

Research Paper

مقاله پژوهشی

Investigating the Effect of the Sizes of CuO Nanomaterials on Improving the Water Flux and Antifouling Properties of PVDF Nanocomposite Ultrafiltration Membrane in Urban Wastewater Treatment

بررسی تاثیر ابعاد نانو مواد CuO در بهبود خواص آبدهی و گرفتگی غشا اولترافیلتراسیون نانوکامپوزیت PVDF در تصفیه فاضلاب شهری

Mahyar Pakan¹, Maryam Mirabi^{2*} and Alireza Valipour³

1- Ph.D. Student, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

3- Senior Research Expert, and Head of the Treatment Processes Department, Water and Wastewater Research Center (WWRC), Water Research Institute (WRI), Tehran, Iran.

* Corresponding Author, Email: m_mirabi@sbu.ac.ir

Received: 25/01/2023

Revised: 15/05/2023

Accepted: 31/05/2023

© IWWA

Abstract

In recent years, using PVDF polymer in the fabrication of ultrafiltration membranes has attracted the attention of water and wastewater industry researchers. However, the hydrophobic property of PVDF polymer has brought implementation and exploitation challenges. This study evaluates the effectiveness of copper oxide nanomaterials in three types of geometric shapes (nanoparticle, nanosheet, nanoball) to modify the PVDF polymer's hydrophobic structure. In this research, nanomaterials were synthesized by the hydrothermal method in different dimensions and sizes and then, were identified and characterized. Ultrafiltration membrane was made in the presence of PVDF (16% wt), PVP (1% wt), and CuO nanoparticles (1% wt) by the phase inversion method. The characterization results showed that the sheet nanomaterials are well dispersed in the membrane structure. Also, the amount of water flux and rejection of BSA protein in the membrane containing nanosheets was 263% and 98%, respectively. Compared to other nanocomposites, a lower amount of BSA was deposited on the surface of the membrane. Also, the release rate of copper ions in the water coming out of the membrane was within the standard range, which indicates the stability of CuO in the membrane structure. In this regard, sheet nanomaterials perform much better in modifying polymer nanocomposites.

Keywords: CuO NMs, Morphology, Nanocomposite membrane, Polyvinylidene Fluoride (PVDF), Ultrafiltration (UF).

مهیار پاکان^۱، مریم میرابی^{۲*} و علیرضا ولی پور^۳

۱- دانشجوی دکتری دانشکده عمران، آب و مهندسی محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

۲- استادیار دانشکده عمران، آب و مهندسی محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

۳- کارشناس پژوهشی و سرپرست گروه فرآیندهای تصفیه، مرکز تحقیقات آب و فاضلاب، موسسه تحقیقات آب، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول، ایمیل: m_mirabi@sbu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۵

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۰۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۰

© انجمن آب و فاضلاب ایران

چکیده

در سال‌های اخیر، استفاده از پلیمر PVDF در ساخت غشای اولترافیلتراسیون مورد توجه محققین صنعت آب و فاضلاب قرار گرفته است. با این حال خاصیت آب‌گریزی پلیمر PVDF چالش‌های اجرایی و بهره‌برداری به‌همراه داشته است. این مطالعه اثربخشی نانوذرات CuO در سه نوع شکل هندسی (نانو ذره، نانو صفحه، نانو توپی) به‌منظور اصلاح ساختار آب‌گریز پلیمر PVDF را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در این پژوهش، نانو ذرات به‌روش هیدروترمال در ابعاد و اندازه‌های مختلف سنتز شده و مورد شناسایی و مشخصه‌یابی قرار گرفتند. غشای اولترافیلتراسیون در حضور PVDF (۱۶٪ wt)، PVP (۱٪ wt) و نانو ذرات اکسید مس (۱٪ wt) به‌روش وارونگی فاز ساخته شد. نتایج مشخصه‌یابی نشان داد که نانو مواد صفحه‌ای به‌خوبی در ساختار غشا پراکنده شده است. هم‌چنین میزان آبدهی و پس‌زنی پروتئین BSA در غشای حاوی نانو صفحات به‌ترتیب LMH ۲۶۳ و ۹۸٪ بوده و نسبت به سایر نانو کامپوزیت‌ها میزان کمتری BSA به سطح غشا رسوب کرده است. هم‌چنین، میزان رهاسازی یون مس در آب خروجی از غشا در حد استاندارد بوده است که نشان‌دهنده پایداری CuO در ساختار غشا است. براین اساس، نانو مواد صفحه‌ای به‌مراتب عملکرد بهتری در اصلاح نانو کامپوزیت‌های پلیمری دارند.

کلمات کلیدی: اولترافیلتراسیون (UF)، پلی وینیلیدین فلوراید (PVDF)، مس اکسید (CuO)، مورفولوژی، غشای نانوکامپوزیت.