

Comparing the Antibacterial Property of Recycled and Virgin Paper using Zinc Oxide Nanorods

نامه به سردبیر محترم

امروزه انگیزه‌ها برای تولید محصولات ضد باکتری جهت کنترل میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا به شدت افزایش یافته است. این محصولات نه تنها انسان‌ها را از بیماری‌ها حفاظت می‌کنند، بلکه می‌توانند در روند معالجه بیماری‌ها نیز مؤثر واقع شوند (۱). کاغذ از جمله این محصولات صنعتی است که به دلیل افزایش جمعیت مصرف‌کننده و تنوع فرآورده‌های کاغذی، مصرف آن به شدت در حال افزایش است. از آنجایی که استفاده از الیاف بازیافتی به جهت کمبود منابع سلولزی ضروری به نظر می‌رسد، لذا این بررسی با هدف تهیه کاغذهای ضد باکتری از آن با نانومیله‌های اکسید روی (ZnO nanorods) و مقایسه آن با کاغذ ضد باکتری تهیه شده از الیاف بکر انجام شد.

از الیاف کرافت سوزنی برگ رنگ‌بری شده (Bleached softwood kraft) به عنوان الیاف بکر و از کارتن‌های بازیافتی به عنوان الیاف بازیافتی استفاده شد. جهت آماده‌سازی خمیر بازیافتی، ابتدا قسمت‌های زائد با دست جداسازی، سپس کاغذهای بکر و بازیافتی در اندازه‌های کوچک ریز شدند. در ادامه بر اساس روش‌های معمول آیین‌نامه SCAN ۲۵:۷۶ C- پس از خیساندن در آب شهری ($۲۲۵ \mu\text{S/cm}$) به مدت ۴ ساعت و جداسازی با کوبنده والی (Valley Type Laboratory Beater)، به منظور حذف دسته‌های الیاف با الک مسطح غربال شدند. سپس کاغذهای دست‌ساز با وزن پایه ۳۵ ± ۳ گرم بر متر مربع طبق استاندارد TAPPI T205 SP-95 تهیه شد. در نهایت نمونه‌ها در اتاق مشروط‌سازی با رطوبت نسبی (50 ± 2 درصد) و دمای (23 ± 1 °C) تا زمان آزمایش نگهداری شدند.

تهیه نانو میله‌های اکسید روی با روش کلوتیدی و با استفاده از حلال اتانول انجام شد (۳). تیمار کاغذهای بکر و بازیافتی با نانو ذرات اکسید روی با فرآیند رشد گرمایی (Hydrothermal growth process) و روش غوطه‌وری کامل انجام شد. نمونه‌ها سه بار به مدت ۱۵ دقیقه در اکسید روی غوطه‌ور شده و هر بار با آون در دمای 90°C خشک شدند. با استفاده از روش کشت میکروبی چمنی (Spreading culture)، خاصیت مهارکنندگی رشد باکتری *Staphylococcus aureus* انجام گرفت. ارزیابی خاصیت ضد باکتری نمونه‌ها با اندازه‌گیری محدوده عدم رشد صورت گرفت. بدین منظور، مقداری از محلول حاوی سلول‌های *S. aureus* بر روی ماده غذایی آگار اسپری شده و نمونه‌های تیمار شده بر روی آن قرار داده شد. این مجموعه در انکوباتور در شرایط نوری معمولی و در دمای 37°C و در سه دوره زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت تیمار شدند. پس از پایان آزمون با دوربین دیجیتال از نمونه‌ها تصاویر تهیه شد. سپس با نرم‌افزار Image J، میانگین قطر محدوده عدم رشد آنها اندازه‌گیری و نتایج آن مقایسه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۱) و آزمون Analysis of variance (ANOVA) و Duncan multiple range test (DMRT) انجام شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

بر اساس نتایج تحلیل آماری اندازه‌گیری محدوده عدم رشد باکتری، بین همه نمونه‌های کاغذ مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p \leq 0/05$). نمونه‌های کاغذ بکر آنتی باکتریال به‌طور قابل ملاحظه‌ای فعالیت ضدباکتریایی بیشتری نسبت به نمونه‌های کاغذ باطله داشت. زمان تیمار نمونه‌های کاغذ باطله نیز بر میزان محدوده عدم رشد باکتری تأثیر معنی‌داری داشت ($p \leq 0/05$).

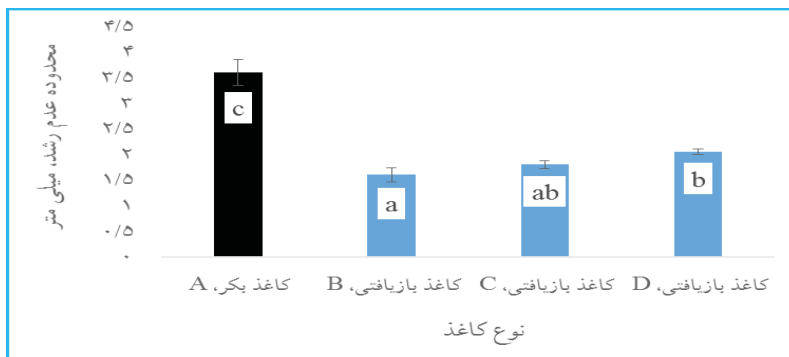
Hamidreza Rudi

¹ Assistant professor, Department of Biorefinery Engineering, Faculty of New Technologies and Energy Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Received: 2016/09/27

Accepted: 2016/12/21

مقایسه خاصیت ضد باکتریایی کاغذ بازیافتی و بکر با استفاده از نانومیله‌های اکسید روی



شکل ۱. محدوده عدم رشد باکتری *S. aureus* بر روی کاغذهای آنتی باکتریال شده: بکر کرافت (A) و کاغذهای بازیافتی تیمار شده به مدت ۲۴ ساعت (B)، ۴۸ ساعت (C) و ۷۲ ساعت (D) در دمای 37°C و شرایط نوری معمولی

همان‌طور که ملاحظه می‌شود با تیمار کاغذهای بکر و باطله با نانواکسید روی، نه تنها امکان رشد و ادامه زندگی باکتری *S. aureus* بر روی نمونه‌های کاغذ کرافت و باطله وجود نداشت، بلکه کاغذهای ضدباکتری مانع رشد این باکتری در محدوده اطراف خود نیز شدند. عمق محدوده عدم رشد در نمونه الیاف بکر کرافت به مراتب بیشتر از زمانی بود که نمونه‌های بازیافتی تیمار شده‌اند که علت این امر ناشی از این واقعیت است که کاغذ تهیه شده از الیاف دست اول به دلیل آلودگی کمتر، مانع مهاجرت کلونی‌های باکتری شده، لذا ممانعت رشد بیشتری را ایجاد می‌کنند. به بیان دیگر نمونه‌های کاغذ باطله تیمار شده قادرند با وسعت کمتری، مانع رشد باکتری *S. aureus* شوند.

References

1. Imani R, Talaiepour M, Dutta J, Ghobadinezhad M, Hemmasi A, Nazhad M. Production of antibacterial filter paper from wood cellulose. *Bioresources*. 2011; 6(1):891-900.
2. Sugunan A, Warad HC, Boman M, Dutta J. Zinc oxide nanowires in chemical bath on seeded substrates: role of hexamine *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. 2006; 39:49-56.
3. Ullah R, Dutta J. Photocatalytic degradation of organic dyes with manganese-doped ZnO nanoparticles. *Journal of Hazardous Materials*. 2006; 156:194-200.

حمیدرضا رودی

استادیار، گروه مهندسی پالایش زیستی، دانشکده مهندسی انرژی و فناوری‌های نوین، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول):
h_rudi@sbu.ac.ir

◀ **استناد:** رودی ح. مقایسه خاصیت ضد باکتریایی کاغذ بازیافتی و بکر با استفاده از نانومیله‌های اکسید روی. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۳۹۵؛ ۴(۴): ۲۶۵-۲۶۶.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۱