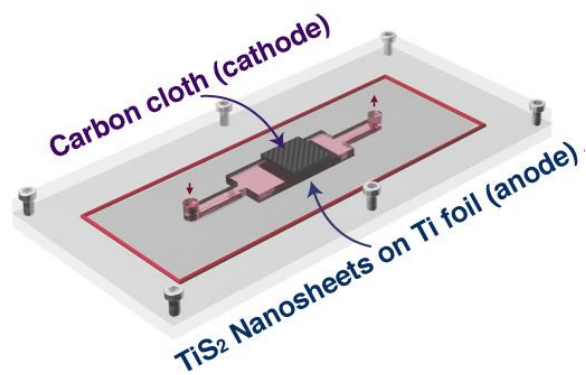


## Facile and scalable synthesis of vertically oriented TiS<sub>2</sub> nanosheets for green energy harvesting in microfluidic microbial fuel cells

### Abstract

Employing inexpensive and achievable nanomaterials in energy devices is essential due to the demands for miniaturization and high storage capacity. Addressing the challenge of large-scale synthesis and introducing new affordable materials with promising charge acquisition and retention capabilities can significantly advance energy generation technologies. Here, we introduce vertically aligned 2D nanosheets of titanium disulfide (TiS<sub>2</sub>) as a new material for anode electrodes in microbial fuel cells (MFCs). We present a novel, scalable, and facile synthesis method that utilizes a sacrificial titanium layer in a chemical vapor deposition (CVD)-based approach, facilitating the large-area vertical growth of TiS<sub>2</sub> nanosheets without the use of hazardous precursors. The semi-metallic properties of these nanosheets, combined with their distinctive 3D configuration, enhance both bacterial colonization and electron transfer efficiency. The performance of TiS<sub>2</sub> nanosheets was evaluated in a microfluidics-based MFC system with *E. coli* as the microorganism. Comprehensive assessments, including polarization curves and cell potential measurements, demonstrate a peak power density of 169.4 W m<sup>-3</sup> and a current density of 1270 A m<sup>-3</sup> under optimal conditions. The 3D electrode, featuring TiS<sub>2</sub> nanosheets, maintains robust power generation at high current densities, highlighting its effective electrode/electrolyte interaction and charge transfer facilitation.



## روشی نوین برای سنتز آسان و مقیاس پذیر نانوصفحات منظم دوبعدی $TiS_2$ به منظور تولید انرژی سبز از سلول های پیل سوختی میکروفلوئیدیک میکروبی

چکیده

ارائه راهکارهای نوین در تولید نانومواد ارزان و در دسترس امری ضروری برای ساخت انواع ادوات انرژی به شمار می آید. این مهم پاسخگوی نیاز به کوچک سازی و افزایش ظرفیت ذخیره سازی این ادوات است. همچنین معرفی مواد جدید و مقرون به صرفه با قابلیت های قابل توجه در میزان ذخیره سازی انرژی راه را برای تسهیل چالش های صنعتی سازی هموار می سازد و سهمی انکارناپذیر در پیشبرد فناوری های تولید انرژی خواهد داشت. در این پژوهش نانوصفحات دوبعدی تیتانیوم دی سولفاید ( $TiS_2$ ) به عنوان ماده ای جدید برای ساخت الکتروود آند در سلول های پیل سوختی میکروبی (MFC) معرفی شده است. به این منظور، روشی نوین، مقیاس پذیر و ساده برای سنتز این ماده با کمک لایه های تیتانیوم قربانی در بستر فرآیند مبتنی بر رسوبدهی شیمیایی از فاز بخار (CVD) ارائه شده است. این روش رشد عمودی نانوصفحات  $TiS_2$  در مقیاس گسترده و بدون نیاز به پیش ماده های خطرناک را امکان پذیر می سازد. خواص نیمه فلزی این نانوصفحات، همراه با پیکربندی سه بعدی منحصر به فرد آن ها، موجب افزایش کلونیزاسیون باکتری ها و بهبود بازده انتقال الکترون می شود. عملکرد نانوصفحات  $TiS_2$  در یک سیستم پیل سوختی میکروبی مبتنی بر میکروسیالات با استفاده از باکتری E. Coli به عنوان میکروارگانیسم مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی های جامع، از جمله منحنی های پلاریزاسیون و اندازه گیری پتانسیل سلول، حداکثر چگالی توان ۱۶۹.۴ وات بر متر مکعب و چگالی جریان ۱۲۷۰ آمپر بر متر مکعب را در شرایط بهینه نشان داد. الکتروود سه بعدی با نانوصفحات  $TiS_2$  امکان تولید توان پایدار در چگالی جریان بالا را بر پایه ارتباط مناسب الکتروود/ الکتروولیت و تسهیل انتقال بار فراهم آورده است.