

Design Pilot Destructive of Alphamethrin and Cypermethrin in Sewage Cake Using Ultrasonic Technology Compared to Electrodialysis

Hossein Kiashemshaki

M.Sc., Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

* E-mail: sosha_shemshaki@yahoo.com

Received: 25 Jun. 2018 ; Accepted: 19 Sep. 2018

ABSTRACT

Background and Purpose: The alphamethrin and cypermethrin insecticides are a common source of Pyrotyroid poisons, which means that it is useful for insects and targeted insects. The use of ultrasonic process for decontamination of contaminants in water and sewage is one of the advanced oxidation processes. The present study aims to determine the efficiency of elimination of alphamethrin and cypermethrin toxins by ultrasonic technology and electrodialysis with each other, simultaneous use of technologies, comparison and best practice for remove these toxins in a sewage sludge cake.

Materials and methods: In this study, an ultrasonic bath of 25 kHz with temperature and time variables along with electrodialysis process was used. Specifications of the ultrasonic device: length 151 and width 137 mm and depth 143 mm. The device is a device of the Russian Federation and model of the device Y3B-3/200-TH-P3πPTEK. It has the ability to adjust the temperature and time. The test time is 20 minutes and the temperature is 25 degrees Celsius and at voltages of 10 and 28 (30) volts and in currents of 0.02 and 0.1 amps.

Results: The removal efficiency for the alphamethrin poison in the conditions of 10 volts and the current of 0.20 amperes and in the presence of ultrasonics is about 58% and for the cypermethrin acid in the same conditions about 42%. And in the case of a voltage of 28.1 and a current of 0.1 amperes, they have an efficiency of 47% and 40% respectively.

Conclusion: The ultrasonic and electrodialysis processes have the advantage of eliminating the effective removal of toxins that are used to remove insecticides in urban sewage networks. And has about two to three times more power removal than electrodialysis alone.

Keywords: Ultrasonic, Electrodialysis, Toxins

طراحی پایلوت تخریبی سموم آلفامترین و سایپرمتترین در کیک لجن فاضلاب با استفاده از فناوری اولتراسونیک در مقایسه با الکترودیالیز

حسین کیاشمشکی

کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۴/۴ : تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۲۸

چکیده

زمینه و هدف: آلفامترین و سایپرمتترین حشره کش جزء سموم پائروتیروئید گسترده ای هستند، بدان معنی است که حشرات مفید و نیز حشرات مورد هدف را می کشد. استفاده از فرایند اولتراسونیک برای تجزیه آلاینده‌ها در آب و فاضلاب یکی از فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته است. پژوهش حاضر در جهت تعیین میزان راندمان حذف سموم آلفامترین و سایپرمتترین توسط فناوری اولتراسونیک و الکترودیالیز با یکدیگر، استفاده همزمان هر دو فناوری، باهم مقایسه و بهترین روش برای حذف این سموم در کیک لجن فاضلاب است.

مواد و روش‌ها: در این بررسی از حمام اولتراسونیک با قدرت ۲۵ کیلوهرتز با متغیرهای دما و زمان به همراه فرآیند الکترودیالیز استفاده شده است. مشخصات دستگاه اولتراسونیک: طول ۱۵۱ و عرض ۱۳۷ میلی‌متر و عمق ۱۴۳ میلی‌متر است. سازنده دستگاه کشور روسیه و مدل دستگاه Y3B-3/200-TH-P3πTEK است. که قابلیت تنظیم دما و زمان را دارد. زمان آزمایش را ۲۰ دقیقه و دما را ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در ولتاژهای ۱۰ و ۲۸/۱ (۳۰) ولتی و در جریان‌های ۰/۰۲ و ۰/۱ آمپر انجام گرفته است.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که راندمان حذف برای سم آلفامترین در شرایط ولتاژ ۱۰ ولتی و جریان ۰/۰۲ آمپر و در حضور اولتراسونیک حدود ۵۸٪ و برای سم سایپرمتترین در همین شرایط حدود ۴۲٪ است؛ و در شرایط ولتاژ ۲۸/۱ و جریان ۰/۱ آمپر به ترتیب دارای راندمان حذف ۴۷٪ و ۴۰٪ را دارا است.

نتیجه‌گیری: فرآیند اولتراسونیک و الکترودیالیز نسبت به الکترودیالیز به‌تنهایی دارای راندمان حذف مطلوبی در حذف سموم پرکاربرد برای رفع حشرات موذی موجود در شبکه فاضلاب شهری داشته است؛ و دارای تقریباً ۲ تا سه برابر دارای راندمان حذف بیشتری نسبت به الکترودیالیز به‌تنهایی دارد.

کلمات کلیدی: اولتراسونیک، الکترودیالیز، سایپرمتترین، آلفامترین

مقدمه

سموم کشاورزی ترکیبات هالوژنه به علت خطرناک بودن و نفوذ به آب‌های زیرزمینی باعث ایجاد پساب خروجی کشاورزی بسیار خطرناک هستند که وارد محیط‌زیست می‌شوند. سموم و حشره‌کش‌ها ترکیباتی با پتانسیل مهم به‌عنوان آلاینده‌های شیمیایی که استفاده از آن‌ها در کشاورزی گسترش پیدا کرده است و با آبیاری، این مواد شیمیایی وارد محیط‌زیست می‌شوند و فعالیت تخریبی خود را آغاز می‌کنند؛ بنابراین این ترکیبات خیلی سمی هستند و می‌توانند در محیط بسیار پایدار باقی بمانند و باعث آلودگی آب‌ها و اکوسیستم‌ها می‌شوند^۱. این حشره‌کش‌ها وقتی وارد منابع آبی و فاضلاب می‌شوند می‌توانند مشکلات زیادی را ایجاد کنند. از لحاظ اقتصادی و عملکردی مدیریت لجن به‌ویژه تجزیه و حذف آب اضافی تولیدشده طی فرآیند تصفیه یکی از مهم‌ترین مراحل در تصفیه فاضلاب است. تحقیقات نشان می‌دهد برای بهتر شده هیدرولیز در فرآیند هضم؛ ۱- پیش تصفیه حرارتی؛ ۲- کاربرد مواد شیمیایی؛ ۳- تجزیه مکانیکی لجن؛ ۴- هضم سلول با امواج اولتراسونیک که این روش در سال‌های اخیر در آزمایشگاه بیوتکنولوژی به کار گرفته شده است. از آنجایی که بعضی از مواد آلی برای ارگانسیم‌ها سمی و غیرقابل تجزیه بیولوژیکی هستند. این مواد شامل آفت‌کش‌های آلی، بعضی مواد شیمیایی صنعتی و ترکیبات هیدروکربن که با کلر ترکیب شده‌اند، است.^۵ این دو حشره‌کش از حشره‌کش‌های گروه پاراتیروئید، غیر سیستمیک تماسی و گوارشی با اثر ابقایی بر روی گروه زیادی از حشرات نظیر انواع سوسک‌ها (ریزودرشت) هستند. راه ورود سموم پیرتروئیدها به بدن در به وجود آمدن مسمومیت حاد مؤثر است. این سموم، حشره‌کش گسترده‌ای هستند بدان معنی است که حشرات مفید و نیز حشرات مورد هدف را می‌کشد. به علت اینکه این سموم میزان سمیت بالایی برای پستانداران و آبزیان دارند اهمیت حذف آنها از فاضلاب بسیار

زیاد است. آلودگی محیط با سموم خطرناک جزء اصلی‌ترین نگرانی‌های علوم جدید می‌باشد.^۶ امواج اولتراسونیک یک فرآیند اکسیداسیون پیشرفته است که در مواقعی که پساب فاضلاب با کیفیت مناسب مورد نیاز باشد از آن استفاده می‌شود. اساس تولید اولتراسونیک به قبل از سال ۱۸۸۰ با کشف پیزوالکتریک توسط کوریس برمی‌گردد. پدیده تخریب (کاویتاسیون) اولین بار در سال ۱۸۹۵ معرفی شد.^۷ استفاده از فرآیند اولتراسونیک برای تجزیه آلاینده‌ها در آب و فاضلاب یکی از فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته است و به‌عنوان فناوری کارآمد پیشرفته در زمینه‌های مختلف علوم مهندسی محیط به‌منظور حفظ محیط‌زیست از آلاینده‌ها و به‌عنوان فناوری کلیدی برای آینده در جهان مورد توجه قرار گرفته است.^۸ سونولیز باعث تخریب آلاینده‌های آلی می‌شود که عمدتاً به تولید رادیکال و تجزیه حرارتی در میکرو حباب‌ها نسبت داده شده است. تعداد زیادی از مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند که تابش اولتراسونیک یک روش بی‌خطر و مؤثر و سریع در تخریب آروماتیک‌ها، فنول‌ها، ترکیبات کلردار و آفت‌کش‌ها از محلول‌های آبی است.^۹ فناوری راکتور اولتراسونیک در مایع توسط پدیده کاویتاسیون مانند تغییر فرم، رشد و فروپاشی حباب‌ها، تولید گرمای بالا، فشار بالا و رادیکال‌های آزاد (OH و OOH) باعث تخریب آلاینده‌ها می‌شود. نفوذ رادیکال‌های آزاد در داخل مایع و اکسیداسیون ترکیبات آلی موجود در محلول، هیدروژن پروکسید در نتیجه فرمی از OH و OOH تبدیل می‌شود^{۱۰، ۱۱}. که فرآیند کاویتاسیون را ایجاد می‌کند. امواج مافوق صوت در تصفیه فاضلاب دارای مزیت‌های بسیار زیادی است که از این مزایا می‌توان به عدم تولید لجن، کاربری آسان، افزایش تولید بیوگاز، کمک به آبیگری لجن، عدم تولید آلاینده ثانویه، توانایی کاهش مواد معلق و محلول، تبدیل مواد سخت تجزیه‌پذیر به مواد ساده‌تر و با تجزیه‌پذیری آسان‌تر اشاره کرد^{۱۱} با نسبت مشخصات آبیگری لجن ۲ مکانیسم مشاهده

طراحی پایلوت تخریبی سموم آلفامترین و سایپرمتترین در کیک لجن فاضلاب با استفاده از فناوری اولتراسونیک در مقایسه با الکترودیالیز

می شوند: الف- فشار شکاف تولیدی به وسیله ترکیدن حبابها باعث تخریب مواد پلی مری پیچیده می شود. ب- باعث تخریب دیواره سلولی میکروارگانیسمها در لجن می شود. تخریب مواد پلی مری پیچیده باعث بهبود آبیگری لجن می شود.^{۲۱} خوبدلی و همکاران در سال ۲۰۱۰ در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که با افزایش زمان ماند میزان حذف توسط اولتراسونیک سریع تر و با افزایش غلظت راندمان حذف کاهش می یابد. در فرکانس ۱۳۵ کیلوهرتز راندمان حذف خیلی بیشتر و سریع تر از ۳۵ کیلوهرتز است به طوری که در فرکانس ۳۵ کیلوهرتز بعد از ۶۰ دقیقه راندمان حذف برابر با ۳۵٪ در حالی که در فرکانس ۱۳۰ کیلوهرتز بعد از همین زمان راندمان به ۶۳٪ رسیده است و همچنین حذف دیازینون توسط ۱/۷ مگاهرتز در ۵ دقیقه مشاهده شده است.^{۲۱} Farooq و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که اولتراسونیک فرآیندی تأثیرگذار در تخریب سموم اورگانو فسفره در آب است. بیش از ۹۸٪ هیدرولیز این سموم توسط فرآیند اولتراسونیک مشاهده شده است. بیشترین تخریب در کایتاسیون حبابها اتفاق می افتد. هیدرولیز تأثیری در افزایش دمای مایع ندارد این نشان از این دارد که یک واکنش ثانویه ای در حل شونده ایجاد می شود. کاهش غلظت باعث افزایش هیدرولیز می شود. بنابراین امواج اولتراسونیک یک فرآیند با ارزش برای هیدرولیز مواد حل شونده است که در غلظت های پایین مواد آلی مؤثر است. تغییرات pH تأثیر کمی در تخریب سموم اورگانو فسفره دارد این در واقع یک مزیت نسبت به روش های دیگر است که تنظیم کردن pH مشکل است.^{۱۲} Manariotis و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که در ۳ فرکانس مورد مطالعه در این بررسی (۱۱۴۲، ۸۶۲، ۵۸۲ کیلوهرتز) و حجم نمونه ۱۰۰۰ میلی لیتری راندمان تجزیه فنانترین بالاتر از ۹۰٪ بوده است.^{۲۲} شکوهی و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که حداکثر

کارایی حذف سیانید در فرایندهای سونوشیمیایی (فرکانس ۱۳۰ کیلوهرتز، زمان تماس ۹۰ دقیقه و pH برابر با ۱۱ و با غلظت سیانید ۲/۵ میلی گرم بر لیتر) به ۷۴ درصد رسید در حالی که در شرایط مشابه با فرایند ترکیبی سونوشیمیایی و پراکسید هیدروژن کارایی حذف به ۸۵ رسیده است.^{۲۴} محسنی در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافت که دستگاه اولتراسونیک به تنهایی تا حد قابل قبولی قادر به تخریب بنزوآلدئید است (باراندمان تخریب ۹۵/۶۲٪ البته این میزان تخریب بیشترین دامنه ارتعاش دستگاه یعنی ۱۰۰ و بیشترین فرکانس یعنی ۱ Cycle/s به دست آمد و در دامنه ارتعاشات پایین راندمان کار کم است که دلیل آن این بود که در دامنه ارتعاش بیشتر انرژی ذخیره شده بیشتری موجود بوده بنابراین باعث ایجاد حباب های کایتاسیون بیشتری می شود. و همچنین در فرآیند تخریب بنزوآلدئید توسط اولتراسونیک بیشترین میزان تخریب در pH اسیدی رخ می دهد. که به این علت است که بنزوآلدئید در محیط اسیدی به صورت مولکولی یافت می شود.^۲ Abramov و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که ترکیبات نشان دادند که در برابر واکنش با اوزون حتی تحت کایتاسیون اولتراسونیک پایدار هستند. استفاده از اولتراسونیک پیشرفته محدودکننده فرآیند الکتروشیمیایی است اما سراسر واکنش هنوز به صورت آهسته انجام می گیرد. بنابراین کاربرد اولتراسونیک با اوزون و واکنش الکتروشیمیایی تخریب کامل ترکیبات را در زمان کوتاه تری انجام می دهد. در مطالعه تخریب پنتا کلروفنول (PCP) به وسیله اولتراسونیک جایی که پیرولیز در نتیجه کایتاسیون حبابها و واکنش با رادیکال های OH اتفاق می افتد اوزون به سیستم اضافه می شود اما تأثیری در تجزیه PCP در مقایسه با فرآیند اولتراسونیک تنها ندارد.^۵ Kumor و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که تصفیه فاضلاب با اولتراسونیک در فرآیند تصفیه فاضلاب و زلال سازی آن خیلی مؤثر است. جمعیت

تولید رادیکال هیدورکسل و کاویتاسیون مورد نیاز است. در این بررسی از حمام اولتراسونیک با مشخصات: قدرت ۲۵ کیلوهرتز با متغیرهای دما و زمان ابعاد مخزن اولتراسونیک: طول ۱۵۱ و عرض ۱۳۷ میلی متر و عمق ۱۴۳ میلی متر است. مشخصات دستگاه اولتراسونیک: دستگاه اولتراسونیک مورد نظر ما حمام اولتراسونیک است. فرکانس ۲۵ کیلوهرتز و قدرت ۵۰۰ کیلووات سازنده دستگاه کشور روسیه برای شرکت P3NTEK و مدل دستگاه Y3B-3/200-TH-P3πTEK است. برای فرآیند الکترودیالیز از منبع ذخیره شرکت Rayannik، شرکت سازنده ایران، مدل RN-3005 S، 0-30V، 0-5 A است. الکترودها گرافیت و مس از بازار خریداری شده است.

این دستگاه همان طور که در بالا ذکر شد حاوی مکانیسم الکترودیالیز است که می تواند با جذب آلاینده ها به سمت قطب مثبت (الکترو گرافیت) (سمومی که دارای بار منفی هستند که جذب الکترو مثبت می شوند) و با توزین الکترودها میزان جذب و حذف آلاینده ها را مشخص می شود. در واقع ترکیب فناوری اولتراسونیک به همراه الکترودیالیز به نحوی است که جداسازی و حذف آلاینده ها علاوه بر تولید رادیکال هیدروکسیل فرآیند جذب شیمیایی توسط الکترودها انجام می شود.

شرح عملیات

- ۱- الکترودها به صورت کشویی داخل وان اولتراسونیک قرار می گیرند که بعد از انجام عملیات، از داخل وان جدا شده و توزین می شوند. تا از طریق میزان افزایش وزن بتوان از مقدار حذف فلزات سنگین پی برد. (که برای انجام عملیات توزین نیاز به یک ترازو با میزان حساسیت ۰/۰۰۰۱ است).
- ۲- بعد از انجام آزمایش بالا باید میزان سموم موجود در مایع لجن نیز مورد آنالیز قرار گیرد.

باکتری ها در فرکانس (۱۳۰ و ۳۵ کیلو هرتز) و در دوره های زمانی (۳۰، ۲۰، ۱۰، ۵ دقیقه)، در لجن کاهش پیدا کرده است. مشاهده شده است که فرکانس ۱۳۰ کیلو هرتز دارای راندمان بیشتری نسبت به فرکانس ۳۵ کیلوهرتز دارد. با توجه به اینکه این سموم سایپرمتین و آلفامترین که جز سموم پاراتیروئیدها هستند و جزء سموم پرکاربرد سموم دفع سوسری ها و حشرات موزی در داخل شبکه جمع آوری فاضلاب هستند به همین علت از این دو سم در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته شده است. اولتراسونیک و الکترودیالیز می تواند در مدت زمان کم و بدون افزودن مواد شیمیایی در حذف آلاینده های با مقاومت بالا موثر عمل کنند. هدف از این بررسی تعیین فناوری و شرایط بهینه برای حذف سموم مورد بررسی در تصفیه خانه فاضلاب است.

مواد و روش ها

این بررسی یک تحقیق پژوهشی است. نمونه سنتتیک از سموم سایپرمتین و آلفامترین با غلظت ۱ ppm در لجن تصفیه خانه فاضلاب آماده کرده و مورد آزمایش قرار گرفته است.

آماده سازی نمونه ۱ ppm سایپرمتین و آلفامترین:

$$\text{ppm} = (10000) \alpha d \quad \text{رابطه ۱:}$$

$$\text{ppm} = (10000) (65) (1/25) = 812500$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad \text{رابطه ۲:}$$

$$812500 \times V_1 = 100 \times 1000 \quad V_1 = 0/123 \text{ ml}$$

$$100 \times V_1 = 1 \times 1000 \quad V_1 = 10 \text{ ml}$$

دانشیه سایپرمتین و آلفامترین برابر با ۱/۲۵ است. برای تهیه محلول ۱ میلی گرم بر لیتر ابتدا یک محلول ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر آماده کرده و سپس از این محلول، محلول ۱ میلی گرم بر لیتر تهیه گردید. (به نحوی که ۱۰ میلی لیتر از سموم مورد نظر را در یک بالن ۱۰۰۰ میلی لیتری به حجم رساند). آب گیری لجن حدود ۸۰٪ بوده است و میزان ۲۰٪ آب برای

طراحی پایلوت تخریبی سموم آلفامترین و سایپر مترین در کیک لجن فاضلاب با استفاده از فناوری اولتراسونیک در مقایسه با الکترو دیالیز

$$0.127 \times 0.130 \times M \times 8900 = 90/1000 \quad M = 0.6 \text{ millimeter capper}$$

مراحل ساخت

الف) ابتدا پایه‌های نگه‌دارنده الکترودها طراحی و از جنس پلاکسی گلاس ساخته شد و سپس منافذی بر روی دیواره آن در نظر گرفته شده است. ب) الکترودها با ضخامت‌های مشخص طبق طراحی و محاسبات ساخته شده است. ج) حمام اولتراسونیک و منبع تغذیه از بازار خریداری شده است.

تصویر زیر در واقع پایه نگه‌دارنده الکترودها نشان داده شده است که دارای ابعاد: طول ۱۴۰ میلی‌متر و عرض ۱۲۷ میلی‌متر و عمق از ۱۴۰ میلی‌متر است؛ و دو کشویی که در آن طراحی و ساخته شده است در واقع محل نگهداری الکترودهای مس و گرافیت است. به نحوی که ابعاد کثو برای نگهداری مس: طول ۱۲۵ میلی‌متر و عرض ۲/۵ میلی‌متر و ارتفاع ۱۳۰ میلی‌متر است (وزن هر یک از الکترودها حداکثر ۹۰ گرم در نظر گرفته شده است) که طبق فرمول زیر میزان ضخامت هر الکترودها به دست آمده است.

ضخامت مس

رابطه ۳ - محاسبه میزان ضخامت الکترودها مس

$$L \times D \times M \times \rho = m$$

ضخامت گرافیت

رابطه ۴ - محاسبه میزان ضخامت الکترودها گرافیت

$$0.127 \times 0.130 \times M \times 2320 = 90/1000$$

$$M = 2.3 \text{ millimeter graphit}$$

ابعاد الکترودها: طول: ۱۲۷ میلی‌متر، ارتفاع: ۱۳۰ میلی‌متر
میزان ولتاژ ۳۰ ولت (قابل تنظیم یا سوئیچینگ) و میزان جریان ۵ آمپر است. قابل تنظیم بودن ولتاژ منبع تغذیه به این علت است که بتوانیم در ولتاژهای مختلف بررسی میزان راندمان دستگاه را مشخص نماییم؛ و ولتاژ بهینه را برای میزان حذف و یا کاهش آلاینده‌ها به دست آوریم.

مراحل نصب

الف- ابتدا پایه نگه‌دارنده در داخل وان اولتراسونیک قرار گرفته است. ب- الکترودها هر کدام در جایگاه خود قرار گرفته‌اند. ج- بار مثبت منبع تغذیه به گرافیت و بار منفی آن به مس متصل شده است.



شکل ۱: نمای پایلوت

SPSS محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده با استفاده از آزمون‌های آماری T-TEST (برای مقایسه با استانداردها) در سطح معنی داری $P \leq 0/05$ انجام شد.

یافته‌ها

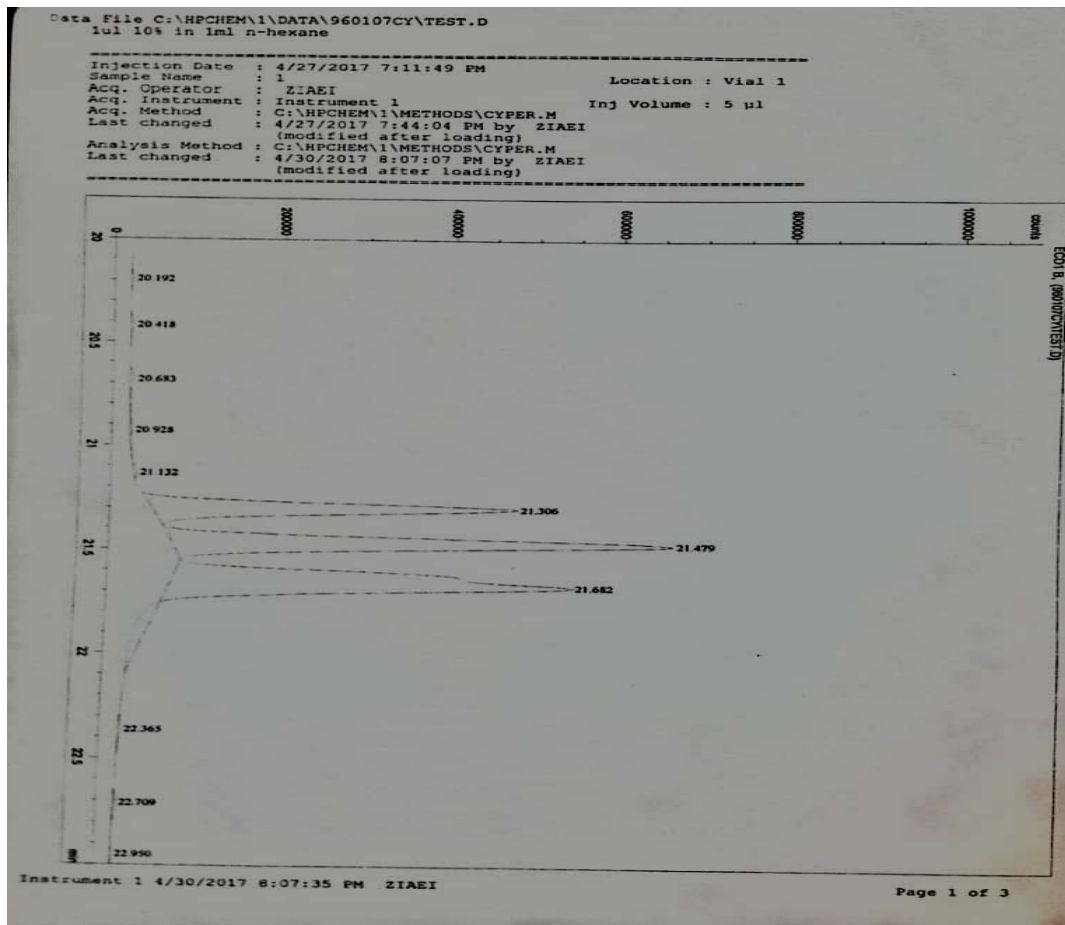
نتایج آزمایشات غلظت سموم نشان می‌دهد که الکترو دیالیز به همراه اولتراسونیک در ولتاژ ۲۸/۱ ولتی و ۰/۱ آمپر بیشترین میزان حذف را داشته است. البته با توجه به نتایج آزمایشات اولتراسونیک در حذف سموم (سایپرمتین و آلفامترین) خوب عمل کرده است ولی به علت کویتاسیونی که ایجاد می‌کند باعث جدا شدن سطح گرافیت شده است. راندمان حذف برای سم آلفامترین در شرایط ولتاژ ۱۰ ولتی و جریان ۰/۰۲ آمپر و در حضور اولتراسونیک حدود ۵۸٪ و برای سم سایپرمتین در همین شرایط حدود ۴۲٪ است؛ و در شرایط ولتاژ ۲۸/۱ و جریان ۰/۱ آمپر به ترتیب دارای راندمان حذف ۴۷٪ و ۴۰٪ می‌باشند. در حالی که راندمان حذف سایپرمتین در شرایط با ولتاژ ۲۸/۱ و جریان ۰/۱ آمپر دارای راندمان ۶٪ و در ولتاژ ۱۰ ولت و جریان ۰/۰۳ آمپر دارای راندمان ۱۸٪ است و برای سم آلفامترین در شرایط با ولتاژ ۲۸/۱ و جریان ۰/۱ آمپر دارای راندمان ۷٪ و در ولتاژ ۱۰ ولت و جریان ۰/۰۲ آمپر دارای راندمان ۱۳٪ است.

این ترتیب که زمان آزمایش را ۲۰ دقیقه و دما را ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در ولتاژهای ۱۰ و ۲۸/۱ (۳۰) ولتی و در جریان‌های ۰/۰۲ و ۰/۱ آمپر انجام داده‌ایم. (البته در حین آزمایش جریان‌ها تغییر کرده است ولی مبنای کاربر اساس این دو جریان بوده است) در نظر گرفته‌ایم. به این ترتیب که هر یک از نمونه‌ها را در شرایط زیر مورد آزمایش قرار داده‌ایم: ۱- دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۲- الکترو دیالیز به تنهایی ۳- اولتراسونیک به همراه الکترو دیالیز ۴- زمان ۲۰ دقیقه ۵- ولتاژ ۱۰ و ۲۸/۱ (۳۰) ولتی ۶- جریان ۰/۰۲ و ۰/۱ آمپر ابتدا نمونه را به ۵ قسمت تقسیم کردیم به نحوی که یکی از نمونه‌ها بدون آزمایش بوده که بتوانیم از طریق این نمونه و دیگر نمونه‌های مورد آزمایش میزان کارایی دستگاه را مورد بررسی قرار دهیم و سپس ۴ نمونه دیگر را در شرایط زیر مورد آزمایش قرار دادیم: ۱- نمونه با ۲۰ دقیقه زمان تماس با الکترو دیالیز با ولتاژ ۱۰ ولت و میزان جریان ۰/۰۲ آمپر و بدون دخالت اولتراسونیک ۲- نمونه با ۲۰ دقیقه تماس با الکترو دیالیز با ولتاژ ۲۸/۲ ولت و میزان جریان ۰/۰۸ آمپر و بدون دخالت اولتراسونیک ۳- نمونه با ۲۰ دقیقه زمان تماس با الکترو دیالیز با ولتاژ ۱۰ ولت و میزان جریان ۰/۰۲ آمپر و با دخالت اولتراسونیک ۴- نمونه با ۲۰ دقیقه تماس با الکترو دیالیز با ولتاژ ۲۸/۲ ولت و میزان جریان ۰/۰۸ آمپر و با دخالت اولتراسونیک. بعد از تجزیه و تحلیل نمونه‌ها، مقادیر حداکثر غلظت سایپرمتین و آلفامترین با نرم‌افزار

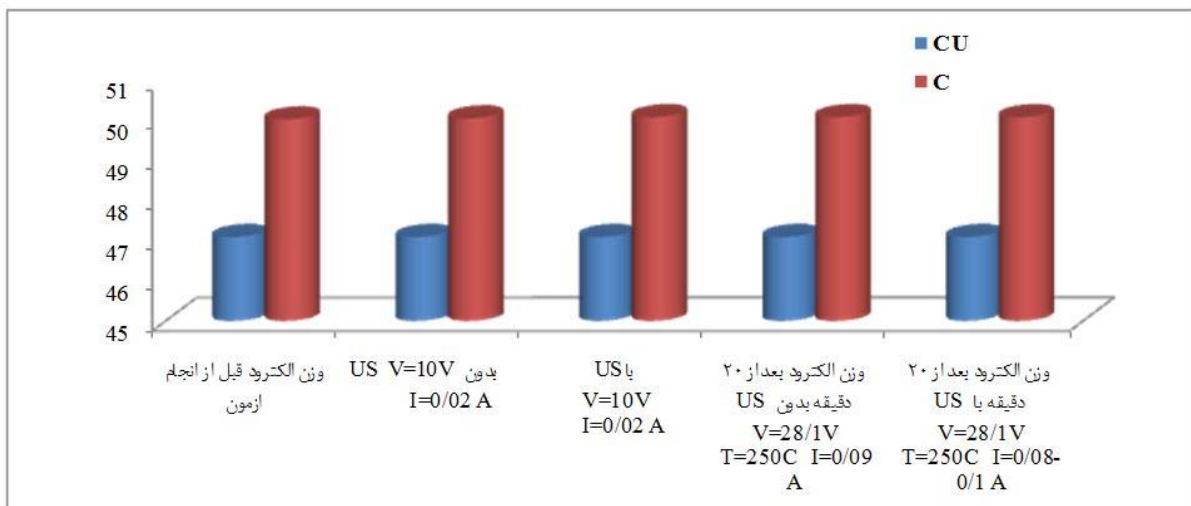
جدول ۱: نتایج وزنی فاضلاب سنتتیک سموم (سایپرمتین و آلفامترین)

الکترو دیالیز	وزن الکترو دیالیز قبل از انجام آزمون	وزن الکترو دیالیز بدون US	وزن الکترو دیالیز با US	وزن الکترو دیالیز بدون US	وزن الکترو دیالیز با US
CU	۴۷/۰۹۶۳	۴۷/۰۹۵۸	۴۷/۰۹۶۹	۴۷/۰۹۶۵	۴۷/۰۹۶۰
C	۵۰/۰۳۷۰	۵۰/۰۶۳۰	۵۰/۰۹۳۲	۵۰/۰۹۱۸	۵۰/۰۹۰۴

طراحی پایلوت تخریبی سموم آلفامترین و سایپرمتترین در کیک لجن فاضلاب با استفاده از فناوری اولتراسونیک در مقایسه با الکترودیالیز



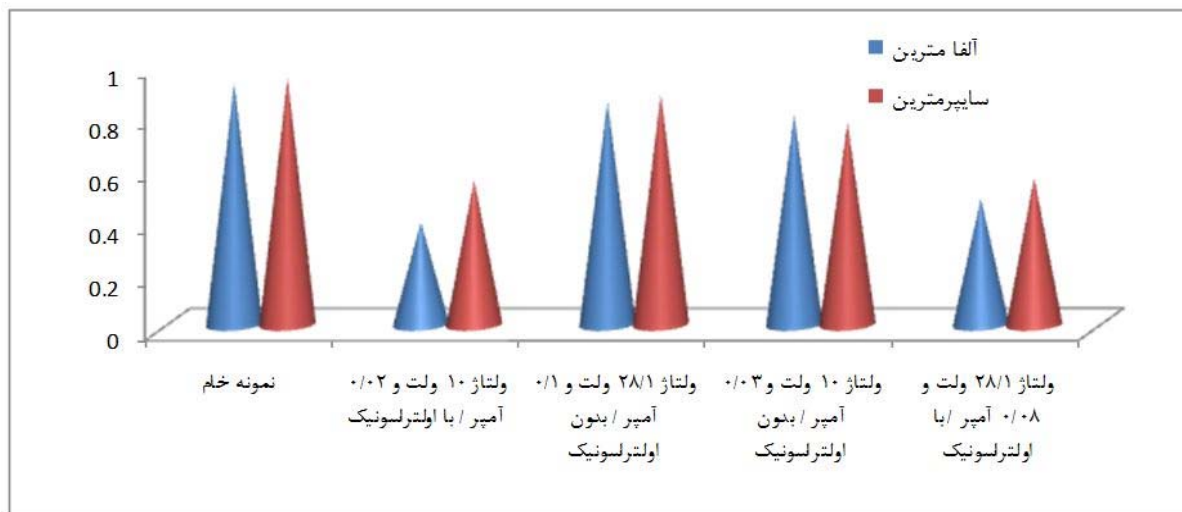
نمودار ۱: نتایج وزنی نمونه لجن سنتتیک سایپرمتترین و آلفامترین



نمودار ۲: پیک سایپرمتترین

جدول ۲: نتایج آزمایش غلظت آلفامترین و سایپرمتترین

ردیف	عنوان آزمایش	مدت	واحد	نمونه	ولتاژ ۱۰ ولت و	ولتاژ ۲۸/۱ ولت	ولتاژ ۱۰ ولت و	ولتاژ ۲۸/۱ ولت و
۱	آلفا مترین	۲۰	ppm	خام	۰/۳۹	۰/۸۵	۰/۸	۰/۴۸
۲	سایپرمتترین	۲۰	ppm	خام	۰/۵۵	۰/۸۸	۰/۷۷	۰/۵۶



نمودار ۳: نتایج آزمایش غلظت آلفامترین و سایپرمتترین

در شرایط اولتراسونیک به همراه الکترودیالیز پایین بودن میزان ولتاژ و جریان دارای راندمان حذف بیشتری داشته است که این مسئله در شرایط الکترودیالیز تنها نیز صدق می‌کند. بنابراین جداسازی سموم از فاز آبی و جذب آن‌ها بر روی الکترودها، برای حذف سموم موجود در فاز آبی بسیار مناسب عمل می‌کند که می‌توان با افزایش زمان ماند و افزایش غلظت سموم راندمان حذف را افزایش داد. حذف سموم در غلظت‌های پایین (در حد ppm) مطابق جدول ۲ توسط این فرآیند نشان می‌دهد که اولتراسونیک به همراه الکترودیالیز برای حذف ترکیباتی که در غلظت‌های پایین برای سلامتی و محیط‌زیست خطرناک هستند را می‌تواند باراندمان مناسب

حذف کند.

بحث

فرآیند اولتراسونیک و الکترودیالیز نسبت به الکترودیالیز به‌تنهایی دارای راندمان حذف مطلوبی در حذف سموم کاربرد برای رفع حشرات موذی موجود در شبکه فاضلاب شهری داشته است. زیرا الکترودیالیز تنها ذرات با بار مخالف را توسط الکترودها جذب می‌کند ولی اولتراسونیک باعث شکسته شدن و جدا شدن مولکول‌های سموم از محلول آبی شده و راندمان حذف سموم را تقویت می‌کند. (درواقع اولتراسونیک یک فرآیند تقویت‌کننده برای الکترودیالیز است.)

به طوری که در فرکانس ۳۵ کیلوهرتز بعد از ۶۰ دقیقه راندمان حذف برابر با ۳۵٪ در حالی که در فرکانس ۱۳۰ کیلوهرتز بعد از همین زمان راندمان به ۶۳٪ رسیده است و همچنین حذف دیازینون توسط ۱/۷ مگاهرتز در ۵ دقیقه مشاهده شده است. در بررسی ما نیز با افزایش میزان زمان تماس و همچنین افزایش میزان فرکانس و قدرت اولتراسونیک راندمان حذف سموم قطعاً افزایش خواهد یافت و در بررسی ما زمان ماند ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شده است که در همین مدت زمان، راندمان حذف آلفامترین بیش از ۵۰٪ بوده است. و در مقایسه با الکترودیالیز به تنهایی دارای راندمان حذف حدود ۲ تا ۳ برابر بوده است.

نتیجه گیری

بالا بودن راندمان حذف در این بررسی به علت بالاتر بودن میزان فرکانس و زمان ماند به کار برده شده نسبت به بررسی ما است. در این بررسی با افزایش فرکانس، زمان ماند لازم برای حذف سم دیازینون کمتر شده است. بنابراین همان طور که در بررسی ما مشاهده شده است رابطه عکس بین میزان فرکانس و زمان ماند لازم برای حذف سموم وجود دارد. با توجه به اینکه این دو فرآیند به صورت عملیات کاملاً فیزیکی (بدون اضافه کردن هیچ ماده شیمیایی) در حذف سموم به خوبی عمل کرده اند. در بررسی های آتی می توان با تغییر زمان تماس، تغییر میزان فرکانس و تغییر غلظت سموم یا دیگر مواد آلی، میزان فرکانس، ولتاژ، جریان و زمان بهینه را در غلظت های مختلف به دست آورد.

تشکر و قدردانی

در پایان از مهندسین محترم شرکت مهندس آب و فاضلاب کشور و شرکت آب و فاضلاب استان تهران و آقای دکتر عبدالله (هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر) که

و تقریباً ۲ تا ۳ برابر راندمان حذف بیشتری نسبت به الکترودیالیز به تنهایی دارد. با توجه به زمان ماند کوتاه فرآیند، ۲۰ دقیقه طراحی شده بسیار مفید و مؤثر عمل کرده است. می توان با افزایش زمان ماند و افزایش میزان فرکانس و قدرت اولتراسونیک و پایین بردن میزان ولتاژ و جریان در الکترودیالیز میزان راندمان حذف را بسیار بالاتر برد. که این مسئله ممکن است با تغییر الکترودها تغییر کند و می توان نتیجه گرفت که در زمان ۲۰ دقیقه با ولتاژ ۱۰ ولت و میزان جریان ۰.۰۲ آمپر و میزان غلظت در حد $appb$ در حضور الکترودهای گرافیت و مس، در واقع شرایط بهینه برای حذف سموم سایپرمتترین و آلفامترین است. در واقع رابطه مستقیم بین غلظت آلاینده موجود در محیط آبی و میزان فرکانس اولتراسونیک باراندمان حذف سموم وجود دارد. مانوساکی و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که با کاهش غلظت سدیم دودسیل بنزن سولفانات و افزایش فرکانس کارایی حذف بیشتر شد؛ که این مسئله در مورد بررسی ما نیز صدق می کند یعنی با افزایش میزان فرکانس میزان راندمان حذف افزایش می یابد. محوی در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافت که اولتراسونیک ترکیبات پیچیده موجود را توسط فرآیند کائیتاسیون به ترکیبات ساده تر تبدیل کرد. در بررسی انجام شده نیز فرآیند کائیتاسیون نقش به سزایی در حذف سموم را دارا است زیرا کائیتاسیون باعث جدا شدن پیوند بین سموم و آب شده و شرایط حذف کردن آن ها توسط الکترودیالیز را تسهیل می کند. البته شدت بیشتر کائیتاسیون ممکن است باعث جدا شدن ذرات الکتروود گرافیت از سطح الکتروود شود که این مسئله باعث پایین آمدن راندمان حذف می شود. خوددلی و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که با افزایش زمان ماند میزان حذف توسط اولتراسونیک سریع تر و با افزایش غلظت راندمان حذف کاهش می یابد. در فرکانس ۱۳۵ کیلوهرتز راندمان حذف خیلی بیشتر و سریع تر از ۳۵ کیلوهرتز است

پروژه به نحو مناسبی به پایان برسد کمال سپاس و تشکر را دارا هستم.

این جانب را از نظر مادی و علمی مورد حمایت خود نموده‌اند و آموخته‌های خود را در اختیار این جانب قرار داده‌اند تا این

References

1. J. V. The use of power ultrasound in biofuel production, bioremediation, and other applications. *Power Ultrasonics*. 2015:1095-122.
2. Mohseni. Benzaldehyde degradation using ultrasonic. *JAC*. 2012;3(12):57-62.
3. A M. Application of Ultrasonic Technology for Water and Wastewater Treatment. *Iranian J Publ Health*. 2009;38(2):1-7.
4. Kumar R YN RLaGM. Effect of Two Waves of Ultrasonic on Waste Water Treatment. *CHEM ENG PROCESS*. 2014;5(3).
5. V.O. Abramova OVA AEG, V.M. Kuznetsova, G.J. Priceb. Ultrasonic intensification of ozone and electrochemical destruction of 1,3-dinitrobenzene and 2,4-dinitrotoluene. *ULTRASON SONOCHEM*. 2005;13(4):303-7.
6. Lisa A. Davies AD JRD, Michael E. Deary Use of 24 kHz ultrasound to improve sulfate precipitation from wastewater. *ULTRASON SONOCHEM*. 2015;23:424-31.
7. Afshari MGRMRMZZA. Destruction of Escherichia coli and Enterococcus faecalis using Low Frequency Ultrasound Technology. *ISO: Health Scope | JCR: HEALTH SCOPE*. 2014;3(1).
8. Jin Peia HY HW, Dan Shanb, Yichen Jiangc, Lanqianya Maa, Xiaohua Yua. Effect of ultrasonic and ozone pre-treatments on pharmaceutical waste activated sludge's solubilisation, reduction, anaerobic biodegradability and acute biological Bioresour Technol. 2015;192:418-23.
9. Guilherme L. Dotto JMC COC, Eduardo H. Tanabe, Daniel A. Bertuol. Surface modification of chitin using ultrasound-assisted and supercritical CO₂ technologies for cobalt adsorption. *J Hazard Mater* 2015;295:29-36.
10. Yangsheng Liua SK YL, Hui Zengb. Novel technology for sewage sludge utilization: Preparation of amino acids chelated trace elements (AACTE) fertilizer. *J Hazard Mater*. 2009;171:1159-67.
11. Jinchuan Deng XF XQ. Extraction of heavy metal from sewage sludge using ultrasound-assisted nitric acid. *Chem Eng J*. 2009;152:177-82.
12. R F. SONOCHEMICAL DEGRADATION OF ORGANOPHOSPHORUS PESTICIDE IN DILUTE AQUEOUS SOLUTION. *JEH*. 2003;15(10):704-10.
13. VKaSI VS. Starch despersion in water under ultrasonic treatment. *ChemChemTechnol; Ch&ChT*. 2012;6(2):183-8.
14. Raf Dewila JB aRG. The Use of Ultrasonics in the Treatment of Waste Activated Sludge. *Chinese J Chem Eng*. 2006;14(1):105-13.
15. Xuejiang Wang JC XY, Xin Wang, Jing Zhang, Jiayu Huang, Jianfu Zhao. Heavy metal chemical extraction from industrial and municipal mixed sludge by ultrasound-assisted citric acid. *J IND ENG CHEM*. 2015;27:368-72.
16. Shengchun Yang XF LD, Shu Yang, Zirong Lei, Xiaodong Wen. Comparison of ultrasound-assisted cloud point extraction and ultrasound-assisted dispersive liquid liquid microextraction for copper coupled with spectrophotometric determination. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*. 2015;148:72-7.
17. Zheng-Zhe Zhang Y-FC Y-HZ, Xiemuguli Buayi, Ren-Cun Jin. A novel strategy for accelerating the recovery of an anammox reactor inhibited by copper(II): EDTA washing combined with biostimulation via low-intensity ultrasound. *Chem Eng J*. 2015;279:912-20.
18. Seon-Suk Hwang J-SP aWN. Ultrasonic-Assisted Extraction to Release Heavy Metals from Contaminated Soil. *J Ind Eng Chem*. 2007;13(4):650-6.
19. Sridhar Pillia PB SY, R.J. LeBlanc, R.D. Tyagia, R.Y. Surampallid. Ultrasonic pretreatment of sludge: A review. *ULTRASON SONOCHEM*. 2011;18(1):1-18.
20. Seleem E. Gaber MSR MMY. Extraction of certain heavy metals from sewage sludge using different types of acids. *Biokemistri*. 2011;23(1):41-8.
21. M Khoobdel MS SG, M Abtahi, H Vandoost, H Zeraatii, S Bazrafkan. Effectiveness of Ultrasound and Ultraviolet Irradiation on Degradation of Carbaryl from Aqueous Solutions. *Iranian J Arthropod-Borne Dis*. 2010;4(1):47-53.
22. D.Manariotisc SDVTMHHKKI. Aqueous phenanthrene toxicity after high-frequency ultrasound degradation. *AQUAT TOXICOL*. 2014;147:32-40.
23. Eleni Manousaki EP, Nicolas Kalogerakis, Dionissios Mantzavinos. Degradation of sodium dodecylbenzene sulfonate in water by ultrasonic irradiation. *Water Res*. 2004;38:3751-9.
24. Reza Shokohi AHM, Ziaeddin Bonyadi. Comparison efficiency of both sonochemical and sonochemical/hydrogen peroxide processes for cyanide removal from aqueous solutions. *jmums*. 2009;19(73):60-7.