



## Woodiconf-01

# کاربرد مواد نانو در صنایع چوب و مبلمان

محمد پناهی فتمه سری

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع چوب و فرآورده های سلولزی، دانشگاه شهید رجایی تهران

Email: panahimohammad1998@gmail.com

## چکیده

با گسترش روز افزون کاربرد چوب در صنعت مبلمان و فضای باز و از طرفی افزایش تقاضای بازار، لزوم توجه به زیبایی ظاهری و در عین حال حفاظت و افزایش دوام آن امری ضروری به نظر می رسد. در سال های اخیر، نگاه ویژه تحقیقات و صنعت به نانو پوشش های چوبی بوده که در آن از طیف گسترده ای از نانو مواد با خواص مختلف استفاده شده تا ضمن حفظ زیبایی ظاهری، موجب حفاظت از چوب و جلوگیری از تخریب شیمیایی گردد. نانو پوشش ها با ایجاد ویژگی های منحصر به فرد توانسته است قابلیت های خاصی را در سطح فرآورده های مختلف چوبی ایجاد نماید. تحقیقات نشان داده اند برای تشکیل سطوح آبریز، افزایش سختی و مقاومت به سایش می توان از نانو رس، دیاکسید سیلیسیوم و دیاکسید سریم استفاده کرد. همچنین، جهت حفاظت در برابر تخریب فتوشیمیایی نانوذرات دیاکسید تیتانیوم، دیاکسید روی و دیاکسید سریم بسیار مناسب می باشند. نانوذرات نقره سبب مقاومت در برابر میکروارگانیسم ها شده و نانو ذرات دیاکسید سیلیسیوم سبب مقاومت شیمیایی می شوند. بعلاوه می توان از نانو ذرات رس، دیاکسید سیلیسیم و دیاکسید تیتانیوم جهت افزایش مقاومت در برابر آتش، حرارت و خوردگی در چوب استفاده نمود.

واژه های کلیدی: نانو چوب، صنایع مبلمان، افزایش مقاومت.

## مقدمه

اولین جرقه فناوری نانو در سال ۱۹۵۹ زده شد. البته در آن زمان هنوز به این نام شناخته نشده بود. واژه ی فناوری نانو اولین بار توسط نوریوتا ینگوچی استاد دانشگاه علوم توکیو در ژاپن در سال ۱۹۷۴ بر زبان ها جاری شد. او این واژه را برای توصیف ساخت مواد دقیقی که ابعاد آن ها در حد نانومتر می باشد به کار برد (بی اذیت و همکاران، ۱۳۹۲). با ظهور نانو تکنولوژی پتانسیل های جدیدی در تولید محصولات صنایع سلولزی به وجود آمد. امروزه کشورهای مختلف برنامه های مفصل تحقیقاتی برای کاربرد نانو فناوری در بخش صنعت چوب و کاغذ دارند. به طوری که برنامه هایشان را تا سال ۲۰۳۰ تنظیم کرده اند و در این حوزه سعی در پیشسازی از دیگر کشورها دارند (یوسفی، ۱۳۸۷). اهداف کلی استفاده از نانو فناوری در صنایع لیگنوسلولزی شامل موارد زیر است:



۱. توسعه پایدار : استفاده پایدار از منابع لیگنوسلولزی، ایجاد ارزش افزوده به مواد اولیه لیگنوسلولزی، ایجاد ارزش افزوده به ضایعات صنایع چوب و کاغذ، بهبود کارایی و راندمان، کاهش آلودگی های محیط زیست.
۲. رقابت: ایجاد تکنولوژی تولید هوشمند که سبب ذخیره منابع می شود، برآورده کردن نیاز مشتری و کسب بازار بیشتر، کاهش هزینه های تولید.
۳. ایجاد تحول: تولید نسل جدیدی از محصولات چوبی و فیبری، ایجاد فرایندهای زیستی متنوع در چوب، تولید محصولات متنوع و بادوام (بی اذیت و همکاران، ۱۳۹۲).

چوب و مصنوعات آن از دیرباز به دلیل سهولت در ساخت لوازم و همچنین وزن سبک، در طراحی و ساخت لوازم مختلف مورد استفاده قرار می گرفته است. امروزه کالاهای چوبی به عنوان کالاهای گران قیمت شناخته می شوند و در مصارف مختلف مانند درب، سرویس های خواب، کمد، مبل، میز، المان های شهری و غیره به کار می روند. چوب و محصولات چوبی همواره در معرض فرسایش به وسیله رطوبت و عوامل محیطی قرار دارند. رطوبت تاثیر بسیار زیادی بر ویژگی های مکانیکی و مقاومتی چوب گذاشته و باعث ترک خوردگی و پوسیدگی سریع آن می گردد. چوب ماده ای طبیعی با قابلیت زیست تخریب پذیری می باشد. این ماده در برابر باکتری، قارچ، رطوبت، آتش و تغییرات آب و هوایی مقاومت پایینی دارد. اما امروزه با پیشرفت تکنولوژی نانو این امکان برای مبل سازان فراهم شده است که ویژگی ها و خواص چوب را با استفاده از فناوری نانو تقویت نموده و طول عمر آن را افزایش دهند. رطوبت عامل مهمی برای ایجاد قارچ، باکتری و کپک در چوب می باشد. با قرار گرفتن چوب در معرض رطوبت، پوسیدگی سطحی در آن رخ داده و قارچ ها و کپک های تغذیه کننده از چوب مرطوب در آن شروع به رشد می کنند. با استفاده از ذرات و پوشش های نانو می توان چوب را در برابر قارچ و باکتری ایمن نمود و از پوسیدگی آن جلوگیری به عمل آورد. نانو پوشش ها پوشش هایی هستند که از یک یا تعداد بیشتری از اجزای آن در ابعاد نانو (تا ۱۰۰ نانومتر) برای دستیابی به خواص ویژه تولید می شوند. نانو پوشش چوب محصولی است که باعث ایجاد یک لایه نامرئی محافظ از جنس نانو بر روی سطوح چوبی شده و بسته به نوع پوشش از مصنوعات چوبی در برابر عوامل مختلف مانند آب و رطوبت، گرد و غبار و آلودگی های محیطی محافظت می کند. اعمال نانو پوشش چوب بر روی سطوح چوبی باعث ایجاد خاصیت آنتی استاتیک بر روی چوب می گردد که به موجب آن مایعات و یا گرد و غبار قادر به نفوذ به منافذ ریز چوب نخواهند بود. در نتیجه عدم جذب، این ذرات بر روی سطح نانو پوشش داده شده باقی مانده و به مرور تبخیر شده و یا با کمترین مقاومت از روی سطح کنار می روند. استفاده از نانو پوشش ها برای محافظت از ساختارهای چوبی راه های جدیدی برای توسعه ی اقتصادی چوب به عنوان یک ماده ساختمانی ایمن و مناسب معرفی می کند (غلامیان و غلام پور، ۱۳۹۹).

فناوری نانو در دهه ی اخیر از سوی کشور ما مورد توجه جدی قرار گرفته است. همزمان با آن، صنایع چوب نیز دچار تحولات اساسی شده و سرمایه گذاری هایی در آن انجام شده است. امروزه بحث های بسیاری در زمینه فناوری نانو، کاربردها، مزایا و دورنمای آینده ی آن مطرح است. صنایع چوب، حوزه وسیعی از صنایع از قبیل کاغذسازی، دکوراسیون و مبلمان چوبی، اشباع و حفاظت چوب، سازه های چوبی، بیولوژی و آناتومی، شناخت عناصر چوب، و کامپوزیت های چوبی را شامل می شود که اغلب آنها در کشور مانوفا هستند. فناوری نانو در بخشهای مختلف صنایع چوب کاربردهای ارزنده ای دارد که می تواند صنایع چوب کشور را با تحول زیادی روبه رو کند. از سویی، شناسایی نیازهای گسترده صنایع چوبی کشور می تواند بازار خوبی برای محصولات فناوری نانو در کشور باشد، و از سوی دیگر، زمینه رشد خوبی را نیز برای صنایع چوب فراهم کند با توجه به این موضوع که چوب نوعی کامپوزیت طبیعی می باشد که از طبیعت حاصل می شود، بنابراین ویژگی های منحصر به فردی دارد. مقاومت چوب در برابر برخی عوامل نظیر رطوبت و آتش و حمله باکتری ها و قارچ ها و دوام طبیعی و مقاومت های فیزیکی و مکانیکی متغیر می باشد، و می بایست جهت بهبود خواص، تیمارهایی بر روی چوب ماسیو و یا محصولات چوبی و کامپوزیت های چوبی اعمال نمود تا کاربرد آنها را افزایش داد. در گذشته، از تیمارهای خاصی برای بهبود هر یک از خواص چوب استفاده می شد، حتی در زمان حال هم استفاده می شود، اما با پیشرفت تکنولوژی و مسائل زیست محیطی، استفاده از برخی روش ها



و موادها ممنوع گردید. حال با استفاده از نانوتکنولوژی می توان معایب چوب را کاهش داد و عمر مفید و راندمان را به حداکثر رساند (مهری، ۱۳۹۶).

## تاریخچه

به طور کلی می توان گفت نانو نقش به سزایی در تولید و پایداری محصولات چوبی و بالا بردن خواص مکانیکی فرآورده های چوبی و کاغذ ایفا می کند. همچنین می تواند نقش به سزایی در حفظ و نگهداری جنگل ایفا کند. با استفاده از نانو می توان مقدار مصرف مواد اولیه را کاهش داد و در مصرف انرژی نیز صرفه جویی کرد. با این کار هزینه های تولید محصولات چوبی به حداقل ممکن می رسد و راندمان کار افزایش می یابد. همچنین با استفاده از مواد نانو می توان خواص کیفی محصولات نانو کامپوزیتی را بهبود بخشید و محصولاتی با ارزش افزوده تولید کرد. یکی از مشکلات اساسی کامپوزیت های چوب پلاستیک قابلیت آتش گیری بسیار زیاد آنها است. بعضی از پلیمرها مثل پلی وینیلکلراید 51 به علت وجود عنصر کلر غیر قابل اشتعال اند. در حالیکه برخی دیگر نظیر پلی پروپیلن، پلی اتیلن، پلی استایرن و پلی استرکاملا اشتعال پذیر است و به کد سوز کننده نیاز دارند. این ترکیبات باید به مقدار زیاد در ساخت کامپوزیت ها به کار روند تا روند کندسوز کنندگی به طور مؤثری انجام گیرد. این امر موجب افزایش دانسیته، کاهش انعطاف پذیری و خواص مکانیکی و مشکلاتی در مراحل ساخت کامپوزیت می گردد. به علت ماهیت ریزساختاری و نحوه عملکرد ذرات نانو مانند ذرات نانورس می توان از این مواد جهت بهبود خواص کاربردی فرآورده های مرکب پلیمری استفاده کرد. همچنین این مواد موجب افزایش دوام کامپوزیت های چوب پلاستیک در برابر اشتعال و بالابردن توان کندسوز کنندگی آنها می شود. به عنوان مثال، افزودن مقادیر اندکی ذرات نانورس موجب بهبود خواص مکانیکی، حرارتی و ثبات ابعادی در کامپوزیت ها می شود (جنوبی، ۱۳۹۸).

معمولاً چوب و فرآورده های چوبی در برابر عوامل مخرب طبیعی و بیولوژیک دارای مقاومت کمی می باشند. به همین منظور همواره به دنبال راه کارهایی برای بالا بردن خواص مقاومتی چوب و فرآورده های آن در برابر این عوامل هستیم. در همین راستا استفاده از نانوتکنولوژی و مواد نانو از مهمترین رویکردهای علمی است که برای اعمال اصلاحات حفاظتی بر روی چوب مورد توجه قرار گرفته است. از آن جمله می توان به مواردی مانند حفاظت در برابر تابش نور، ممانعت از تماس با عوامل مخرب بیولوژیک، توان آزاد سازی تدریجی ترکیبات و حفاظت طولانی مدت چوب، افزایش طول عمر چوب و حفاظت در برابر آتش، اشاره نمود. چوب و کامپوزیت های چوبی به ویژه در موارد مصرف در محیط باز اغلب در معرض تهاجم عوامل مخرب بیولوژیک مانند لکه های آبی، کپک ها و قارچ ها قرار می گیرند. اصلاح سطح چوب با استفاده از نانوذرات سیلیکا امکان ورود و تکثیر باکتری ها و قارچ ها را به طور چشم گیری کاهش می دهد. ذرات نانو توانایی آزادسازی مداوم آفت کش ها و قارچ کش ها را در یک ساختار پلیمری دارند. در این روش قارچ کش ها و آفت کش ها به صورت کپسول هایی درون روکش قرار داده می شوند همچنین از طرفی ساختارهای میکرو حفره ای ساخته شده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم نقش بسیار کلیدی در ساز و کارهای آزاد سازی مرحله ای به عهده دارند. پوشش های دارای این ذرات در برابر نفوذ و تکثیر جلبک ها نفوذناپذیرند (جنوبی، ۱۳۹۸).

در این میان صنعت کاغذ نیز صنعتی سرمایه بر است و زمان لازم برای به کار گیری فرایندهای جدید در آن عموماً بسیار زیاد است. نقش مواد کاغذی اساساً استحکام بخشیدن به بسته بندی و ایجاد ظاهری زیبا برای آن است. روکش بسته بندی های استاندارد کاغذی را می توان با استفاده از ترکیب فناوری های مختلفی مانند لایه لایه سازی، اکستروژن، متالیزاسیون و روکش دهی انتشاری به دست آورد. در صورت استفاده از نانو کامپوزیت های بر پایه رس در غشاها و روکش ها، خواص محافظتی بسیار مطلوب و پیشرفته ای به دست می آید. در حال حاضر چندین فناوری برای ایجاد ویژگی های جدید در محصولات کاغذی مانند تعبیه انواع مختلف آشکار سازها بر روی محصولات کاغذی با استفاده از فناوری های چاپ مدرن به همراه جوهرهای ویژه و پلیمرهای رسانا در حال بررسی است. همچنین ذرات نانو موجب بهبود قابلیت آبیگری و ماندگاری کاغذ می شود و نانو پوشش ها نیز موجب افزایش مقاومت کاغذ در برابر آتش می شود (یوسفی، ۱۳۹۸).



## نانو و صنعت چوب

به طور کلی می توان گفت نانو نقش به سزایی در تولید و پایداری محصولات چوبی و بالا بردن خواص مکانیکی فرآورده های چوبی و کاغذ ایفا می کند. همچنین می تواند نقش به سزایی در حفظ و نگهداری جنگل ایفا کند. با استفاده از نانو می توان مقدار مصرف مواد اولیه را کاهش داد و در مصرف انرژی صرفه جویی کرد. هزینه های تولید محصولات چوبی به حداقل ممکن می رسد راندمان کار افزایش می یابد.

با استفاده از مواد نانو می توان خواص کیفی محصولات نانو کامپوزیتی را بهبود بخشید و محصولاتی با ارزش افزوده تولید کرد. یکی از مشکلات اساسی کامپوزیت های چوب پلاستیک قابلیت آتش گیری بسیار زیاد آنهاست. بعضی از پلیمرها مثل پلی وینیل کلراید به علت وجود عنصر کلر غیر قابل اشتعال اند. در حالیکه برخی دیگر نظیر پلی پروپیلن، پلی اتیلن، پلی استایرن و پلی استر کاملاً اشتعال پذیر است و به دیرسوز کننده نیاز دارند. این ترکیبات باید به مقدار زیاد در ساخت کامپوزیت ها به کار روند تا روند دیر سوز کنندگی به طور موثری انجام گیرد. این امر موجب افزایش دانسیته، کاهش انعطاف پذیری و خواص مکانیکی و مشکلاتی در مراحل ساخت کامپوزیت می گردد. به علت ماهیت ریزساختاری و نحوه عملکرد ذرات نانو مانند ذرات نانو رس می توان از این مواد جهت بهبود خواص کاربردی فرآورده های مرکب پلیمری استفاده کرد. همچنین این مواد موجب افزایش دوام کامپوزیت های چوب پلاستیک در برابر اشتعال و بالا بردن توان دیر سوز کنندگی آنها می شود. افزودن مقادیر اندکی ذرات نانورس موجب بهبود خواص مکانیکی، حرارتی و ثبات ابعاد در کامپوزیت ها می شود.

معمولاً چوب و فرآورده های چوبی در برابر عوامل مخرب طبیعی و بیولوژیک دارای مقاومت کمی می باشند. به همین منظور همواره به دنبال راه کارهایی برای بالا بردن خواص مقاومتی چوب و فرآورده های آن در برابر این عوامل هستیم. در همین راستا استفاده از نانوتکنولوژی و مواد نانو از مهمترین رویکردهای علمی است که برای اعمال اصلاحات حفاظتی بر روی چوب مورد توجه قرار گرفته است.

حفاظت در برابر تابش نور، ممانعت از تماس با عوامل مخرب بیولوژیک، توان آزاد سازی تدریجی ترکیبات و حفاظت طولانی مدت چوب، افزایش طول عمر چوب، حفاظت در برابر آتش. چوب و کامپوزیت های چوبی به ویژه در موارد مصرف در محیط باز اغلب در معرض تهاجم عوامل مخرب بیولوژیک مانند لکه های آبی، کپک ها و قارچ ها قرار می گیرند. اصلاح سطح چوب با استفاده از نانو ذرات سیلیکا امکان ورود و تکثیر باکتری ها و قارچ ها را به طور چشم گیری کاهش می دهد. ذرات نانو توانایی آزادسازی مداوم آفت کش ها و قارچ کش ها را در یک ساختار پلیمری دارند. در این روش ها قارچکش ها و آفتکش ها به صورت کپسول هایی درون روکش قرار داده می شوند. در این روش ساختارهای میکرو حفره ای ساخته شده از نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم نقش بسیار کلیدی در ساز و کارهای آزاد سازی مرحله ای به عهده دارند. پوشش های دارای این ذرات در برابر نفوذ و تکثیر جلبک ها نفوذ ناپذیرند (مهری، ۱۳۹۶).

## اصلاح خواص چوب در صنعت مبلمان

بهبود دادن خواص مقاومتی چوب که در ساخت مبلمان چوبی مورد استفاده قرار می گیرند از جمله مواردی است که با استفاده از فناوری نانو تحقق می یابد. با توجه به نیروها و تنش هایی که بر این نوع فرآورده ها وارد می شود نظیر نیروی خمشی و فشاری و ضربه و پیچشی و برشی و سایش، می توان این خواص را به کمک نانو ذرات سیلیکا و نانو فیبر ها و نانو لوله های کربنی نیز افزایش داد.

با ادغام نانو لوله های کربنی با چوب و کامپوزیت ها، می توان از مقاومت مکانیکی بالایی، به شکل بهینه بهره گرفت. این مواد به سبب مقاومت مکانیکی بالا، وزن کم، و توزیع الکتریسیته ساکن، گزینه بسیار مناسبی برای صنعت چوب می باشد.



نانو لوله ها علی رغم برخورداری از قطر بسیار کم، مقاومت کششی بالایی در حدود صد گیگا پاسگال دارند و از دیگر خصوصیات نانو لوله ها وجود پیوندهای واندروالسی بین اتم ها نیز می باشد (بهرامی، ۱۳۸۶).

### نانو پوشش برای محافظت و آبگریز کردن سطوح چوب

ترکیبات صنعتی EC-311 یک نانو پوشش دوست دار محیط زیست است که مواد پایه آن سیلانیه ای اصلاح شده و رزین های آکریلیک و سیلیکونی می باشد. EC-311 با ممانعت از نفوذ آب و روغن به درون سطوح چوبی، نئوپان و ام دی اف، این سطوح را در برابر پوسیدگی، آلودگی و خراش محافظت می کند و از این طریق باعث بهبود خواص و افزایش ماندگاری و عمر این سطوح می شود. علاوه بر این، با استفاده از این پوشش می توان خواصی مثل تمیزکنندگی آسان، لکه بری، افزایش کیفیت و کارایی سطوح چوبی، نئوپان و ام دی اف، را در ساختمان ها به وجود آورد. این پوشش همچنین از پوسته پوسته شدن سطح چوب و باد کردن آن در مکان های مرطوب و خیس مانند سرویس بهداشتی و سونا جلوگیری می کند. این پوشش در برابر اشعه خورشید مقاوم بوده و دچار زردشدگی و تغییر رنگ، ماتی و ترک نمی شود. سه نوع نانوذرات در پوشش آنتی باکتریال چوب مورد استفاده قرار می گیرند:

نانوکپسول ها: این نانو ذرات مواد قارچ کش و آفت کش را آزاد کرده و نقش موثری در نابودی باکتری ها ایفا می کنند. نانو ذرات سیلیکا: این نانو ذرات از تکثیر باکتری ها و قارچ ها در چوب جلوگیری می کند. این نانو ذرات طی فرآیندی ساده با استفاده از یک لایه پلی کاتیونی به سطوح متصل می شوند. از این مواد برای ساخت روکش های نانو کامپوزیتی به منظور افزایش قابلیت خود تمیزشوندگی و از بین بردن آلاینده های میکروبی استفاده می شود. نانوذرات نقره: این نانو ذرات عملکرد فوق العاده ای در از بین بردن میکروب ها دارند و برای از بین بردن قارچ ها و باکتری های ناشی از رطوبت در چوب بسیار موثر هستند. این نانو پوشش های آنتی باکتریال، مقاوم در برابر آب، هوا، مواد آلی و معدنی بوده و یکی از پوشش های اصلی صنعت ساختمان به شمار می روند. با توجه به کاربرد نوین انواع مواد طبیعی نظیر سنگ و غیره در صنعت مبلمان نانو پوشش های سنگ و چوب ترکیباتی هستند که ضمن حفظ ظاهر اصلی سطح باعث عدم ایجاد چسبندگی در سطح شده و آب، چربی و سایر آلودگی ها را از سطح دفع می کنند. این نانو پوشش ها برای سطوح سنگی نفوذ پذیر که خاصیت مکندگی دارند نیز موارد استفاده بسیاری دارند. ترکیبات این نانو پوشش ها معمولا شامل الماس، نقره، شیشه و سرامیک می باشند و با توجه به موارد مصرف ممکن است متفاوت باشند، اما در اکثر آنها فاز حامل آب و الکل است و ذرات آنها تا 300 درجه سانتیگراد مقاوم هستند. از مزایای نانو پوشش های سنگ و چوب در پوشش سطوح منفذ دار می توان به حفظ سطوح در برابر عوامل محیطی، امکان تمیز شدن لکه ها از جمله؛ چربی ها و روغن ها با آب، جلوگیری از ایجاد کپک، جلبک و مشابه آنها و محافظت سطوح در برابر رطوبت و تخریب میکروبی، ظاهر واضح و افزایش کیفیت و کارایی سطوح و کفپوش های چوبی در ساختمان ها، پایداری در برابر اشعه فرابنفش و انواع ویژگی های ظاهری از قبیل سختی و مقاومت در برابر آتش اشاره کرد. استفاده از نانوپوشش ها در جهت بهبود خواص و افزایش عمر سنگ و چوب از کاربردهای فناوری نانو در حوزه ساختمان است. در ساختمان های چوبی درخت های بزرگ اطراف ساختمان ها با به جا گذاشتن آثار خود بر روی سطوح ساختمان ها باعث می شوند نمای ساختمان ها به مرور زمان رنگ سبز درختان را به خود گرفته و برای تمیز کردن آنها می بایست از ابزار تمیزکننده با فشارهای قوی استفاده شود، اما این عمل نیز باعث می شود پس از چند ماه در سطح ساختمان چسبندگی بیشتری ایجاد شود و سریع تر و راحت تر از قبل آلودگی ها را به خود جذب کنند در این گونه موارد نیز استفاده از نانو پوشش های سنگ و چوب ضروری به نظر می رسد (غلامیان و غلام پور، ۱۳۹۹).



## افزایش مقاومت مبلمان چوبی در برابر باکتری هاو قارچ ها

باکتری ها و قارچ های مخرب چوب در مناطقی بیشتر رشد می کنند که رطوبت و اکسیژن به اندازه کافی وجود داشته باشد. معمولا مبلمان هایی که در مصارف بیرونی استفاده می شود و یا در معرض رطوبت قرار می گیرند، اغلب در معرض تهاجمات باکتری هایی مانند لکه آبی، کپک ها و قارچ های نابود کننده چوب قرار دارند. جلوگیری از تماس باکتری ها با سطح چوب می تواند روش مناسبی برای به حداقل رساندن تشکیل کپک در چوب باشد. اصلاح سطح چوب با استفاده از نانو ذرات سیلیکا، تکثیر باکتری ها و قارچ ها را به طور چشم گیری کاهش می دهد.

همچنین نانو ذرات نقره از جمله موادی است که امروزه به دلیل خاصیت ضد میکروبی توجه زیادی به آن می شود. نانو ذرات دارای سطوح بسیار زیادی هستند، این افزایش سطح باعث خواهد شد که یک گرم از نانو ذرات نقره برای ضدباکتری کردن یک صد متر مربع از سطح یک ماده کافی باشد. حال می توان با نانو ذرات نقره، سطوح مبلمان ها را پوشش داد و با این کار آنها را در برابر قارچ ها و باکتری ها ایمن نمود، که می توان این پوشش ها را با قلم مو یا پیستوله بر روی سطح اعمال نمود (طارمیان، ۱۳۸۸).

ذرات کروی سیلیکا، با قطر در حدود 10 نانومتر، از طریق یک لایه اتصال پلی کاتیونی و با استفاده از یک فرآیند غرقابی ساده به سطوح شیشه ای متصل می شوند. از این روش می توان برای ساخت روکش های نقره از موادی است که امروزه نانوکامپوزیتی پلیمری با خاصیت خود پالایی و حذف آلاینده های میکروبی استفاده نمود توجه زیادی به آن می شود و این به دلیل خاصیت منحصر به فرد نقره از جمله خاصیت ضد میکروبی نقره در مقیاس نانو می باشد. نانو ذرات دارای سطوح بسیار زیادی هستند، این افزایش سطح باعث خواهد شد که یک گرم از نانو ذرات نقره برای ضد باکتری کردن یک صد متر مربع از سطح یک ماده کافی باشد. حال می توان با نانو ذرات نقره سطوح مبلمان ها را پوشش داد که با این کار می توان مبلمان های چوبی را در برابر قارچ ها و باکتری ها ایمن نمود، که می توان این پوشش ها را با قلمو یا پیستوله رنگ کاری انجام داد. نانو کپسول ها توان آزاد سازی مداوم آفتکش ها و قارچکش ها را دارند، و در صورتی که در پوشش های مورد مصرف در مبلمان های چوبی نظیر پلی استر و سیلر و کیلر از نانو کپسول ها استفاده شود، می توانند این نانو کپسول ها طبق برنامه زمان بندی مشخص آزادسازی مواد قارچ کش را انجام دهند و نانو ذره دیاکسید تیتانیوم نقش کلیدی در آزادسازی ایفا میکند، نانوپوشش های چوب، علاوه بر استفاده در سطوح چوبی معمولی برای سطوح چوبی جلادار و سطوح چوبی رنگ شده هم مورد استفاده قرار می گیرند. در سطوح چوبی جلادار سه ماه پس از اعمال جلا مورد استفاده قرار می گیرند و برای سطوح چوبی رنگ شده از نانوپوشش های چند منظوره استفاده می شود. به طور کلی نانو ذرات متفاوتی در کانون توجه محققان در زمینه ی پوشش های چوبی قرار گرفته است که از این میان، نانوذرات اکسید روی یکی از مهمترین نانوذرات می باشد که مطالعات فراوانی در خصوص تاثیر آن بر خواص پوشش ها انجام شده است. همچنین، مطالعات بسیار زیادی در زمینه ی اثر نانوذرات اکسید روی بر ویژگی های محافظتی شفاف پوشش ها در مقابل امواج فرابنفش خورشید می باشد. نتایج این مطالعات نشان داده که استفاده از نانو ذرات اکسید روی در پوشش های بر پایه ی رزین پلی اورتان، آکرلیک، پایه آب پلی اورتان/ آکرلیک، پایه آب سیلیکون قلیایی و دیگر پوشش ها در برابر امواج ماورای بنفش شده و از تخریب و تغییر رنگ این پوشش ها به طور قابل توجهی جلوگیری می کند. استفاده از نانوپوشش های مورد استفاده در صنعت مبلمان چوبی کشور، به دلیل عمر کوتاه و دوره های کوتاه مدت بازسازی پوشش به لحاظ کیفیت نه چندان مطلوب شفاف پوششهای داخلی مورد توجه قرار گرفته است. از این رو ارتقای کیفیت شفاف پوششهای داخلی از اهمیت بالایی برخوردار است. اخیرا توجه ویژه ای به تحقیقات در خصوص نانوپوشش های ضد حریق برای پوشش سطح چوب انجام شده است (غلامیان و غلام پور، ۱۳۹۹).





## موانع به کارگیری فن آوری نانو در تولید محصولات چوبی

صنعت چوب عمدتاً شامل صنایع کوچک یا متوسط دیگری است که اغلب توانایی سرمایه گذاری تحقیقاتی برای توسعه فن آوری ها و افزایش کیفیت محصولات را ندارند. این صنعت هنوز به درک مناسبی از ارزش افزوده در ابعاد وسیع نرسیده است. در حال حاضر بیشترین بازده صنعت چوب، با استفاده از مواد توده ای حاصل می شود. بیشترین تولید کنندگان محصولات چوبی هنوز از انتظارات و نیازهای مصرف کنندگان آگاه نیستند. به عبارت دیگر، اکثر مصرف کنندگان به استفاده از مواد کاملاً طبیعی علاقه مند هستند و هیچ حمایتی از محصولات با استفاده از مواد غیر طبیعی نمی کنند (مهری، ۱۳۹۶).

## نتیجه گیری

به طور کلی می توان گفت با توجه به ویژگی های هر یک از نانو ذرات می توان پوشش های منحصر به فردی را در سطح چوب و مبلمان چوبی ایجاد نمود به عبارت دیگر جهت ضد آب کردن پوشش ها می توان از نانو ذرات سیلانی استفاده نمود و جهت افزایش مقاومت به حرارت و شعله می توان از نانو ذرات رس و برای رسیدن به سطح چوبی آنتی باکتریال از ذرات دیاکسید تیتانیوم استفاده می شود. متأسفانه در کشور ایران تحقیقات زیادی در خصوص کاربردهای پوشش های نوین نانو ذرات صورت نپذیرفته است و نیازمند مطالعات و تحقیقات بیشتر در این زمینه می باشد.

## منابع

- ۱- بی اذیت، ع.ر.؛ جمالی راد، ل.؛ حجازی، س. و امینیان، ه.ا.؛ (۱۳۹۲). کاربرد فناوری نانو در صنایع چوب. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت منابع طبیعی، اسفند ماه ۱۳۹۲.
- ۲- یوسفی، ح. و مشکور، م.؛ (۱۳۸۷). فرصت های بزرگ در صنایع لیگنوسلولزی با فناوری کوچک نانو. اولین همایش ملی تأمین مواد اولیه و توسعه صنایع چوب و کاغذ کشور، ۱۳۸۷.
- ۳- غلامیان، هادی؛ غلام پور، بهنام؛ (۱۳۹۹). نانو پوشش در صنعت چوب و مبلمان. International Conference on Nanotechnology and Nanoscience، دی ماه ۱۳۹۹.
- ۴- مهری چروده، میثم؛ (۱۳۹۶). فناوری نانو و مزایای استفاده آن در صنایع چوب و کاغذ. همایش ملی دانش و نوآوری در صنعت چوب و کاغذ با رویکرد زیست محیطی، آذر ماه ۱۳۹۶.
- ۵- جنوبی، م. ضیایی، م. و نصیری، ن.؛ (۱۳۸۹). نانو تکنولوژی، نانو فایبرهای سلولزی و آینده صنایع چوب پایه. نخستین همایش ملی فن آوری های نوین در صنایع چوب و کاغذ، ۱۳۸۹.
- ۶- بهرامی، و؛ (۱۳۸۶). پایه های مکانیک نانو. انتشارات دانش پرور، ۱۳۸۶.
- ۷- طارمیان، ا. سپهر، ا. (۱۳۸۸). بررسی پتانسیل استفاده از فناوری نانو در چوب خشک کنی، ۱۳۸۸.