدم رشد باکتری ها: آزمون بیولوژیکی کاغذهای دکور آغشته به رزین ملامینه حاوی نانوکیتوزان به منظور بررسی خاصیت ضدباکتریایی، کاغذهای دکور ملامینه تیمار شده با نانوکیتوزان با دو نوع باکتری مورد بررسی قرار گرفتند. اندازه گیری عدم رشد باکتری استافیلوکوکوس ارئوس: نتایج تجزیه واریانس خاصیت ضد باکتری استافیلوکوکوس ارئوس کاغذ دکور ملامینه تیمار شده با نانوکیتوزان حاکی از آن است که اثر سطوح مختلف

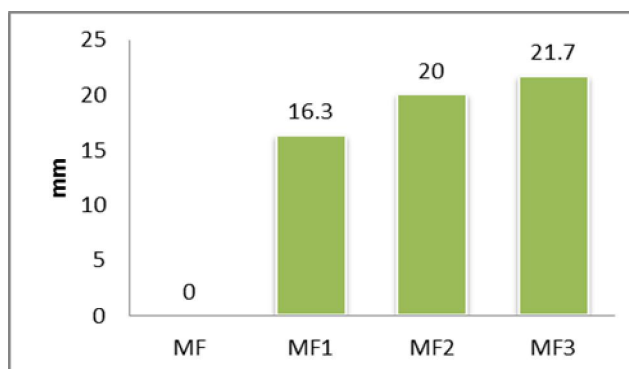
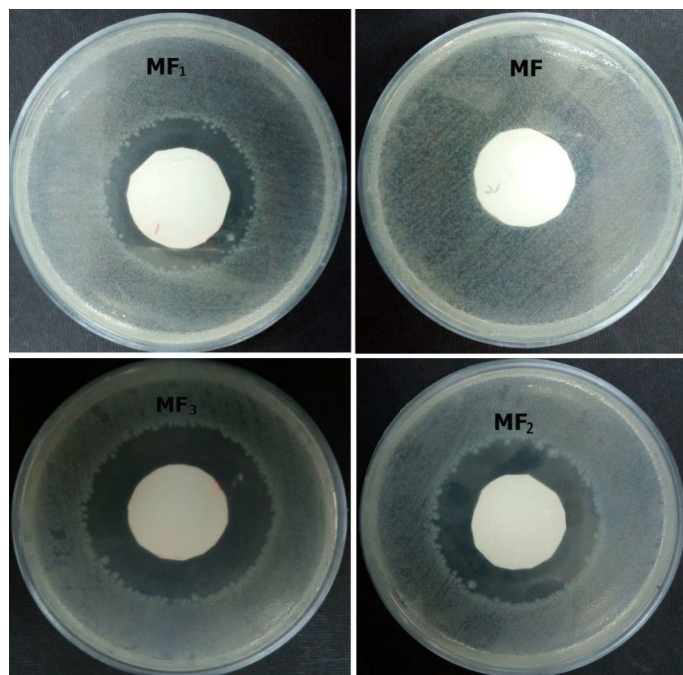


شکل ۴- تغییرات میزان هاله عدم رشد باکتری استافیلوکوکوس ارئوس در کاغذهای دکور ملامینه حاصل از تیمارهای مختلف نانوکیتوزان.

Figure 4. Changes of bacterial inhibition zone of *S.aureus* in melamine decorative papers made from different treatments of Nano-Chitosan.

باکتری در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی داری می باشند. نتایج حاصل از اندازه گیری‌هاله عدم رشد باکتری اشرشیاکلی در شکل ۵ نشان داده شده است.

اندازه‌گیری عدم رشد باکتری اشرشیاکلی: نتایج تجزیه واریانس خاصیت ضد باکتری اشرشیاکلی کاغذ دکور ملامینه تیمار شده با نانوکیتوزان حاکی از آن است که اثر سطوح مختلف نانوذرات بر رشد



شکل ۵ - تغییرات میزان‌هاله عدم رشد باکتری اشرشیاکلی در کاغذهای دکور ملامینه حاصل از تیمارهای مختلف نانوکیتوزان.

Figure 5. Changes of bacterial inhibition zone of E.Coli in melamine decorative papers made from different treatments of Nano-Chitosan.

بالاتری نسبت به باکتری از خود نشان دادند (۷). طبق نتایج تحقیق حاضر با افزایش میزان نانوکیتوزان از سطح ۰/۵ درصد به سطح ۱/۵ درصد در باکتری استافیلوکوکوس مقاومت بالاتری را نشان دادند (۱۱).

با توجه به اشکال و نمودارهای ارائه شده در مورد هردو نوع باکتری استافیلوکوکوس ارئوس و اشرشیاکلی کاغذ دکورهای ملامینه تیمار شده با نانوکیتوزان نسبت به نمونه شاهد، مقاومت بسیار

عوامل در این خطوط گرانروی رزین مصرفی می‌باشد و با توجه به تاکید تحقیقات گذشته مصرف مقادیر بالای نانوذرات باعث تغییرات در گرانروی رزین می‌گردد. در نتیجه به در نظر گرفتن کلیه جوانب اهم از خواص ضد میکروبی و فنی و اقتصادی مصرف ۱ درصد وزنی میزان مصرف بهینه برای نانوذرات کیتوزان تعیین گردید.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند تا از مسؤولین شرکت صنعت چوب شمال به علت فراهم نمودن امکانات صنعتی و امکانات آزمایشگاهی جهت انجام تحقیق مذکور در سال‌های ۹۵ تا ۹۷ کمال تشکر و سپاس خود را بیان کنند.

اما در خصوص باکتری اشرشیاکلی اثر معنی‌داری را از سطح ۱ درصد به ۱/۵ درصد شاهد نمی‌باشیم که می‌توان دلیل آن را حساسیت بیشتر باکتری‌های گرم مثبت دانست (۱۴)، که علت آن به اختلاف ساختمانی دیواره باکتری مربوط می‌شود. دیواره سلولی باکتری‌های گرم مثبت دارای دیواره نازک‌تر و سرشار از ترکیبات موکوپتیدی بوده در حالی که دیواره سلولی باکتری گرم منفی ضخیم‌تر و فقط لایه نازکی از موکوپتید را دارا می‌باشد و قسمت اعظم ساختمان دیواره از لیپوپروتئین و لیپوپلی ساکارید است. در نتیجه باکتری اشرشیا کلی مقاومت بیشتری در مقابل مواد ضد باکتری از خود نشان می‌دهد. یافته‌های پژوهش حاضر مطابق با پژوهش‌های قبلی در این زمینه است (۱۳).

نتیجه‌گیری

خواص ضدباکتریایی نانوکیتوزان با توجه به تحقیق حاضر و مطالعات گذشته بسیار مناسب به نظر می‌رسد. با توجه به این که بیشترین مصرف روکش‌های مصنوعی به روکش‌های ملامینه^۱ در پانل‌های چوبی اطلاق می‌گردد لذا تحقیق حاضر بر استفاده از نانوذرات کیتوزان به عنوان یک ماده ضدباکتری برای تولید روکش‌های ملامینه ضدباکتری صورت پذیرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش میزان مصرف نانوذرات کیتوزان تا سطح ۱ درصد وزنی خصوصیات ضدباکتریایی روکش ملامینه تولیدی تا حد چشمگیری افزایش می‌یابد و در مقادیر مصرف بیشتر تأثیر معنی‌داری در مورد باکتری‌های گرم منفی دیده نمی‌شود. از سوی دیگر با توجه به محدودیت خطوط آغشته‌سازی که مهمترین این

1- Melamine Laminate

منابع

1. Nano composite properties of chitosan and Nano clay for use in food packaging. Researches in Iran food science and technology, 7: 1. 71– 79. (In Persian)
2. Eskandari, M., and Firoozabadi, M.R. 2016. Processing of Clay Nanoparticles and its effect on antimicrobial properties and water absorption of cellulose - sanitary products. Forest and Wood Products, Iran Natur. Resour. J. 96: 1. 185-197. (In Persian)
3. Huh, A.J., and Kwon, Y. J. 2011 "Nanoantibiotics": a new paradigm for treating infectious diseases using nanomaterials in the antibiotics resistant era. J. Control Release, 156, 128-145.
4. Jahromi, M.A.M., Rajaei, H., Fasihi, M., Ahmadi, K., and Mirnejad, R. 2015. Evaluation of antibacterial effect of chitosan nanoparticles loaded with Curcumin. J. Fasa Univ. Med. Sci. 5: 1. 134-141. (In Persian)
5. Kelly, T.J., Smith, D.L., and Satola, J. 1999. Emission rates of formaldehyde from materials and consumer products found in California homes Environ. Sci. Technol. 33: 81-88.
6. Lifeng, Qi., Zirong, X.u., Liang, X., Caihong, H., and Xlongfei, Z. 2004. Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles. Carbohydrate Research. 399: 2693-2700.
7. Mirhoseini, M., Yazdani Kashkuli, N., and Dehghan Hamedan, A. 2016. Investigation of antimicrobial properties of chitosan– ZnO Nano composite. Razi Med. Sci. J. 230: 147. 104-114. (In Persian)
8. Murriel Galet, V., Cerisuelo, J.P., Lopez-Carballo, R., and Hernandez Munoz, P. 2012. Antimicrobial food packaging film based on release of LAE from EVOH. Inter. J. Food Microbiol. 157: 239-244.
9. Nasti, A., Zaki, N.M., Leonardis, P., Ungphaiboon, S., Sansongsak, P., Rimoli, M.G, et al. 2009. Chitosan/TPP and chitosan/TPP-hyaluronic acid nanoparticles: systematic optimization of the preparative process and preliminary biological evaluation. Pharm Res. 26: 8. 1918-1930.
10. Posner. J.D. 2009. Engineered Nanomaterial: Where They Go, Nobody Knows, Nano Today. 4: 114-115.
11. Shafei, A., and Abou-Okeil, A. 2011. ZnO/carboxymethyl chitosan bionanocomposite to impart antibacterial and UV protection for cotton fabric. Carbohydr Polym; 83: 2. 920-925.
12. Singh, V., Singh, L., and Singh, S.V. 2017. Antibacterial study of Melamine – Formaldehyde (MF), Modified MF and Grafted Mf resin. International journal of innovative research explores SNS No: 23476060.193-198.
13. Uday, K., Niranjana, K., and Manabendra, M. 2010. Vegetable oil based highly branched polyester/ clay silver nanocomposites as antimicrobial surface coating materials. Journal of Progress in Organic Coatings, 68: 265-273.
14. Yazdani Aghmashhadil, O., Asadpour Atoee, Gh., Rasooly Garmaroody, E., and Imani, E. 2017. Study of physical, optical and biological properties of antibacterial bank-note paper including Nano-silver. For. Wood Sci. Technol. Res. J. 24: 2. 87-101. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 26 (1), 2019

<http://jwfst.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwfst.2019.15882.1778

Morphological and Biological Properties of Decorated Papers Impregnated with Melamine Formaldehyde Resins Containing Chitosan Nanoparticles

*A. Elyasi¹, T. Tabarsa², H.R. Mansouri³ and A.R. Shakeri⁴

¹Ph.D. Student of Wood Composite Products, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²Professor, Dept. of Composite Wood Products, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ³Associate Prof. of Applied Chemistry, University of Tehran,

⁴Associate Prof. and Engineer of Wood and Paper Industry of Zabol University

Received: 11.13.2018; Accepted: 02.04.2019

Abstract

Background and Objectives: The purpose of this study is the production of decorative antibacterial melamine papers veneers using chitosan nanoparticles. Today, for many uses, there is a need for composite products that are well paid. Melamine Laminated is the most widely used veneer for wood-based composite product in the world, according to the FAO report. Melamine veneers are used as a decorative and protective layer on the surface of wood-based composite products such as particleboard and fiberboard, which then can be used in laminate flooring, furniture such as the computer tables and kitchen worktops. Research on antimicrobial coatings to protect surfaces using nanomaterials that can prevent the spread of diseases in human societies has received much attention. Therefore, the development of Nano-structure coatings with antimicrobial properties has been interested considerably.

Materials and Methods: In this study, immersion of decor-base paper in melamine formaldehyde resin treated with chitosan nanoparticles was used for the production of antibacterial melamine decorative veneers. Then, the moisture content of produced melamine coatings was reduced to a range of 5 to 7% by a laboratory drying agent. The specimens were evaluated using XRD, FESEM and FTIR techniques. For biologic tests of papers, bacterial inhibition zone measurement method and *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* were used as two indicator bacteria in biological tests.

Results: The results showed that the chitosan nanoparticle concentrations were effective on the antimicrobial activity of melamine coatings and its effect on the gram-positive bacteria was stronger and increased the diameter of the inhibition zone. Melamine coatings containing 1.5% of Nano chitosan had the highest microbial effect.

Conclusion: Melamine coatings treated with chitosan nanoparticles had high antimicrobial properties. Considering all the results of the present research and economic costs of using chitosan nanoparticles, consumption less than 1% by weight was determined as optimum consumption. It should be noted that with a better distribution of resin nanoparticles at the matrix surface, also in small amounts, significant antibacterial properties can be added to the melamine coatings produced.

Keywords: Antimicrobial, Chitosan nanoparticles, Immersion, Impregnation, Melamine formaldehyde resin

*Corresponding author; ab.elyasi.a@gmail.com

Arch