

استفاده از مواد ضد میکروبی در بهبود ویژگی‌های کاغذ

طاهره علی‌خواه^۱، الیاس افرا^۱، احمد رضا سرائیان^۱، علی قاسمیان^۱، شیوا روشنی^۲

۱. گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

۲. دانشگاه آزاد واحد آزادشهر

چکیده

در سال‌های اخیر، نانو تکنولوژی کلید توسعه ترکیبات و مواد شیمیایی در ابعاد نانو بوده است که باعث تولید موادی با نسبت سطح/حجم زیاد و با ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی عالی شده است. نانو موادی همچون نقره، مس، روی و کیتوزان از جمله گسترده‌ترین مواد پرقدرت به منظور تولید فرآورده‌های ضدباکتری به ویژه اصلاح الیاف سلولزی بوده است. همچنین نانو رس‌ها موادی طبیعی با ساختار لایه‌ای و سطح ویژه زیاد می‌باشند که با توجه به ویژگی توان بالا در مبادله یونی، مصرف آنها در زمینه‌ها مختلف، اعم از پزشکی در حال افزایش است. علاوه بر این، ساختار چندلایه در این مواد باعث ممانعت از عبور گازها می‌شود که خود در صنعت دارای اهمیت زیادی است. به دلایل مختلف کاغذ در برابر عوامل بیولوژیکی و میکروبی ضعیف می‌باشد، چون که مستعد رشد میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. بنابراین تامین مقاومت‌های لازم برای مصرف مشتری و همچنین حفظ سلامت افراد از جمله مهم‌ترین اهداف واحدهای تولیدی کاغذ می‌باشد. بدین منظور استفاده از نانوذرات می‌تواند برای دستیابی به این اهداف موثر و مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: نانو تکنولوژی، نقره، مس، بیولوژیکی و میکروبی

T.alikhah@yahoo.com

۱- مقدمه

امروزه استفاده از پیشرفت‌های جدید در عرصه علوم و صنایع چوب و کاغذ بخش مهمی از پژوهش‌ها را به خود اختصاص داده است. یکی از جدیدترین پیشرفت‌های علمی سالیان اخیر مبحث نانوتکنولوژی می‌باشد. بدین جهت در کنار تامین مواد خام اولیه برای صنایع مختلف چوب، مساله استفاده از تکنولوژی‌ها و پیشرفت‌های علمی جدید به منظور بهینه‌سازی تولید و افزایش کیفیت و سرعت تولید دارای اهمیت فراوان می‌باشد [1]. طی چند دهه گذشته توجه بسیاری از پژوهشگران به نانوذرات و نانو فناوری جلب شده است. آنها توانسته‌اند، به کمک این فناوری گامی بلندی در پیشبرد شاخه‌های مختلف علمی و کاربردی بردارند. نانو ذرات به علت داشتن اندازه کوچک، سطح بسیار زیادی را در حجم کم فراهم می‌کنند و خواص فیزیکی و شیمیایی قوی‌تری ایجاد می‌کنند [2].

کاغذهای سلولزی مواد گسترده‌ای هستند که در زندگی روزانه و صنعت کاربرد دارند. ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کاغذها می‌تواند توسط مواد ویژه بهبود یابد. مقاومت تر یک مقاومت مهم برای تولیدات کاغذی مثل کاغذهای بسته بندی و دیگر کاغذهای ویژه است [3]. نیاز به کنترل میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در آلاینده‌های زیست محیطی موجب گسترش فرآورده‌های ضدباکتریایی شده است. عوامل ضد میکروبی به منظور جلوگیری از رشد باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این رو مواد شیمیایی زیادی بدین منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد که در سال‌های اخیر سعی شده است این مواد با مواد دوست‌دار محیط‌زیست به‌طور کامل جایگزین شود [4]. نانوتکنولوژی در زمینه مواد ضد میکروبی رشد بسیار سریعی داشته است. این مواد فرصت‌های تازه‌ای در اختیار کارایی بیشتر مواد قرار داده است. نانو مواد مختلفی جهت ضدباکتری کردن کاغذ مورد استفاده قرار گرفته است؛ از جمله این مواد می‌توان به مالئیک انیدرید استیل‌ه شده- کیتوزان، نانونقره و کیتوزان اشاره کرد [3]. الیاف طبیعی محیط بسیار عالی برای رشد میکروارگانیسم‌ها می‌باشند، چون که دارای ماده مغذی، رطوبت، اکسیژن و درجه حرارت مناسب می‌باشند. به علاوه درصد رطوبت الیاف

طبیعی به رشد میکروارگانیسم‌ها کمک زیادی می‌کند [5]. نانوذرات نقره علیه باکتری‌هایی چون *Staphylococcus aureus*، *Staphylococcus*، *E.coli*، *Bacillus subtilis*، *epidermis* و قارچ‌هایی چون *Aspergillus nigra*، *Candida albicans*، *Saccharomyces cerevisia* به طور موفقیت آمیزی عمل کرده‌اند [۶، ۷ و ۸].

۲- انواع مواد مورد استفاده در ضدباکتری کردن کاغذ

۲-۱- نانونقره

نانوذرات نقره نقش مهمی را در زمینه توسعه نانوتکنولوژی در دو دهه اخیر ایفا کرده است. نقره کلونیدی به دلیل کاربرد با ارزش آن در علم به عنوان زیست حسگرها، برچسب‌ها برای سلول‌ها و زیست‌مولکول‌ها، پروب یا کاوشگرهای پپتیدی، عوامل ضد میکروبی، عامل درمان زخم و درمان‌شناسی سرطان، توجه ویژه‌ای را به خود جلب کرده است. بیشترین و مهیج‌ترین کاربرد نانوذرات نقره، فعالیت ضد میکروبی چشم‌گیر آن می‌باشد [9]. استفاده از نقره عنصری به عنوان یک عامل ضد باکتری تقریباً به قدمت تاریخ بشر است. نانو نقره می‌تواند به طور موثر به عنوان عامل ضد میکروبی استفاده شود [10]. امروزه علاقه‌مندی در مواد ضد میکروبی نظیر نقره به خاطر افزایش مقاومت میکروب‌ها به آنتی‌بیوتیک‌های مرسوم پدیدار گشته است. طراحی لباس‌های پزشکی حفاظتی، مواد بسته‌بندی ضدباکتریایی و توسعه کاغذهای باکتری کش برای تصفیه آب نمونه‌هایی از این کاربردها می‌باشند. فعالیت ضد میکروبی یون‌های نقره و ترکیبات نقره علیه نزدیک به ۶۵۰ نوع از میکروارگانیسم‌ها شناخته شده‌اند [۱۱ و ۱۲]. در میان عوامل ضد میکروبی، نقره بطور گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است، چون که اثرات قوی را از نظر کشندگی میکروب‌های بیماری‌زا نشان می‌دهد. به علاوه، نانو ذرات غیرآلی دارای نسبت سطح به حجم زیادی می‌باشند و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی منحصر- به فردی دارند. بنابراین اعمال این نانوذرات بر روی الیاف مختلف به منظور تولید سطوح ضد میکروبی مورد توجه قرار گرفته است. درباره مطالعات نانوکامپوزیت‌های

غذایی، آرایشی، کشاورزی و پزشکی دارد. منابع طبیعی این پلیمر، ساختار اسکلتی سخت پوستان، حشرات و دیواره سلولی برخی از باکتری‌ها و قارچ‌ها را تشکیل می‌دهد. مشتق د استیله کیتین، کیتوزان نامیده می‌شود که قابلیت انحلال آن از کیتین بیشتر است [18]. به طور کلی کیتوزان یک پلیمر کربوهیدراتی است که می‌توان آن را از پسماند غذاهای دریایی حاصل از سخت پوستان مانند صدف، خرچنگ و میگو تهیه کرد. کیتوزان شکل د استیله شده کیتین (پلی بتا (۱-۴) N - استیل D - گلوکزآمین) است [19]. امروزه کیتوزان به عنوان عاملی تقویت کننده در کامپوزیت‌های و کاغذ کاربرد دارد. ساختار کیتین در شکل ۲ ارائه شده است.

توانایی ضد میکروبی کیتوزان همراه با عدم سمیت، زیست تخریب‌پذیری، زیست‌سازگاری و تسهیل کاربرد منجر به استفاده روزافزون آن در صنایع غذایی، کشاورزی، پزشکی، داروسازی و نساجی شده است. در محلول‌های اسیدی، گروه‌های آمینو در کیتوزان به گروه‌های آمونیوم چهارطرفیتی تبدیل شده و باعث کاهش رشد باکتری‌ها می‌شود. میزان فرآیند ضدباکتریایی به وزن مولکولی و درجه دی استیلاسیون کیتوزان بستگی دارد. به طور مثال در مورد سلولز پیوندهای هیدروژنی درون مولکولی سلولز شکسته شده و پیوندهای هیدروژنی سلولز-کیتوزان تشکیل می‌شود [21].

۵-۲ نانومس

یون‌های مس به تنهایی یا به صورت کمپلکس‌های مس قرن‌ها به عنوان مایعات ضد عفونی مورد استفاده قرار گرفته است. امروزه شکل‌های مختلف ترکیبات مس به عنوان ترکیبات ضد عفونی، برای تصفیه آب، عامل ضد قارچ و عامل ضد باکتری مورد استفاده قرار می‌گیرد. تاثیر ضد باکتری نانو ذرات فلزی به دلیل اندازه بسیار کوچک و نسبت سطح به حجم زیاد آنها است و این امکان را می‌دهد که مستقیماً با غشاء میکروبی تماس داشته باشند و یون فلزی آزاد کنند. سنتر نانو ذرات مس توسط روش‌های مختلفی مثل سونوشیمیایی، سل-ژل، الکتروشیمیایی و روش تجزیه گرمایی انجام می‌شود [۲۲ و ۲۳].

۳- اهمیت و کاربردهای محصولات بهداشتی سلولزی ضد باکتریایی

اهمیت کاغذ در حال حاضر از نظر ضد میکروبی بودن در صنایع چاپ اسکناس بسیار حائز اهمیت می‌باشد. استفاده از اسکناس جز جدانشدنی مبادلات تجاری شده است؛ هراسکناس از زمان تولید تا مرحله امحاء در میان افراد بی شماری دست به دست می‌گردد و این تبادلات آن در قشایر مختلف می‌تواند باعث انتقال عواملی بیماری‌زای زیادی در جامعه گردد، براساس شاخص منتشر شده از سوی بانک جهانی شاخص رابطه سلامت و بهداشت عمومی با اسکناس نشان می‌دهد که اسکناس ۷۰ نوع بیماری را به انسان منتقل می‌کند. بنابراین استفاده از فناوری‌های روز به منظور تولید اسکناس با خاصیت ضد میکروبی بسیار مهم می‌باشد [24]. ضرورت استفاده از فرآورده‌های کاغذی آنتی باکتریال را می‌توان در گستره وسیعی از تولیدات بهداشتی (نوار بهداشتی و پوشک بچه) اشاره کرد، در این مقوله یکی از موضوعات مهم، بهداشتی بودن و بهداشتی کردن ماده مورد استفاده در این صنایع است. بدین صورت که چنین فرآورده‌هایی با ساختار سلولزی ویژه و همچنین استفاده از نانوذرات نقره باعث افزایش خاصیت خود تمیز شونده و نرمی می‌شوند. کاغذ بهداشتی یا کاغذ تیشو اکثراً برای مصارف بهداشت شخصی استفاده می‌شود. بهداشت فردی مدرن و در اولویت قرار دادن استفاده از کالاهایی که ارتباط مستقیم با مسائل بهداشتی افراد دارند، در ایران قدمتی کمتر از نیم قرن دارد و توجهی که امروز به این مسائل می‌شود، در گذشته‌های نه چندان دور وجود نداشت و استفاده از کاغذهای بهداشتی نیز تا حدود ۳۰ سال قبل اصلاً مرسوم نبود [۲۵، ۲۶ و ۲۷].

الیاف/نقره تحقیقات زیادی انجام شده است و تهیه سوسپانسیون الیاف حاوی نانوذرات نقره جالب بوده است. این تحقیقات و تولیدات نقش مهمی در صنایعی چون نساجی ایفا می‌کنند [13]. بطور کلی الیاف سلولزی خیلی آسان به وسیله عوامل میکروبی و اشعه فرابنفش مورد حمله قرار می‌گیرند. حمله میکروبی به الیاف سلولزی موجب افزایش بی‌رنگی، تجزیه شیمیایی و افت خواص مکانیکی می‌شود. بدین منظور چندین روش برای اصلاح سطح این الیاف توسعه یافته است که از مهم‌ترین آنها می‌توان به پوشش‌دهی نانوذرات نقره اشاره کرد [14]. در شکل ۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی از نانوذرات نقره ارائه شده است. شمایی از جذب نانوذرات نقره بر الیاف پنبه در شکل ۲ ارائه شده است.

۲-۲ نانوروی

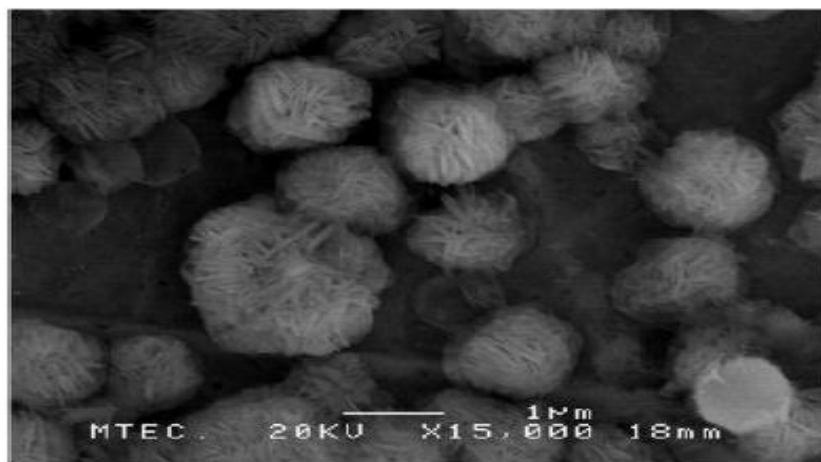
اکسید روی (ZnO) یک نیمه رسانا با انرژی چسبندگی زیاد و اتصالات پهن می‌باشد. نانوذرات اکسید روی امروزه به عنوان مواد پوشش‌دهی برای بهبود عاملیت فرآورده‌های نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین کاربرد این ماده در دامنه گسترده به سبب ویژگی‌های فتوکاتالیستی، الکتریکی، نوری و ضد میکروبی منحصر بفرد می‌باشد. دو روش برای ثابت کردن این نانوذرات بر روی سطح الیاف نساجی توسعه یافته است، اولین روش پوشش‌دهی سطح الیاف با نانوذرات پیش سنتز شده می‌باشد؛ این روش دارای دو مرحله سنتز نانوذرات و تثبیت آن روی الیاف می‌باشد. دومین روش سنتز مستقیم نانوذرات و اعمال آن بر روی سطح الیاف است که به تکنیک سنتز درجا شناخته شده است. در این روش یون‌های فلزی بر روی الیاف متصل و از طریق جذب الکترواستاتیکی یا تبادل یون تثبیت می‌شود [14].

۳-۲ نانورس

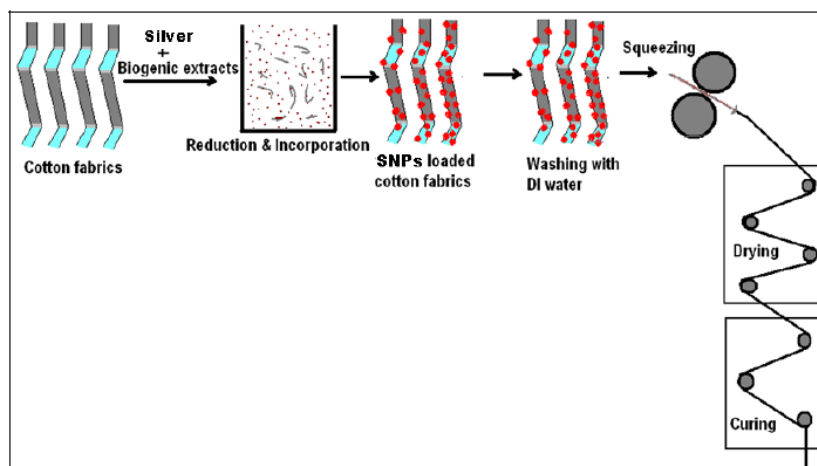
نانورس یکی از مهم‌ترین مواد امیدبخش است که نتایج بسیار مفیدی در بخش پلیمر ارائه کرده است. نانورس معمولاً از نانو مونت موریلونیت معدنی ساخته می‌شود. این ماده بطور میانگین دارای ضخامت ۱ نانومتر و ۷۰ تا ۱۵۰ نانومتر پهنای دارد. نانورس‌ها بسیاری از ویژگی‌های پلیمر را افزایش می‌دهند و موجب بهبود روشنی، سفتی، پایداری حرارتی و ویژگی‌های ممانعتی می‌شود. مونت موریلونیت به عنوان یک نانو ذره رسی که عمده‌ترین فاز موجود در بنتونیت را تشکیل می‌دهد، با داشتن خواص منحصر- به فردی مانند تورم پذیری در محیط‌های قطبی، سطح ویژه زیاد، خواص الکتریکی سطحی و ظرفیت تبادل کاتیونی توانسته است کاربردهای مختلفی را در صنعت و تحقیقات پیدا کند. از جمله این کاربردها می‌توان به استفاده از آن به عنوان پایه برای واکنش‌های کاتالیستی، پرکننده و همچنین جاذب اشاره کرد، که در هر یک از این موارد کاربردهای متنوعی در مقالات بیان شده است [16]. از دیگر کاربردهای نانورس می‌توان به تولید فرآورده‌های آنتی باکتریال (کاغذ برای بسته‌بندی مواد غذایی) اشاره کرد. کاغذ معمولاً می‌تواند توسط ترکیبات آنتی باکتریال از طریق پوشش‌دهی ساخته شود. در تحقیقات اخیر ساخت کاغذ با نانورس ضمن تقویت خواص آن، از نظر خاصیت آنتی باکتریال بودن با موفقیت همراه بوده و در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی استفاده شده است [17].

۴-۲ کیتوزان

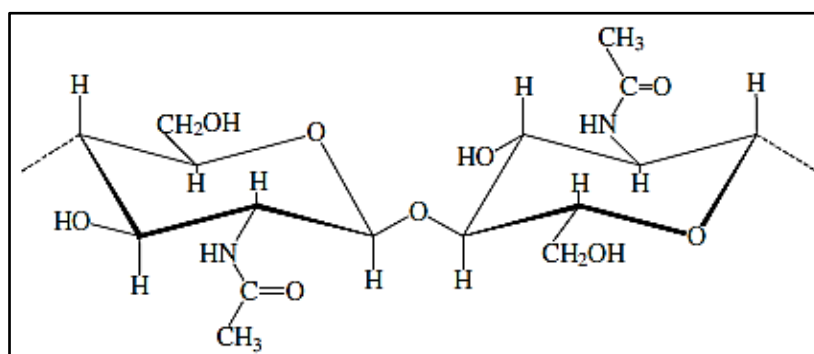
کیتوزان یک آلترناتیو مناسب به عنوان ماده ضد میکروبی می‌باشد که ارزان، غیرسمی، زیست‌تخریب‌پذیر و کاتیونی است [4]. کیتین بعد از سلولز یکی از فراوانترین مواد آلی موجود در طبیعت است که کاربردهای زیادی در صنایع



شکل (۱) تصویر میکروسکوپ الکترونی از نانوذرات نقره [4]



شکل (۲) جذب نانوذرات نقره بر الیاف پنبه [15]



شکل (۳) ساختار کیتین [20]

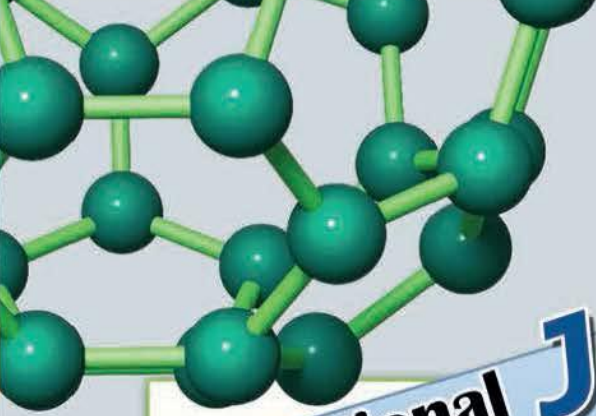
می‌شوند، به دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی از قبیل مقاومت ذاتی بسیار زیاد، قابلیت تجدیدپذیری، قیمت بسیار کم، دوست‌دار محیط‌زیست می‌تواند به عنوان تقویت کننده در صنایع خمیر و کاغذ و مقوا به کار روند. این ویژگی‌های خاص باعث شده تا این مواد توجهات زیادی را به سمت خود جلب کند و این تمایل استفاده و توجهات در حال افزایش است. این تحقیقات و توجه زیاد به این ماده می‌تواند امید به آینده‌های روشن به همراه کاربرد صنعتی از آن را در کاربردهای مختلف افزایش دهد.

۴- نتیجه‌گیری

تمایل مشتری برای تامین بهداشت مورد نیاز خود و افزایش تقاضا برای فرآورده‌های بهداشتی سلولزی مثل دستمال کاغذی، کاغذ بسته‌بندی و حتی اسکناس استفاده از مواد ضدمیکروبی را مورد توجه قرار داده است. به سبب موارد ذکر شده بسیاری از تولیدکنندگان، موسسات تحقیقاتی و دانشگاه‌ها سرمایه‌گذاری‌هایی در این حوزه انجام داده‌اند و نتایج حاصل از آن بسیار مفید و موثر بوده است. نانو ذراتی که به عنوان عوامل ضدمیکروبی استفاده

۵- منابع

14. Barani, H., 2014. Surface activation of cotton fiber by seeding silver nanoparticles and in situ synthesizing ZnO nanoparticles, *New journal chemical*, 38:4365-4370.
15. Thirumurugan, G., and Dhanaraju, M.D., 2012. Silver Nanoparticles: Real Antibacterial Bullets (chapter 20), "Antimicrobial Agents", book edited by Varaprasad Bobbarala, ISBN 978-953-51-0723-1, Published: September 12, 2012 under CC BY 3.0 license.
16. Bhat, G., Hegde, R.H., Kamath, M.G., and Deshpande, B., 2008. Nanoclay Reinforced Fibers and Nonwovens, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 3(3): 22-34.
17. Soares, N.F.F., Moreira, F.K.V., Fialho, T.L., and Melo, N.R., 2012. Triclosan-based antibacterial paper reinforced with nano-montmorillonite: a model nanocomposite for the development of new active packaging, *Polym. Adv. Technol.*, 23:901-908.
۱۸. خانفري، ا.، صنعتی کويایی، ش. ۱۳۸۸. تأثير درجه د استیلاسیون کیتوزان بر مهار رشد سودومونا آئروژینوزا بیمارستانی، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۱۹ (۷۱): ۱۹-۱۰.
19. Goddard, J.M. and Hotchkiss, J.H. 2007. Polymer surface modification for the attachment of bioactive compounds. *Progress in polymer science* 32, pp 698-725.
20. Kumar Dutta, P., 2004, Chitin and Chitosan: Chemistry, properties and applications, *Journal of Scientific & Industrial Research*, Volume 63, pp 20-31.
۲۱. کرمی، ز.، سلیمانی گرگانی، ا.، ۱۳۹۲. مروری بر الیاف پنبه‌ای ضدباکتری، نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، ۳: ۵۱-۴۳.
۲۲. حسینی مشهد طرقي، ا.، شاه طهماسبی، ن.، رضایی رکن‌آبادی، م.، مشرقی، م.، باقری محققى، م.، آذیر، ا.، مداحی، پ.، ۱۳۸۹. بررسی خواص ساختاری و ضدباکتری نانوذرات اکسیدمس با ناخالصی آهن تهیه شده به روش سل - ژل، دهمین کنفرانس ماده چگال ایران، دانشگاه شیراز.
23. Grace, M., Chand, N., and Bajpai, S.K., 2009. Copper Alginate-Cotton Cellulose (CACC) Fibers with Excellent Antibacterial Properties, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 4(3): 24-35.
۲۴. یزدانی، ۱۳۹۲. بررسی و تولید کاغذ اسکناس ضدباکتری با استفاده از نانو ذرات نقره، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
۲۵. محمدی، م.، ۱۳۹۱. فرآوری نانوذرات نقره و ارزیابی عملکرد آن بر خواص ضد میکروبی خمیر و کاغذ فلاف، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی.
۲۶. اسکندری، م.، ۱۳۹۱. ارزیابی روش‌های مختلف برای فرآوری نانو ذرات رس و تأثیر آن بر خواص ضد میکروبی خمیرکاغذ بهداشتی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی.
27. Petrulyte, S., and Petrulis, D., 2011. Modern textiles and biomaterials for healthcare, *Handbook of Medical Textiles*, 1-35.
۱. طارمیان، ا.، سپهر، ا.، گل محمدی، و.، غلامیان، ه.، ۱۳۹۰. تأثیر تیمار نانوذرات نقره بر سرعت خشک‌شدن و گرادیان - کرمی، ز.، سلیمانی گرگانی، ا.، ۱۳۹۲. مروری بر الیاف پنبه‌ای ضدباکتری، نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، ۳: ۵۱-۴۳.
2. Posner J.D. 2009. Engineered Nanomaterial: Where They Go, Nobody Knows, *Nanotoday*.
3. Chen, Z., Li, C., Song, Z., and Qian, X., 2014. Wet strength and antibacterial performance of cellulose paper induced by maleic anhydride-acylated chitosan, *Bioresources*, 9(3): 4503-4509.
4. Imani, R., Talaiepour, M., Dutta, J., Ghobadinezhad, M.R., Hemmasi, A.H., and Nazhad, M.M., 2011. Production of antibacterial filter paper from wood cellulose, *Bioresources*, 6(1): 891-900.
5. Haji, A., Barani, H., Sadroddin Qavamnia, S., 2013. In situ synthesis of silver nanoparticles onto cotton fibres modified with plasma treatment and acrylic acid grafting, *Micro & Nano Letters*, 8(6):315-318.
6. Kim, J., Kuk, E., Yu, K., Kim, J., Park, S., Lee, H., Kim, S., Park, Y., Park, Y., Hwang, C., Kim, Y., Lee, Y., Jeong, D., Cho, M. 2007. Antimicrobial effects of silver nanoparticles. *Nanomed Nanotechnol* 3:95-101. Doi:10.1016/j.nano.2006.12.001.
7. Roe, D., Karandikar, B., Bonn-Savage, N., Gibbins, B., Roulet, J., 2008. Antimicrobial surface functionalization of plastic catheters by silver nanoparticles. *J Antimicrob Chemother* 61:869-876. Doi:10.1093/jac/dkn034.
8. Vertelov, G., Krutyakov, Y., Efremenkova, O., Olenin, A., Lisichkin, G., 2008. A versatile synthesis of highly bactericidal Myramistin stabilized silver nanoparticles. *Nanotechnology* 19. Doi: 10.1088/0957-4484/19/35/355707.
۹. هاشمی، م.، ۱۳۹۳. اثر ضدباکتری نانوالیاف کربن حاوی نانوذرات نقره. مجله نساجی امروز، ۸۹: ۱۴۲-۸۳.
10. Wasif, A.I., and Laga, S.K., 2009. Use of nano silver as an antimicrobial agent for cotton, *AUTEX Research Journal*, 9(1):5-13.
۱۱. نارچین، پ.، افرا، ا.، رسالتی، ح.، سرائیان، ا.، ابراهیمی، پ.، ۱۳۹۲. کاربرد فناوری نانو در ساختارهای سلولزی، اولین همایش ملی مدیریت منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس.
12. Thanh, N.V.K., and Phong, N.T.P., 2009. Investigation of antibacterial activity of cotton fabric incorporating nano silver colloid, *Journal of Physics: Conference Series*, 187:1-8.
13. Yean Chen, C., and Li Chiang, C., 2008. Preparation of cotton fibers with antibacterial silver nanoparticles, *Journal of material letters*, 62:3607-3609.



International Journal of Nanoscience and Nanotechnology

نشریه بین‌المللی علوم و فناوری نانو موسوم به IJNN اولین نشریه منحصر به فرد کشور در زمینه علوم و فناوری است که توسط انجمن نانوفناوری ایران به زبان انگلیسی با درجه علمی - پژوهشی از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و با مجوز از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی منتشر می‌گردد.

این نشریه با تکیه بر تخصص و توان بالای اعضای هیأت تحریریه خود که متشکل از محققان و صاحب‌نظران دانشگاه‌های معتبر جهان از کشورهای ژاپن، انگلستان، آمریکا، هندوستان و جمهوری اسلامی ایران می‌باشند، محل مناسبی را برای تبلور دستاوردهای علمی و پژوهشی اساتید، دانشجویان تحصیلات تکمیلی و دیگر متخصصان عرصه نانوفناوری کشور فراهم نموده و بر این اساس اقشار جامعه علمی کشور را به ارسال آثار ارزشمند خود جهت چاپ در شماره‌های آتی فرامی‌خواند.

نشانی انجمن: تهران، ابتدای کارگر شمالی، بین فرصت و نصرت، کوچه جعفرزادگان، پلاک ۱۰، طبقه ۳، واحد ۸

تلفن: ۰۲۱-۶۶۹۰۱۵۵۳ پیام‌گیر و دورنگار: ۰۲۱-۶۶۵۹۴۰۶۱

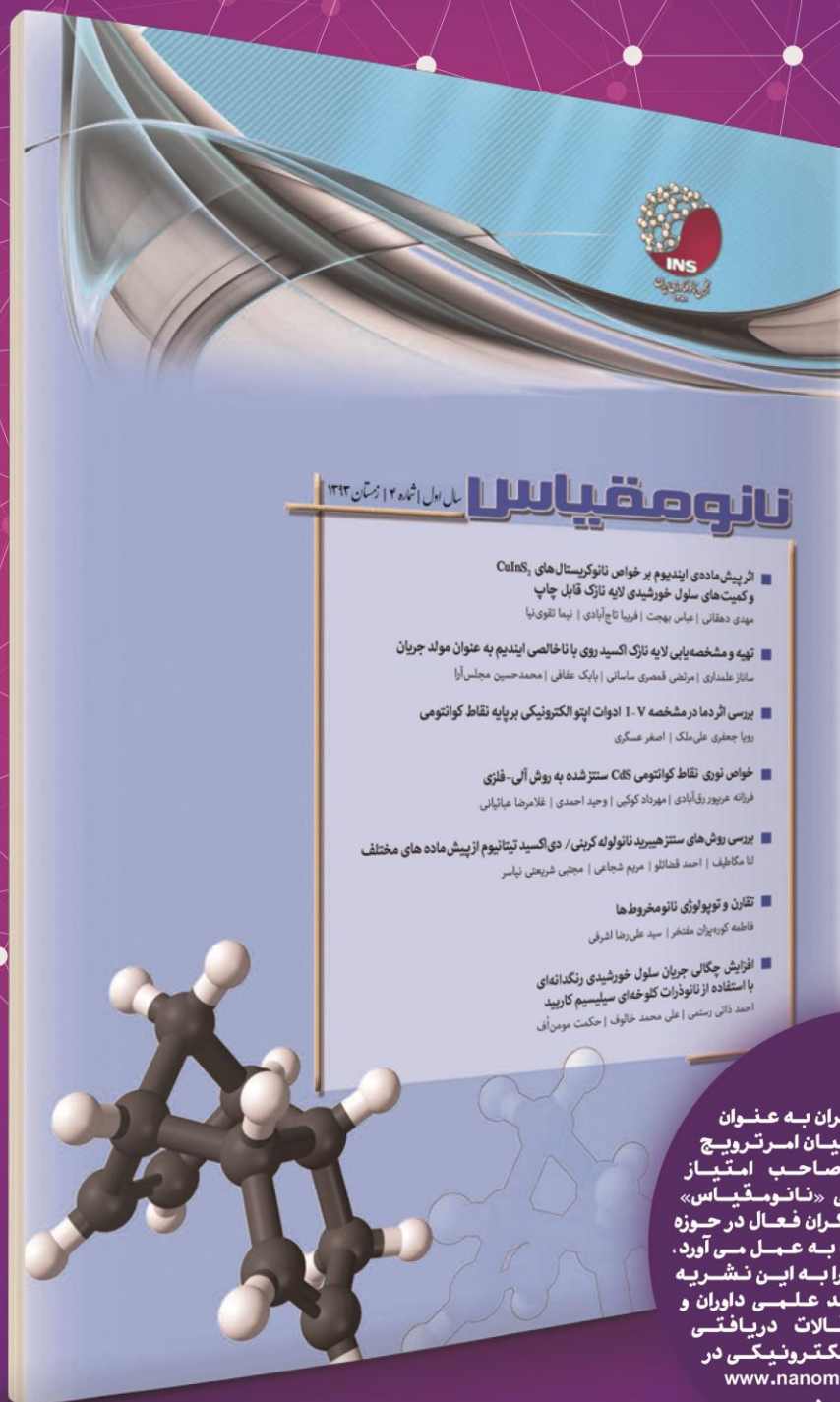
Email: ipro@nanosociety-ir.com www.nanosociety-ir.com

مزایای نشریه IJNN در پذیرش مقالات:

- پاسخ‌دهی و رسیدگی سریع هیأت داوران به مقالات ارسالی
 - امکان چاپ مقالات پذیرفته شده در نزدیک‌ترین شماره نشریه
 - تنوع زمینه‌های تحقیقاتی مقالات قابل پذیرش (اعم از علوم پایه، پزشکی، مهندسی، کشاورزی و ...)
 - سهولت دسترسی به سردبیر و سایر دست‌اندرکاران نشریه
 - اعطای لوح ویژه تقدیر به مقالات پذیرفته شده اعضای محترم انجمن
 - کمک به تنظیم ساختار مقالات و انجام ویرایش ادبی مطالب
 - فراهم شدن زمینه اشتها و شناسایی محققین کشور به جامعه علمی جهانی
 - اعتبار بین‌المللی مقالات به واسطه هیأت تحریریه چندملیتی نشریه
- روابط عمومی انجمن



نانومقیاس



انجمن نانوفناوری ایران به عنوان یکی از بزرگ ترین متولیان امرترویج نانوفناوری در کشور صاحب امتیاز نشریه علمی پژوهشی «نانومقیاس» است و از اساتید و پژوهشگران فعال در حوزه علوم و فناوری نانو دعوت به عمل می آورد. دستاوردهای علمی خود را به این نشریه ارسال نمایند. با تایید علمی داوران و هیئت تحریریه، مقالات دریافتی پذیرفته و به صورت الکترونیکی در سایت www.nanomeghyas.ir منتشر می شود.

