



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قزوین
دانشکده بهداشت

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت محیط

عنوان

بررسی ایزوترم و سینتیک حذف فلوراید توسط دو بیوجاذب *Syzygium cumini* و
Psidium guajava از محیط آبی با استفاده از روش سطح- پاسخ

استاد راهنما

دکتر رضا فنبری

استاد مشاور

دکتر حمزه علی جمالی

دکتر رضا چشمه سلطانی

نگارش

ملیحه قاضی

بهمن ۱۴۰۰

چکیده

فلوراید در آب آشامیدنی به دلیل اثرات مفید و مضر آن بر روی سلامتی انسان بسیار مورد توجه قرار گرفته است. وجود مقادیر بیش از حد فلوراید در آب و پساب به عنوان یک عامل آلوده‌کننده خطرناک به شمار می‌رود و می‌بایست آن را تا مقادیر کمتر از یک میلی‌گرم بر لیتر حذف نمود. در این تحقیق به بررسی تأثیر دو بیوجاذب تهیه‌شده از برگ دو درخت بومی به عنوان جاذب‌هایی ارزان و در دسترس، در حذف فلوراید از محلول‌های آبی پرداخته شده است. آزمایش‌ها در سیستم ناپیوسته و با تغییر فاکتورهای مؤثر مانند pH، زمان تماس، غلظت اولیه فلوراید و دوز جاذب مورد بررسی قرار گرفت و توسط طراحی مرکب مرکزی به روش سطح-پاسخ مدل‌سازی و بهینه شدند. غلظت فلوراید نمونه‌ها قبل و بعد از آزمایش به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (Dr6000) به روش اسپادنس (SPADNS) در طول موج ۵۸۰ نانومتر بررسی گردید. همچنین داده‌های حاصل از این تحقیق با مدل ایزوترم جذب لانگمویر و فروندلیچ و داده‌های سینتیک با مدل‌های شبه درجه اول و شبه درجه دوم تطبیق داده شده است. ویژگی‌های جاذب با روش‌های میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، آنالیز طیف‌سنجی مادون‌قرمز (FTIR) و اندازه‌گیری سطح ویژه با کمک آزمایش (BET) مشخص گردید. نتایج، غیرخطی بودن اثرات متقابل را تأیید نموده و نشان داد که pH و دوز جاذب تأثیرگذارترین عوامل در جذب فلوراید هستند. نتایج تعیین ساختار جاذب‌های زیستی نشان داد که ساختارها متخلخل بوده و گروه‌های عاملی مختلف ممکن است در فرآیند جذب دخیل باشند، که منجر به جذب الکترواستاتیک و اتصال هیدروژن بین یون‌های فلوراید و جاذب‌های زیستی می‌شود. در مورد *Syzygium cumini*، حداکثر راندمان حذف ۷۲/۵٪ در شرایط آزمایشی بهینه (غلظت اولیه فلوراید = ۶ میلی‌گرم در لیتر، pH = ۵، دوز جاذب = ۸ گرم در لیتر و زمان تماس = ۷۵ دقیقه) به دست آمد. برای *Psidium guajava*، حداکثر راندمان حذف ۸۸/۳٪ در غلظت اولیه فلوراید ۶ میلی‌گرم در لیتر، دوز جاذب ۶ گرم در لیتر، pH اولیه ۵/۱ و زمان تماس ۹۰ دقیقه به دست آمد. ایزوترم جذب مطابق با مدل لانگمویر بود و سینتیک جذب از مدل شبه درجه دوم برای هر دو جاذب زیستی پیروی می‌کرد، که نشان‌دهنده فرآیند جذب شیمیایی تک لایه است. حداکثر ظرفیت جذب ۱/۱۴ و ۱/۵۰ میلی‌گرم در گرم به ترتیب برای *Syzygium cumini* و *Psidium guajava* به دست آمد. بنابراین، با توجه به ظرفیت جذب و کاربرد بالقوه جاذب‌ها، این بیوجاذب‌های آماده‌شده می‌توانند جایگزین خوبی برای جاذب‌های معمولی برای تصفیه آب آلوده به فلوراید به‌خصوص در شهرها و روستاهای کوچک باشند.

کلیدواژه‌ها: بیوجذب، فلوراید، *Psidium guajava*، *Syzygium cumini*، روش سطح- پاسخ، بهینه‌سازی

Abstract

In this work, leaf powder of two indigenous plants namely *Syzygium Cumini* and *Psidium Guajava* as by-products of the productive chain was prepared as low-cost adsorbent for the removal of fluoride from aqueous solution. The interaction between effective operational parameters including PH, initial Fluoride concentration, adsorbent dose and contact time was assessed and optimized via Response Surface Methodology (RSM) using Central Composite Design (CCD). The results depict the nonlinearity of the interactive effects and showed that PH and adsorbent dosage were the most influential factors during fluoride adsorption. The results of characterization exhibited a mesoporous structure of as-prepared biosorbents in which diverse functional groups may be involved in the adsorption process, resulting in electrostatic attraction and hydrogen binding between fluoride ions and the biosorbents. In the case of *Syzygium Cumini*, the maximum removal efficiency of 72.5% was obtained under optimum experimental conditions (initial fluoride concentration= 6 mg/L, PH= 5, adsorbent dose= 8 g/L and contact time=75 min). For the *Psidium Guajava*, the maximum removal efficiency of 88.3% was achieved at an initial fluoride concentration of 6 mg/L, adsorbent dose of 6 g/L, initial PH of 5.1 and a contact time of 90 min. Moreover, four consecutive adsorption/desorption cycles with chemical agent of NaOH solution (0.1 mol/L) showed an excellent reusability of the biosorbents.

The adsorption isotherm was accordance with the Langmuir model and the adsorption kinetic followed pseudo-second order kinetic model for both biosorbents, expressing a mono-layer chemisorption process with recorded maximum adsorption capacities of 1.14 and 1.50 mg/g for *Syzygium Cumini* and *Psidium Guajava*, respectively. Therefore, given their removal capacity and potential utility, the as-prepared biosorbents could be a promising alternative to conventional ones for the treatment of fluoride-contaminated water.

Keywords: Biosorption, Fluoride, *Syzygium Cumini*, *Psidium Guajava*, Response Surface Methodology



Qazvin University of Medical Sciences

Faculty of Health

A Thesis

Presented for the degree of Master of sciences

(M.Sc.) in Environmental Health Engineering

Title:

Adsorption of fluoride from aqueous media using powdered *Syzygium Cumini* and *Psidium Guajava* leaves: Process optimization, isotherm, kinetic and reusability studies

Supervisor

Reza Ghanbari (Ph.D)

Advisor

Hamzeh Ali Jamali (Ph.D)

Reza Darvishi Cheshmeh Soltani (Ph.D)

By

Malihe Qazi

January 2022