

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۸۷,۱,۱۰۹۰۴۶
۸۷,۱,۳۰



دانشگاه مازندران
دانشکده فنی نوشیروانی بابل

موضوع:

بررسی آزمایشگاهی و تعیین مدل حذف ترکیبات آلی
فرار (VOC) در هوای آلوده با استفاده از بیوفیلتر

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی عمران - محیط زیست

اساتید راهنما:

آقای دکتر قاسم نجف پور

آقای دکتر حسن امینی راد

نگارش:

مصطفی اسعدی

تابستان ۱۳۸۷

۱۳۸۷ / ۱۱ / ۱۵

۱۰۸۴۸۳

کتابخانه مرکزی
موسسه تحقیقات
مهندسی عمران

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه صنعتی
نوسیروانی بابل

تحصیلات تکمیلی

ارزشیابی پایان نامه در جلسه دفاعیه

شماره دانشجویی : ۸۵۵۱۳۸۵۰۰۱

مقطع : کارشناسی ارشد

نام و نام خانوادگی دانشجو : مصطفی، اسعدی

رشته تحصیلی : مهندسی عمران - محیط زیست

سال تحصیلی : نیمسال دوم ۸۷-۱۳۸۶

عنوان پایان نامه :

«بررسی آزمایشگاهی و تعیین مدل حذف ترکیبات آلی فرار (VOC) در هوای آلوده با استفاده از فیلتر بیولوژیکی»

تاریخ دفاع : ۸۷/۱۶/۲۰

نمره پایان نامه (به عدد) : ۱۹،۵

نمره پایان نامه (به حروف) : نوزده و نیم

هیات داوران :

استاد راهنما : دکتر حسن امینی راد

استاد راهنما : دکتر قاسم نجف پور

استاد مدعو : دکتر علی مهدوی

استاد مدعو : دکتر سید علی اصغر قریشی

نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی : دکتر عیسی شوش پاشا

امضا
امضا
امضا
امضا
امضا

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از جناب آقای پروفیسور نجف پور به دلیل زحمات و محبت های پدرانه و بی دریغشان، جناب آقای دکتر امینی را و به دلیل راهنمایی های ارزشمندشان، از زحمات دکتر قریشی و دکتر مهدوی به دلیل مطالعه و بررسی متن پایان نامه و جناب آقای دکتر نوانی نیا به ریاست محترم گروه عمران کمال تشکر را دارم.

بر خود لازم می دانم که از زحمات دوستان عزیزم به ویژه سرکار خانم مهندس محمدی قدر دانی نمایم.

تقدیم ہے:

پدر تصور و فدا کار

و

مادر مہربان و دل سوزم

چکیده

استفاده از بیوفیلتر یک راهکار مناسب جهت حذف و کنترل ترکیبات آلی فرار به شمار می‌رود. در این مطالعه کارایی حذف استون با استفاده از فرایند بیولوژیکی و توسط باکتری *Pseudomonas putida* در دو سیستم پیوسته و ناپیوسته مورد مطالعه قرار گرفت. جهت بررسی کارایی حذف در سیستم ناپیوسته، پنج محیط کشت یا غلظت های مختلف استون از یک تا پنج گرم در لیتر تهیه گردید و پس از تلقیح باکتری، میزان مصرف استون و همچنین رشد میکروارگانیزم بررسی گردید که بیشترین میزان حذف برابر ۸۳٪ در غلظت ۱ g/l در زمان ماند ۳۰ ساعت بدست آمد. در سیستم پیوسته نیز اثر غلظت استون از ۵۰ تا ۲۰۰ g/l و همچنین تأثیر دما بر کارایی حذف مطالعه گردید و نتایج بیانگر کارایی حذف ۸۰/۵٪ در بار آلی ۵۰ g/l می‌باشد. با افزایش دما زمان ماند استون در سیستم کاهش یافت، اما در زمان ماند یکسان برابر ۹ ساعت، با افزایش دما کارایی حذف به مقدار کمی افزایش یافت. همچنین ضرایب سینتیکی و منحنی رشد میکروارگانیزم ها نیز تهیه گردید.

کلمات کلیدی: بیوفیلتر، ترکیبات آلی فرار، آلودگی هوا، منحنی رشد

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	فصل اول: کلیات
۲	۱- مقدمه
۲	۱-۱- تعریف موضوع
۳	۱-۲- هدف تحقیق
۴	۱-۳- ضرورت تحقیق
۶	۱-۴- فرضیات تحقیق
۷	۱-۵- دامنه تحقیق
۷	۱-۶- مکان، زمان و شرایط تحقیق
۹	فصل دوم: بررسی پیشینه پژوهشهای انجام شده
۱۰	۲-۱- شناخت و بررسی ترکیبات آلی فرار
۱۲	۲-۱-۱- هیدرو کربن ها
۱۳	۲-۱-۲- ترکیبات VOC در محیط داخل و خارج از اتاق
۱۶	۲-۲- ترکیبات آلی فرار در هوا
۱۷	۲-۳- اثرات ترکیبات آلی فرار در هوا

۲۱	۴-۲- شناسایی و اندازه‌گیری VOC در منابع انتشار
۲۱	۲-۴-۱- منابع طبیعی
۲۲	۲-۴-۲- منابع ساخته شده دست بشر
۲۴	۲-۵- اثرات ترکیبات آلی فرار بر سلامتی انسان
۲۸	۲-۵-۱- جذب VOC توسط پوست
۲۸	۲-۵-۲- جذب VOC توسط استنشاق
۳۰	۲-۶- روش های حذف ترکیبات آلی فرار
۳۱	۲-۶-۱- فرایند جذب
۳۲	۲-۶-۱-۱- جذب ترکیبات VOC توسط کربن فعال
۳۴	۲-۶-۱-۲- عوامل موثر در فرایند جذب
۳۵	۲-۶-۱-۳- جذب ترکیبات VOC از فاز گازی روی کربن فعال
۳۶	۲-۶-۲- سوزاندن ترکیبات آلی فرار جهت حذف آنها
۳۸	۲-۶-۳- تجزیه بیولوژیکی ترکیبات VOC
۴۱	۲-۶-۳-۱- عوامل موثر بر کارایی بیوفیلترها
۴۴	۲-۶-۳-۲- انواع راکتورهای بیولوژیکی
۵۵	۲-۶-۴- استفاده از اشعه ماوراء بنفش جهت حذف ترکیبات آلی فرار
۵۵	۲-۶-۵- استفاده از غشا برای حذف ترکیبات آلی فرار
۵۷	۲-۶-۶- استفاده از کاتالیست ها برای حذف VOC
۶۰	فصل سوم : روش اجرا و تجهیزات تحقیق
۶۱	۳-۱- سیستم ناپیوسته

۶۳	۱-۱-۳- آزمايش COD
۶۳	۱-۱-۱-۳- محلول اسيد سولفوريك
۶۳	۲-۱-۱-۳- محلول هاضم
۶۴	۱-۲-۳- آزمايش تعيين ميزان وزن خشك سلولى
۶۵	۳-۳- تهيه و كشت ميكروارگانيزم
۶۵	۱-۳-۳- تهيه ميكروارگانيزم
۶۶	۲-۳-۳- كشت ميكروارگانيزم
۶۶	۱-۲-۳-۳- محيط كشت جامد
۶۷	۲-۲-۳-۳- محيط كشت مایع
۶۸	۴-۳- طراحی و ساخت بیوفیلتر
۷۱	۵-۳- دستگاههای مورد استفاده
۷۱	۱-۵-۳- دستگاه اسپكتروفتمتر
۷۲	۲-۵-۳- دستگاه سانتریفیوژ
۷۴	۳-۵-۳- دستگاه اتوكلاو
۷۵	۴-۵-۳- دستگاه اون
۷۶	۵-۵-۳- ترازو
۷۷	۶-۵-۳- دستگاه كارماتوگراف گازی
۷۹	فصل چهارم : نتایج آزمایشات
۸۰	۴- بررسی میزان حذف استون توسط باکتری <i>Pseudomonas putida</i>
۸۰	۱-۴- مقدمه

۸۰	۲-۴- بررسی میزان حذف در سیستم ناپیوسته در فاز مایع
۸۱	۱-۲-۴- کاهش COD در سیستم ناپیوسته
۸۷	۲-۲-۴- میزان رشد بیومس در سیستم ناپیوسته
۹۳	۳-۴- تخمین ثابت‌های بیوسینتیک
۹۶	۴-۴- کاهش استون در سیستم پیوسته
۹۶	۱-۴-۴- بررسی اثر غلظت استون ورودی بر کارایی حذف
۱۰۴	۲-۴-۴- بررسی اثر دما بر کارایی حذف
۱۱۲	فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۱۳	۱-۵- نتیجه گیری
۱۱۵	۲-۵- پیشنهادات
۱۱۶	مراجع
۱۲۳	پیوست
۱۲۷	چکیده (انگلیسی)

فصل اول

کلیات

۱- مقدمه

۱-۱- تعریف موضوع

ترکیبات آلی، ترکیباتی هستند که دارای کربن و هیدروژن باشند. این ترکیبات در بدن تمامی موجودات زنده یافت می‌شوند. بیشتر ترکیبات آلی که مورد استفاده قرار می‌گیرند ساخته دست بشر هستند. بعضی از این ترکیبات به صورت مایع وجود دارند و برای ایجاد بخار به یک مرحله اضافی مانند گرم شدن یا سرد شدن احتیاج دارند. این دسته از مواد آلی، ترکیبات پایدار هستند. گروهی دیگر از ترکیبات آلی ناپایدارند و به ترکیبات آلی فرآر معروفند. یک ترکیب آلی در صورتی فرآر نامیده می‌شود که یک بخار(گاز) در دمای متعادل محیط و فشار نرمال اتمسفر به سهولت بخار گردد. برخی از این بخارات در صورت استنشاق بیش از اندازه، خطرناک هستند (Hitchens et al, ۲۰۰۱). وجود ترکیبات آلی فرار^۱ (VOC) در روی زمین به هنگامی باز می‌گردد که میکروارگانیزم‌ها و گیاهان، ترکیبات گازی موحود در اطراف زمین را به مواد آلی تبدیل کردند. از همان زمان VOC در سیکل کربن در طبیعت جای گرفت و به همراه دیگر منابع در خاک، آب و هوا موجود بود (Cicciali, ۱۹۹۷).

۱-۲- هدف تحقیق

ترکیبات آلی فرار در خاک، آب، فاضلاب و هوا یافت می‌شوند. برای بسیاری از این ترکیبات هوا مهم‌ترین عنصری است که در معرض ورود این ترکیبات قرار دارد (Cai et al, ۲۰۰۷). برخی از انواع ترکیبات آلی فرار نظیر کلروفرم در آبهای زیرزمینی یافت می‌شوند. برخی دیگر نیز مثل تری هالومتان‌ها در اثر فرایند کلرزنی در آب به وجود می‌آیند. جهت حذف این ترکیبات می‌توان از روش‌های مختلفی بهره برد که از جمله آنها می‌توان به حذف در برج‌های جذب و دفع، جذب توسط کربن فعال، استفاده از کاتالیست‌های احیا و اکسیدکننده‌های ترکیبات و استفاده از بیوفیلتر اشاره کرد.

هدف از این تحقیق با عنوان «بررسی آزمایشگاهی و تعیین مدل حذف ترکیبات آلی فرار (VOC) در هوای آلوده با استفاده از بیوفیلتر» انجام یک پژوهش آزمایشگاهی برای تعیین میزان اثر عوامل مختلف بر روند حذف ترکیبات آلی فرار با استفاده از فرایند بیوفیلتر می‌باشد.

هنگامی که جریان هوا به سمت بالا در بستر جریان می‌یابد، آلاینده‌ها توسط رطوبت بستر جذب شده و در تماس با باکتری‌ها قرار گرفته و جذب می‌گردند. در طی فرایند هضم، آنزیم‌های موجود در باکتری‌ها ترکیبات آلی را به انرژی، دی‌اکسید کربن و آب تبدیل می‌کنند و مواد غیرقابل هضم به عنوان پسماند باقی می‌مانند (نادر تهرانی، ۱۳۷۸). استفاده از این روش‌ها، در مقایسه با روش‌های متداول کنترل آلاینده‌های هوا بسیار اقتصادی بوده و در صورتیکه عملیات به نحو مطلوب انجام شود، کاهش آلاینده‌ها در بیشتر مواقع بیش از ۹۵ درصد خواهد بود (جانی و دادور، ۱۳۸۵).

۱-۳- ضرورت تحقیق

بعد از انقلاب صنعتی در اروپا و آمریکا، مقادیر زیادی از مواد زائد جامد تولید شد که یکی از پتانسیل های مهم تولید ترکیبات *VOC* به شمار می رفت. مولکول های کلر و ترکیبات کلره که در جنگ جهانی دوم، در اثر استفاده از بمب های شیمیایی وارد اتمسفر گشت، خطر عظیمی را برای لایه های جو ایجاد نمود که بعدها اثرات آن توسط تیم های مختلف کارشناسی تأیید شد.

دانش بشری در طی چند سال اخیر، انسان را قادر ساخته که نقش ترکیبات *VOC* در اتمسفر را بهتر بشناسند. همچنین استفاده از مدل های ریاضی می تواند راه حل مناسبی برای تشریح فرایندهای فیزیکی و شیمیایی ترکیبات *VOC* در جو باشد. به علاوه با استفاده از مدل های ریاضی می توان اثرات کوتاه مدت و بلند مدت این ترکیبات در جو را مورد بررسی قرار داد (Cicciali, ۱۹۹۷).

سیکل کاملی که روی ترکیبات *VOC* در محیط اتفاق می افتد شامل چهار فرایند زیر است (۱۹۹۷، Cicciali):

- ۱- دفع ترکیبات آلی فرار از منابع تولید کننده طبیعی یا مصنوعی.
- ۲- جابجایی این ترکیبات در اتمسفر که در اثر عوامل طبیعی مانند باد انجام می شود.
- ۳- واکنش های شیمیایی که این ترکیبات به طور گسترده ای با یکدیگر و با عوامل محیطی در آن شرکت می کنند.

۴- حذف این ترکیبات از محیط که می‌تواند در اثر از بین رفتن فعالیت خود ترکیب یا جذب در

محیط و واکنش‌های خنثی‌سازی در اتمسفر باشد.

انتقال ترکیبات *VOC* در محیط می‌تواند جذب روی ذرات معلق و حمل توسط آنها یا حل شدن در

آب و باقی ماندن در آن باشد. حضور ترکیبات آلی فرار در محیط باعث برهم خوردن تعادل در محیط

می‌شود.

یک ترکیب آلی فرار خیلی سریع در محیط اطراف پخش می‌شود و تا فاصله‌های دور نیز انتقال

می‌یابد و این خاصیتی است که مختص ترکیبات آلی فرار در جو می‌باشد. اهمیت ویژه وجود این ترکیبات در

جو زمانی مشخص می‌شود که بدانیم برخی از این ترکیبات سمی هستند و تأثیرات مخربی را روی انسان،

گیاهان و جانوران بر جای می‌گذارند. ترکیباتی نیز در بین ترکیبات *VOC* وجود دارند که از آنها به عنوان

ترکیبات بحرانی نام برده می‌شود و وجود آنها نیز در محیط زیست سلامت عمومی را به مخاطره می‌اندازد

(Pegans et al, ۲۰۰۷).

تأثیر بیش از حد ترکیبات آلی فرار روی لایه ازن باعث می‌شود که از آن به عنوان آلاینده مهم زیست

محیطی نام برده شود و تأثیرات کوتاه مدت و بلند مدت آن روی سلامتی آن از عواملی است که باید در

بررسی‌های مربوط به این ترکیبات مورد نظر باشد.

بعضی از ترکیبات آلی فرّار موجب جلوگیری از رشد طبیعی گیاهان می‌شوند و گروهی دیگر از ترکیبات آلی و فرّار باعث تشکیل اُزن و مه دود^۱ می‌گردند. مه دود شبیه ابر قهوه ای رنگ ناخوشایندی است که در اطراف بیشتر شهرها معلق است و باعث بروز بیماریهای تنفسی و قلبی شده و به محیط زیست آسیب می‌رساند. در برخی موارد غلظت این ترکیبات در جو چنان افزایش می‌یابد که استفاده از ماسک های کربن فعال برای جذب این ترکیبات لازم می‌باشد. مه دود فتوشیمیایی که در لوس آنجلس در سال ۱۹۵۶ تشکیل شد، بخش عمده ای از آن را ترکیبات *VOC* تشکیل می‌دادند و منبع اصلی وجود این آلاینده ها در جو سوخت های فسیلی بوده اند که در اثر احتراق در خودرو ها وارد جو شده بودند (۱۳۸۵، غیاث‌الدین).

بهترین راه برای پیشگیری از ایجاد مه دود، جلوگیری از پخش مواد آلی فرّار در محیط زیست است. با توجه به زیان هایی که وجود ترکیبات آلی فرار برای محیط زیست دارد، حذف و کاهش این ترکیبات از محیط زیست لازم بوده و شناسایی بهتر و بررسی روش های مختلف حذف این ترکیبات ضروری می‌باشد.

۱-۴- فرضیات تحقیق

۱- ترکیبات آلی فرار به روش بیولوژیکی قابل حذف می‌باشند.

۲- تغییرات غلظت آلودگی ورودی به سیستم تصفیه، در محدوده غلظت تعیین شده می‌باشد.

^۱. Smog

۱-۵- دامنه تحقیق

به منظور بررسی عملکرد این روش جهت حذف ترکیبات آلی فرار، برحسب نیاز تأثیر عوامل مختلفی مانند میزان رطوبت بستر، دما و غلظت ترکیبات آلی فرار مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۱-۶- مکان، زمان و شرایط تحقیق

این تحقیق با مطالعه بر روی روش های مختلف حذف ترکیبات آلی فرار از هوا، از مهرماه ۱۳۸۶ آغاز گردید و همزمان با این مطالعات، مشخصات باکتری های مختلف و میزان کارایی آنها در حذف ترکیبات آلی فرار مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

پس از آن سیستم بیوفیلتر در اشل آزمایشگاهی ساخته شد و تجهیزات جانبی، طراحی و در محل آزمایشگاه بیوتکنولوژی و صنایع غذایی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل راه اندازی و مواد مورد نیاز تست های آزمایشگاهی خریداری شد. پس از تعیین نوع باکتری با توجه به مطالعات انجام گرفته، اقدام به سفارش و تهیه این نوع باکتری از سازمان پژوهش های علمی و صنعتی - بانک میکروبی ایران گردید. همچنین استون به دلیل خطرناک نبودن، به عنوان عامل آلاینده انتخاب گردید. سپس هوای آلوده با غلظت های متفاوت از ترکیبات آلی فرار تهیه و وارد بیوفیلتر گردید و کارایی حذف آن مورد بررسی قرار گرفت. این کار تا اواخر مردادماه ۸۷ ادامه یافت. سپس شرایط بهینه برای رسیدن به تصفیه مطلوب با بازده حذف بالا، انتخاب شد.

در این تحقیق ابتدا در فصل دوم، روش های مختلف به کار رفته جهت حذف ترکیبات آلی فرار مورد بررسی قرار گرفت. در فصل سوم به شرح ساخت و راهبری سیستم به کار گرفته شده در تحقیق و نحوه انجام آزمایشات پرداخته شد. نتایج حاصل از انجام آزمایشات، در فصل چهارم مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت در فصل پنجم به بحث و نتیجه گیری نتایج این تحقیق و آرایه پیشنهادات جهت بهبود کار، انجام گردید.

فصل دوم

بررسی پیشینه پژوهش‌های انجام
شده

۲- بررسی پیشینه پژوهشهای انجام شده

از آنجائیکه هدف از این تحقیق، حذف ترکیبات آلی فرار از هوای آلوده می‌باشد، در این بخش ابتدا روش های مختلف حذف ترکیبات آلی فرار ارزیابی گشته و سپس موارد مختلف حذف انواع ترکیبات آلی فرار از هوای آلوده که توسط محققین دیگر انجام گشته است، مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۱- شناخت و بررسی ترکیبات آلی فرار

بخشی از آلاینده ها به صورت ترکیبات فرار یا شبه فرار هستند، به همین خاطر در یک دسته بندی کلی این مواد را در قالب ترکیبات آلی فرار بررسی می‌کنند. ترکیبات آلی فرار به صورت بالقوه در اکثر مواد طبیعی و مصنوعی وجود دارند. اغلب ترکیبات آلی فرار به صورت گاز یا مایع هستند ولی بعضی از این ترکیبات نظیر نفتالین و پارادی کلروبنزن در دمای اتاق به صورت جامد هستند (Riyad et al, ۱۹۹۸).

ترکیبات آلی فرار دارای اثرات زیست محیطی متعددی هستند. برخی اثرات در محیط بالافاصله اثرات خود را نشان می‌دهند و اثرات زیان بار به صورت آنی نمایان می‌گردد، در این مورد می‌توان به سوزش چشم، خارش پوست و سایر ناراحتی های دستگاه تنفسی اشاره کرد که به محض مواجه شدن با ترکیبات خاصی از VOC، خود را بروز می‌دهند. برخی دیگر از اثرات ترکیبات آلی فرار مزمن و طولانی مدت می‌باشند که سرطان زایی برخی از ترکیبات روی انسان به این بخش از خواص VOC ارتباط دارد (Wu et al, ۲۰۰۶).