

جداسازی فسفات از شیرابه با استفاده از روش الکتروانقاعاد

نام و نام خانوادگی نویسنده اول^۱: جواد حسن زاده دیوکلائی

از ذکر عنوان‌هایی چون دکتر و ... خودداری شود. (pt. B Nazanin ۱۲ پررنگ)

مشخصات نویسنده اول

*- نویسنده مسئول: جواد حسن زاده دیوکلائی درجه علمی: ارشد مهندسی شیمی رشته تخصصی: فرآیندهای شیمیایی گروه: مهندسی

دانشکده: مهندسی شیمی دانشگاه نویسنده اول: علم و فناوری مازندران

آدرس ایمیل: javadhasanzadeh0102@gmail.com

(pt. B Nazanin ۱۱) ، رایانامه (Email) (Times New Roman 10 pt. Italic)

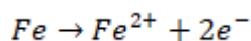
واژگان کلیدی: شیرابه، دفن زباله، تصفیه، الکترو، الکتروانقاعاد

۱- مقدمه (pt. B Nazanin ۱۴ پررنگ)

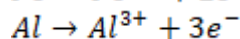
EC یک فناوری نویدبخش تصفیه فاضلاب است که شایستگی‌ها و قابلیت‌های انعقاد، شناورسازی، جذب و همچنین الکتروشیمی را در خود جای داده است. این شامل تولید مواد منعقد کننده با الکترواکسیداسیون درجا آند آهن یا آلومینیوم است. یون‌های Fe^{2+} یا Al^{3+} از آند، در طی فرآیند EC آزاد می‌شوند و به دنبال آن هیدرولیز خود به خودی برای تشکیل گونه‌های مونومر و پلیمری مختلف و تشکیل نهایی اکسیدهای نامحلول انجام می‌شود. منعقد کننده‌های بی شکل تازه تشکیل شده، دارای سطح وسیعی هستند که برای جذب سریع ذرات معلق، فلزات سنگین و آلاینده‌های محلول در آب مفید هستند. EC یک فناوری قابل اعتماد و مقرون به صرفه تصفیه فاضلاب است که با تولید لجن کم، زمان عملیات کوتاه، منعقد کننده‌های پایدار با اندازه بزرگتر و محتوای آب کمتر مشخص می‌شود [۱]. اخیراً، فرآیند EC به طور گسترده برای تصفیه فاضلاب شهری [۲]، فاضلاب نساجی، آب آشامیدنی، فاضلاب خمیر و کاغذ، فاضلاب دارویی، فاضلاب نفتی و شیرابه استفاده شده است. هزینه عملیاتی EC در چگالی جریان پایین، اغلب کمتر از انعقاد شیمیایی است [۳]. با این حال، برخی از محدودیت‌ها در طول عملیات EC وجود دارد که می‌توان به غیرفعال شدن الکترو، واکنش جانبی و مصرف انرژی بالا اشاره کرد. ارائه بینش عمیق‌تر در مورد فرآیند EC برای حذف فسفات بسیار مهم است. این بررسی بر پیشرفت‌های اخیر در حذف آنها از فاضلاب شهری و شیرابه، توسط فرآیند EC، از جمله اصول اولیه EC، استراتژی‌های کنترل برای حذف غیرفعال‌سازی الکترو، پارامترهای فرآیند حیاتی و فرآیند EC یکپارچه تمرکز دارد.

اصول اساسی فرآیند EC معمولی (شکل ۱)، عمدتاً شامل سه جنبه است [۴]: (۱) اکسیداسیون آندی و کاهش کاتدی (۲) شناورسازی و (۳) انعقاد یا جذب. به طور خاص، آند و کاتد هر دو در یک محلول الکترولیت غوطه ور می‌شوند و یون‌های باردار می‌توانند با عبور جریان بین دو الکترو مهاجرت کنند. انحلال الکتروشیمیایی آند به دلیل اکسیداسیون رخ داده و در نتیجه تعداد زیادی کاتیون فلزی مانند Fe^{2+}/Fe^{3+} و Al^{3+} را در محل تولید می‌کند. نرخ تولید آنها را می‌توان با تنظیم چگالی جریان کنترل کرد. هیدرولیز این کاتیون‌ها، گونه‌های مونومر و پلیمری مختلفی را تشکیل می‌دهد که در نهایت به اکسیدهای فلزی بدون شکل تبدیل می‌شوند. منعقد کننده‌های تولید شده توسط فرآیند EC میل ترکیبی خوبی با ذرات پراکنده و یون‌های متضاد دارند و حذف آلاینده‌های محلول مانند فسفات را تسهیل می‌کنند. در همین حال، حباب‌های بسیار ریز و یکنواخت $H_2(g)$ با کاهش آب در کاتد ایجاد می‌شوند. آنها می‌توانند مواد معلق را جذب کرده و نقش حیاتی در حذف لخته‌های کلان ایفا کنند که هرگز با فرآیند گرانشی ته نشین نمی‌شوند. پرمصرف‌ترین مواد آند در فرآیند EC، آهن و آلومینیوم (که به عنوان Fe-EC و Al-EC نامیده می‌شود) به دلیل منابع فراوان، قیمت نسبتاً پایین، ویژگی‌های غیر سمی و

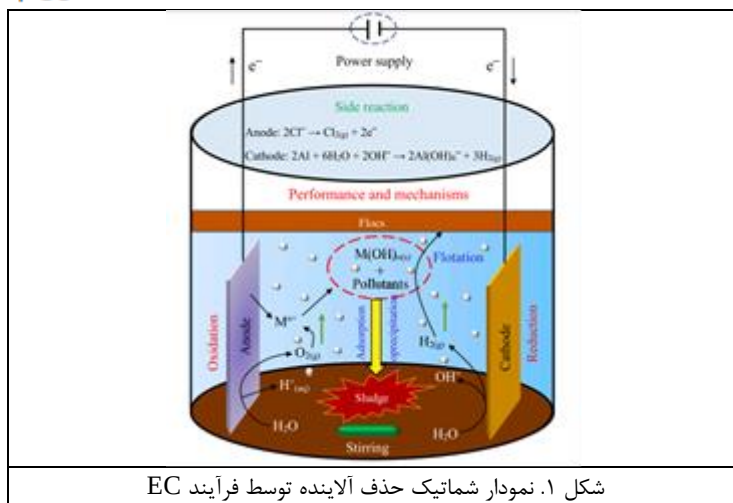
تشکیل فلز بی شکل هستند. انتخاب مواد الکترود مناسب برای اطمینان از موفقیت فرآیند EC از اهمیت بالایی برخوردار است [۵]. انحلال الکتروشیمیایی در محل آندهای آهن و آلومینیوم به صورت رابطه ۱ و ۲ بیان می‌شود:



(۱)

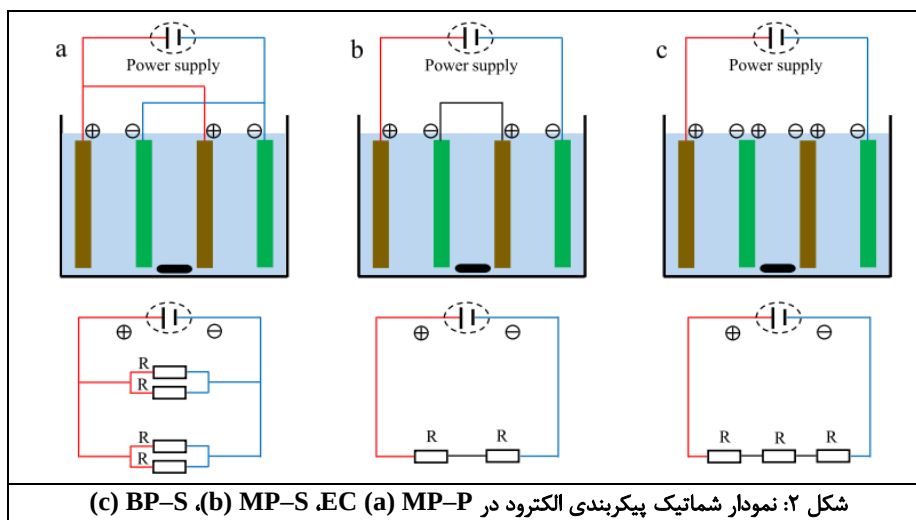


(۲)



شکل ۱. نمودار شماتیک حذف آلاینده توسط فرآیند EC

در فرآیند EC، به دلیل کاهش آب در کاتد، به صورت قابل توجهی یونهای OH⁻ تولید می‌شوند که منجر به تشکیل پیوسته اکسیدهای فلزی در محلول می‌شود. اگرچه گونه‌های Fe²⁺ می‌توانند منعقد کننده Fe(OH)₂(s) تولید کنند، گونه‌های Fe³⁺ چگالی بار بالاتری دارند که برای فرآیند انعقاد مساعدتر هستند [۶]. این ویژگی ارتباط نزدیکی با کاهش کارآمد در لایه دوگانه الکتریکی دارد. بنابراین، هر چه کاتیون‌های فلزی دارای حالت ظرفیت بالاتری باشند، دوز کمتری برای به دست آوردن نتایج یکسان مورد نیاز است. Al³⁺ به تنهایی به عنوان منعقد کننده در فرآیند EC عمل می‌کند زیرا در هیچ واکنش ردوکسی شرکت نمی‌کند. گونه زای Al³⁺ تنها به خود محیط آبی بلکه به منشأ آب حاوی یونهای Al³⁺ نیز بستگی دارد.



شکل ۲: نمودار شماتیک پیکربندی الکترود در (a) MP-P، (b) MP-S، (c) BP-S

نتیجه‌گیری

این مطالعه تأثیر متغیرهایی مانند pH (۸ و ۹) و زمان واکنش (۴۰ و ۶۰ دقیقه) را بر راندمان حذف بررسی کرد. اندازه‌گیری‌های تحلیلی برای حذف غلظت فسفات از شیرابه انجام شد. در میان ترکیبات آزمایش شده، الکتروکود آلومینیوم در زمان تماس ۶۰ دقیقه بالاترین راندمان حذف را ارائه می‌کند. با الکتروکود آلومینیوم آلومینیوم در زمان ۶۰ دقیقه و ۸ pH موفق به حذف ۹۷٪ فسفات شدیم. با الکتروکود آهن و آلومینیوم در زمان ۶۰ و ۸ pH حذف ۹۵٪ فسفات را داشتیم.

منابع و مراجع

- [1] A. Bakshi, A. K. Verma, and A. K. Dash, "Electrocoagulation for removal of phosphate from aqueous solution: Statistical modeling and techno-economic study," *Journal of Cleaner Production*, vol. 246, p. 118988, 2020.
- [2] A. R. Rahmani, D. Nematollahi, A. Poormohammadi, G. Azarian, and F. Zamani, "Electrodisinfection of bacteria-laden in surface water using modified Ti electrode by antimony-and nickel-doped tin oxide composite," *Chemosphere*, vol. 263, p. 127761, 2021.
- [3] P. P. Das, M. Sharma, and M. K. Purkait, "Recent progress on electrocoagulation process for wastewater treatment: A review," *Separation and Purification Technology*, vol. 292, p. 121058, 2022.
- [4] Z. Guo, Y. Zhang, H. Jia, J. Guo, X. Meng, and J. Wang, "Electrochemical methods for landfill leachate treatment: A review on electrocoagulation and electrooxidation," *Science of the total environment*, vol. 806, p. 150529, 2022.
- [5] J. Llanos, S. Cotillas, P. Cañizares, and M. A. Rodrigo, "Effect of bipolar electrode material on the reclamation of urban wastewater by an integrated electrodisinfection/electrocoagulation process," *Water research*, vol. 53, pp. 329-338, 2014.
- [6] S. Garcia-Segura, M. M. S. Eiband, J. V. de Melo, and C. A. Martínez-Huitle, "Electrocoagulation and advanced electrocoagulation processes: A general review about the fundamentals, emerging applications and its association with other technologies," *Journal of Electroanalytical Chemistry*, vol. 801, pp. 267-299, 2017.