

زدایش ترکیبات آلی فرار از آب‌های آلوده با استفاده از هوادهی برج آکنده

مهندس مهرداد فرخی کری بزرگ* - دکتر فروغ واعظی**

* عضو هیئت علمی رشته بهداشت محیط - آموزشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی گیلان

** استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

چکیده

امروزه کنترل ترکیبات آلی فرار در آب بخصوص در آبهای زیرزمینی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. آلودگی آبهای آشامیدنی به مواد آلی فرار در بسیاری از نقاط دنیا گزارش گردیده است.

در این مقاله فرآیند هوادهی برج آکنده تشریح گردیده و زدایش تولوئن از آب توسط این روش در مقیاس پیلوت و نمونه‌های آب سنتتیک در آزمایشگاه بهداشت محیط دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۷۵ مورد مطالعه قرار گرفته است. بدین منظور یک واحد برج آکنده در مقیاس پیلوت به ارتفاع ۱۰۰ cm و به قطر ۱۹ cm برای حذف تولوئن طراحی گردید و برخی عوامل موثر بر کارایی سیستم نظیر درجه حرارت آب، میزان جریان آب و هوا و نسبت هوا به آب در ۳۶ نمونه آب، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که این روش دارای کارایی بالایی در حذف تولوئن از آب می‌باشد و کارایی حذف با افزایش درجه حرارت‌های مورد مطالعه، افزایش جریان هوا، کاهش جریان آب و افزایش نسبت هوا به آب زیادتر می‌شود. این مطالعه نشان داد که هرگاه نسبت هوا به آب ۶۰ باشد راندمان حذف به بیشتر از ۹۰ درصد نیز می‌رسد ولی افزایش این نسبت به بالاتر از ۷۰ در شرایط موجود (ارتفاع ستون ۱۰۰ cm) موجب افزایش قابل ملاحظه‌ای در کارایی حذف نمی‌گردد. با مقایسه ثابت هانری موثر برخی ترکیبات نظیر تری‌هالومتانها، ترکیبات آلی هالوژنه (TCE) و برخی آفت‌کشها (توکسافن) با ثابت هانری موثر تولوئن، کارایی بالای روش هوادهی برج آکنده در حذف این ترکیبات را نیز می‌توان انتظار داشت. در این تحقیق غلظتهای ۱۶-۲ mg/l از تولوئن با کارایی ۹۶-۷۰ درصد حذف گردید.

کلید واژه‌ها: تصفیه آب / ترکیبات آلی فرار / زدایش با هوا / هوادهی برج آکنده

مقدمه

به این آلاینده‌ها معطوف گردد به طوریکه سازمان بهداشت جهانی برای برخی از این ترکیبات غلظتهایی را به صورت رهنمود ارائه نموده است (۲).

از جمله ترکیبات آلی که بطور گسترده در آلودگی آبها به ویژه منابع آب‌های زیرزمین دخالت دارند ترکیبات (VOC)^(۱) را می‌توان نام برد، این ترکیبات قدرت تبخیر بالایی داشته ولی با توجه به عدم تبخیر و تجزیه در منابع آبهای زیرزمینی، دارای نیمه عمر طولانی در این منابع می‌باشند. عدم کنترل کافی این ترکیبات توسط روش‌های

مطالعه ترکیبات آلی آب از نظر مخاطرات بهداشتی برای انسان، موضوعی است که اخیراً بیشتر از گذشته مورد توجه قرار گرفته است. در حال حاضر کاملاً مشخص شده است که تعداد بسیار زیادی از این ترکیبات آلی مانند آفت‌کشها، درجنت‌ها و حلال‌ها در نهایت به داخل منابع آب وارد می‌گردند (۱).

پیشرفتهای صورت گرفته در زمینه شناسایی و سنجش غلظتهای ناچیز مواد آلی در آب در دو دهه اخیر و افزایش توجه عمومی به اثرات سوء مزمن حاصل از شرب آبهای حاوی غلظتهای پایین این ترکیبات موجب گردید که در وضع مقررات مربوط به کیفیت آب آشامیدنی توجه بیشتری

1- Volatile organic compounds

افزایش می‌یابد. در این روش در واقع غلظت تعادل بین فاز گاز و مایع در هر لحظه با جایگزینی هوای تازه و عاری از آلودگی از انتهای برج با هوای آلوده شده که از بالای برج خارج می‌شود تغییر می‌کند (۱۱).

میزان انتقال جرم در واحد حجم مواد پرکننده در واحد زمان با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌گردد (۱۱).

$$J = K_{La} (C_{lm}^E - C_{lm}^{(2)})$$

در این رابطه:

ل: میزان انتقال جرم در واحد حجم مواد پرکننده در واحد زمان S.³

K_{La} : ضریب انتقال جرم S⁻¹

C_{lm}^E : غلظت فاز مایع در شرایط تعادل mol/m³

C_{lm} : غلظت فاز مایع mol/m³

طراحی پایلوت برج آکنده

براساس پارامترهای طراحی و برخی مفروضات، ستونی از جنس PVC به قطر ۱۹cm و ارتفاع ۲۰۰cm انتخاب گردید و کف آن با یک صفحه از جنس تفلون و با جوش پلاستیک بطور کامل آب بندی گردید. محل ورودی آب از ۴۰ سانتیمتری بالای برج و محل ورودی هوا از ۴۰ سانتیمتری کف برج در نظر گرفته شد. قطر لوله ورودی و خروجی آب و ورودی هوا ۲/۵ سانتیمتر طراحی گردید. ارتفاع مواد پرکننده که بین دو صفحه مشبک از جنس فولاد ضد زنگ نگهداری می‌گردید ۱ متر در نظر گرفته شد. صفحات مشبک علاوه بر نگهداری مواد پرکننده عمل پخش هوا و آب را نیز انجام می‌دادند و از کانالیزه شدن جریان آب و هوا جلوگیری می‌کردند. برای هرچه کمتر شدن رسوب گذاری و با توجه به امکانات و ملاحظات اقتصادی از مواد پرکننده از جنس PVC و به شکل نیم حلقه ۱/۵cm سانتیمتر استفاده گردید. این ستون توسط ۳ پایه فلزی بر روی زمین مستقر و نگهداری گردید. سایر ضمایم این

معمول تصفیه، موجب گردیده است که روش‌های نوینی برای حذف این مواد از آب بکار گرفته شود (۳ و ۱).

دو روش که امروزه به عنوان بهترین فن آوری موجود (BAT)^(۱) برای حذف این ترکیبات از آب‌های آلوده مطرح است. عبارتند از جذب کربن فعال و روش زدایش با هوا^(۲) (۴).

در این مطالعه که در مقیاس پایلوت (Pilot scale) و بر روی نمونه‌های مصنوعی آب (Syntetic water) انجام گردید کارآئی روش هوادهی برج آکنده^(۳) در کاهش تولوئن از آبهای آلوده مورد بررسی قرار گرفت و برخی عوامل نظیر میزان جریان آب، مقدار جریان هوا، نسبت حجمی هوا به آب و درجه حرارت آب مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

فرایند زدایش با هوا به عنوان روشی برای انتقال آلاینده‌ها از فاز مایع به فاز گاز تعریف گردیده است و نمونه این عمل در برج آکنده با جریان متقابل^(۴) صورت می‌گیرد (۳). غلظت آلاینده در هوای ورودی در حدود صفر فرض می‌گردد و به این ترتیب یک نیروی محرکه برای انتقال آلاینده‌های فرار از آب به هوا به وجود می‌آید. عمل انتقال تا زمانی که آلاینده مورد نظر بین دو فاز به تعادل برسد ادامه خواهد داشت (۳). یکی از عوامل اساسی در زدایش با هوا گرایش آلاینده به شرایط پایدار می‌باشد که همان غلظت تعادل بین فاز مایع و گاز است که اساس قانون هنری را تشکیل می‌دهد (۸).

حلالیت در آب و فشار بخار دو عامل مهم در قابلیت زدایش هر ماده آلی بوسیله هوادهی است & Mackay (Wolff) اخیراً این دو عامل را بصورت معادله زیر ادغام کردند و به عنوان ثابت هنری موثر^(۵) برای ترکیبات آلی در آب ارائه نمودند (۹).

$$Hi = Pi/Ci (1)$$

Hi: ثابت هنری موثر (atm.m³/mol)

Ci: حلالیت ترکیب مورد نظر در آب (Mol/m³)

Pi: فشار بخار ترکیب مورد نظر (atm)

برج آکنده در واقع یک راکتور پیوسته دوفازی است که الگوی جریان در آن در هر دو فاز از مدل جریان پیستونی^(۶) پیروی می‌کند (۱۰). به طوریکه غلظت آلاینده در مسیر جریان آب از بالای برج به پایین رو به کاهش گذاشته و در جهت عکس غلظت آلاینده در هوا از پایین برج به بالا

- 1- Best Available Technology
- 2- Air Stripping
- 3- Packed Tower Aeration
- 4- Counter current
- 5- Effective Henry Low's constant
- 6- Plug flow

پایلوت عبارتند از:

- ۱- منبع تأمین آب خام ورودی به ظرفیت ۳۰ لیتر
- ۲- پمپ آب از نوع mysons با حداکثر دبی ۳ و حداقل ۰/۴ لیتر در دقیقه که توسط یک کلید تنظیم میزان جریان در ۵ وضعیت قابل تنظیم بود.
- ۳- پمپ دمنده هوا از نوع پمپ‌های نمونه‌برداری با نام Hitachi با فشار $0/4 \text{ Kg/cm}^2$ و حداکثر میزان جریان 60 L/min
- ۴- فلومتر آب و هوا از نوع Sabata
- ۵- هم‌زن مکانیکی

تأمین آب خام ۳۰ لیتری خالی شد و درون منبع نیز توسط یک هم‌زن مکانیکی مخلوط می‌گردید. همچنین ایجاد جت آب در خروجی منبع توسط پمپ موجب می‌گردید که تولوئن به صورت محلول باقی بماند. منبع آب توسط یک لوله ۲/۵ سانتیمتر به پمپ آب متصل شده و خروجی پمپ نیز به ورودی آب در برج آکنده متصل شد. پمپ دمنده هوا نیز به ورودی هوا متصل گردید. جریان آب و هوا به طور هم‌زمان برقرار گردید و بطور دائم توسط دو فلومتر میزان جریان آب و هوا اندازه‌گیری شد. پس از مشخص شدن زمان ماند در هر شرایط مختلف راهبری نمونه‌ها از ورودی خروجی راکتور برداشت شده و بلافاصله جهت آزمایش GC آماده گردید. در موقع نمونه‌برداری دقت کافی صورت می‌گرفت که نمونه‌ها عاری از حباب هوا باشند. فاصله بین هر نمونه‌برداری در شرایط مختلف ۱۰ دقیقه در نظر گرفته شد، تا سیستم در شرایط جدید به حالت پایدار (Steady State) برسد. درجه حرارت آب با دماسنج حساس جیوه‌ای در هر نمونه‌برداری در ورودی و خروجی اندازه‌گیری می‌گردید. نسبت هوا به آب، هم با تغییر در میزان جریان آب که در ۵ وضعیت قابل تنظیم بود و هم با تغییر در میزان جریان هوا که در ۳ وضعیت قابل تنظیم بود، تغییر می‌یافت. به طور کلی در شرایط مختلف ۳۶ بار نمونه‌برداری صورت گرفت و کارائی حذف تولوئن از آب با استفاده از معادله ساده زیر در هر نمونه‌برداری محاسبه گردید و نتایج حاصل مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

روش کار

برای اندازه‌گیری تولوئن در آب از روش گاز کروماتوگرافی استفاده گردید (۱۳). دستگاه گاز کروماتوگراف مورد استفاده از مدل (philips- UP4410) بود و ستون آن دارای مشخصات زیر می‌باشد. $1.5\text{mx } 4\text{mmid- glass}$ (column packed with OV_1) در این مطالعه از دتکتور FID که دارای حساسیت بالا برای اندازه‌گیری ترکیبات دارای حلقه بنزنی می‌باشد، استفاده شد. روش کار استخراج مایع- مایع و با استفاده از استاندارد خارجی می‌باشد. استخراج از ۲۰ میلی‌لیتر نمونه صورت می‌گرفت و میزان تزریق $2\mu\text{l}$ بود. بدین ترتیب تا غلظت $0/5\text{mg/L}$ قابل اندازه‌گیری بود.

راهبری سیستم و نمونه‌برداری

با توجه به مشخصات تولوئن برای تهیه محلولهای سنتتیک آب مقدار معینی از تولوئن توسط سرنگ میکرولیتری برداشته شده، به داخل یک ارلن ۱ لیتری درب‌دار محتوی آب وارد گردید و سپس توسط یک هم‌زن به مدت ۱۵ دقیقه مخلوط شد. محتوی ارلن به داخل منبع

$$R_i = 100 (M_i^0 - M_i^e) / M_i^0$$

در این رابطه:

R_i : کارائی حذف برحسب درصد

M_i^0 : غلظت تولوئن در آب خام ورودی برحسب mg/L

M_i^e : غلظت تولوئن در آب تصفیه شده برحسب mg/L

جدول ۱- نتایج کلی آزمایشات هوادهی برج آکنده برای حذف تولوئن

شماره	میزان جریان آب	میزان جریان هوا	نسبت هوا به آب	غلظت ورودی	غلظت خروجی	درجه حرارت آب	کارائی حذف
	L min	L min	بدون بعد	mg/L	mg/L	$^{\circ}\text{C}$	%
۱	۲	۶۰	۳۰	۱۵/۷۶	۲/۸۱	۱۲	۸۲
۲	۲	۶۰	۳۰	۱۵/۹۳	۲/۸۶	۱۲	۸۲
۳	۱	۶۰	۶۰	۱۵/۶۵	۱/۷۳	۱۲	۸۸/۹
۴	۰/۸	۶۰	۷۵	۱۵/۷	۰/۹۷	۱۲	۹۳/۸
۵	۰/۶	۶۰	۱۰۰	۱۵/۶	۰/۵۲	۱۲	۹۶/۶

شماره	میزان جریان آب L/min	میزان جریان هوا L/min	نسبت هوا به آب بدون بعد	غلظت ورودی mg/L	غلظت خروجی mg/L	درجه حرارت آب °C	کارایی حذف %
۶	۱	۴۸	۴۸	۱۲/۴۹	۱/۷۴	۱۸	۸۶
۷	۰/۸	۴۸	۶۰	۱۲/۱۳	۱/۴۹	۱۸	۸۷/۷
۸	۰/۸	۴۸	۶۰	۱۲/۱۶	۱/۵	۱۸	۸۷/۶
۹	۰/۶	۴۸	۸۰	۱۲/۸۷	۰/۷۵	۱۸	۹۴/۱
۱۰	۰/۶	۴۸	۸۰	۱۲/۹۵	۰/۹۴	۱۸	۹۲/۷
۱۱	۲	۳۰	۱۵	۱۵/۲	۳/۸	۱۸	۷۵
۱۲	۲	۳۰	۱۵	۱۰/۱۳	۲/۴۵	۱۸	۷۵/۸
۱۳	۱	۳۰	۳۰	۱۴/۰۶	۲/۰۴	۱۸	۸۵/۵
۱۴	۱	۳۰	۳۰	۱۲/۰۷	۱/۸۳	۱۸	۸۴/۸
۱۵	۰/۴	۴۸	۱۲۰	۱۲/۶۳	۰/۴۰	۱۸	۹۶/۸
۱۶	۲	۶۰	۳۰	۹/۱۵	۰/۹۸	۳۰	۸۹/۲
۱۷	۲	۶۰	۳۰	۷/۹	۰/۷۲	۳۰	۹۰/۸
۱۸	۲	۶۰	۳۰	۹/۲۶	۰/۹۳	۳۰	۸۹/۹
۱۹	۲	۶۰	۳۰	۱۰/۱	۱/۱۳	۳۰	۸۸/۸
۲۰	۲	۶۰	۳۰	۸/۶۸	۱/۳۴	۱۸	۸۴/۶
۲۱	۲	۶۰	۳۰	۹/۴	۱/۵۲	۱۸	۸۳/۸
۲۲	۲	۶۰	۳۰	۴/۰۷	۰/۶۹	۱۸	۸۳
۲۳	۲	۶۰	۳۰	۱۰/۲	۱/۹۳	۱۲	۸۱
۲۴	۲	۶۰	۳۰	۶/۲	۱/۲۲	۱۲	۸۰/۳
۲۵	۱	۴۸	۴۸	۶/۲۷	۰/۸۷	۱۸	۸۶/۱
۲۶	۰/۸	۴۸	۶۰	۶/۱	۰/۷۳	۱۸	۸۸
۲۷	۰/۸	۴۸	۶۰	۶/۴	۰/۷۳	۱۸	۸۸/۵
۲۸	۲	۶۰	۳۰	۶/۲	۱/۲۲	۱۲	۸۰/۳
۲۹	۱	۶۰	۶۰	۶/۳	۰/۶۴	۱۸	۸۹/۸
۳۰	۱	۳۰	۳۰	۶/۲۱	۱/۳	۱۲	۷۹
۳۱	۲	۳۰	۱۵	۶/۷	۱/۷۵	۱۸	۷۳/۸
۳۲	۲	۶۰	۳۰	۱/۹	۰/۲۶	۱۸	۸۶/۳
۳۳	۱	۶۰	۶۰	۲/۳۱	۰/۱۱	۱۸	۹۵/۲
۳۴	۰/۶	۶۰	۱۰۰	۲/۴	---	۱۸	>۹۷/۹
۳۵	۱	۳۰	۳۰	۲/۴۱	۰/۳	۱۸	۸۷/۵
۳۶	۰/۸	۴۸	۶۰	۲/۴۲	۰/۲۷	۱۸	۸۸/۸

نتایج حاصله

نتایج کلی حاصل از این تحقیق در جدول شماره ۱ ارائه گردیده است.

نمودار شماره ۱ تأثیر درجه حرارت آب را بر کارایی حذف تولوئن نشان می دهد. نمودار شماره ۲ رابطه بین میزان جریان آب با کارایی حذف تولوئن و نمودار شماره ۳ رابطه بین میزان جریان هوا با کارایی حذف را نشان می دهد.

نمودارهای شماره ۴ و ۵ کارایی حذف تولوئن را به صورت تابعی از نسبت حجمی هوا به آب نشان می دهد.

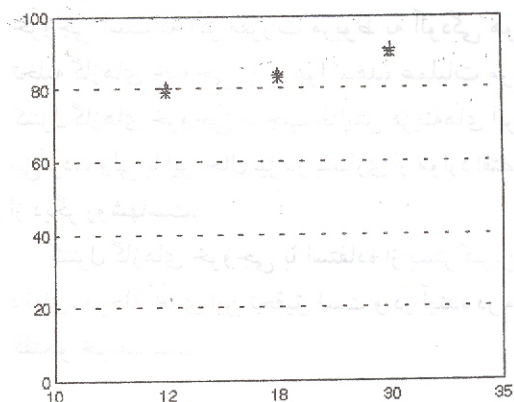
بحث و نتیجه گیری

نتایج کلی حاصل از آزمایشات هوادهی برج آکنده در جدول شماره ۱ ارائه گردیده است.

برای بررسی هرکدام از عوامل مؤثر سعی گردید که سایر پارامترها ثابت نگه داشته شده و فقط در پارامتر مورد بررسی تغییر ایجاد گردد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد که روش هوادهی برج آکنده دارای کارایی بالائی در حذف تولوئن از آب می باشد با توجه به نمودار شماره ۱ می بینیم که در دماهای مورد مطالعه راندمان حذف رابطه مستقیمی با درجه حرارت آب دارد و با افزایش دما زیاد می شود. دلیل این امر را می توان تأثیر درجه حرارت بر روی فشار بخار و حلالیت گازی تولوئن در آب دانست، با افزایش دما فشار بخار افزایش یافته و حلالیت گازی مواد در آب کم می شود و با توجه به معادله ۱ ثابت هانری مؤثر افزایش یافته و در نتیجه قابلیت تصفیه پذیری آن با هوادهی افزایش می یابد. البته واضح است که این روند افزایش فقط تا نقطه جوش ترکیب مورد نظر وجود خواهد داشت و حتی در درجه حرارتهای بالاتر یا پایین تر ممکن است از این نمودار پیروی نکند و نتیجه بدست آمده را فقط در همین محدوده می توان قبول کرد. با توجه به نمودار ۲ مشاهده می گردد که کاهش میزان جریان آب موجب افزایش کارایی حذف می گردد. این امر هم بدلیل افزایش زمان ماند در داخل راکتور و تامین زمان هوادهی بیشتر می باشد و هم به دلیل تماس آب با حجم هوای بیشتر همانطور که قبلاً اشاره شد در این روش در واقع غلظت تعادل بین فاز گاز و مایع در هر لحظه در حال تغییر است و در زمانی که میزان جریان آب کم باشد، این تغییر غلظت در غلظت تعادلی بین دو فاز بیشتر صورت گرفته و غلظت فاز مایع کاهش بیشتری نشان می دهد.

از نمودار شماره ۳- مشخص می گردد که با افزایش میزان جریان هوا کارایی حذف افزایش می یابد که این امر نیز با توجه به موارد اشاره شده فوق قابل تفسیر است. تأثیر این دو متغیر را می توان با تنظیم نسبت حجمی هوا به آب به طور یکجا مورد بررسی قرار داد. همانطور که از نمودارهای ۴ و ۵ مشخص است با افزایش این نسبت کارایی حذف به طور کلی افزایش می یابد این نمودارها نشان می دهند که با افزایش این نسبت به بالاتر از ۷۰ سیر صعودی منحنی حذف کاهش یافته و تقریباً به صورت یک خط مستقیم در می آید و افزایش این نسبت در این شرایط (ارتفاع مواد پرکننده 1m) به بالاتر از ۷۰ در واقع از دست دادن انرژی و

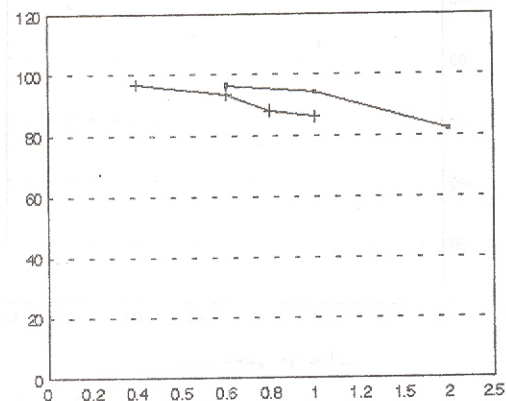
کارایی حذف %



درجه حرارت آب °C

نمودار ۱- تأثیر درجه حرارت آب بر کارایی حذف تولوئن از آب
(نسبت هوا به آب = ۳۰)

کارایی حذف %



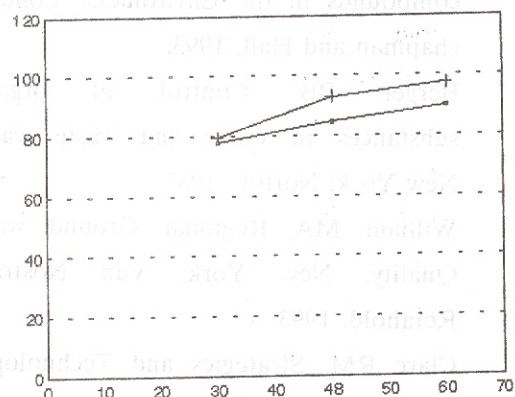
میزان جریان آب L/min

نمودار ۲- تأثیر میزان جریان آب بر کارایی حذف تولوئن

• میزان جریان هوا = 48 L/min

+ میزان جریان هوا = 60 L/min

کارایی حذف %



میزان جریان هوا (L/min)

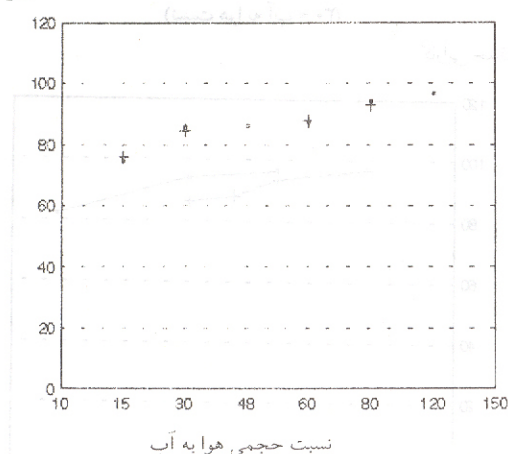
نمودار ۳- تأثیر میزان جریان هوا بر راندمان حذف تولوئن

• جریان آب = 1 L/min
+ جریان آب = 0/6 L/min

یکی از محدودیتهای مهم این روش مربوط به کنترل گاز خروجی است که اگر مقررات مربوط به آلودگی هوا اجازه تخلیه گازهای خروجی را به هوا ندهد، عملیات مربوط به کنترل گازهای خروجی موجب افزایش هزینههای این روش می گردد، ولی با این حال نیز در بسیاری از موارد اقتصادی تر از دیگر روشهاست.

کنترل گازهای خروجی با استفاده از بستر کربن فعال دانه ای، مرحله بعدی این تحقیق است و در آینده در مورد آن گفتگو خواهد شد.

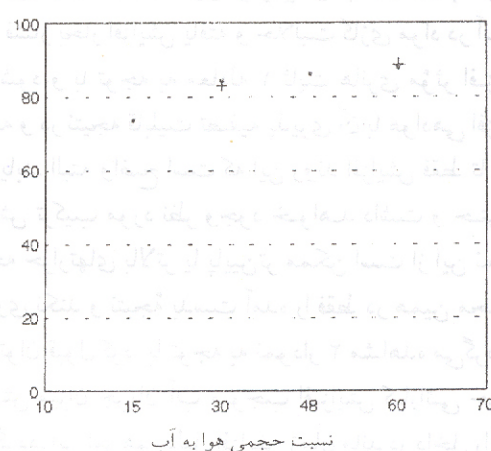
کارایی حذف



نمودار ۵- کارایی حذف تولوئن، تابعی از نسبت حجمی هوا به آب
(درجه حرارت = ۱۸°C، غلظت ۱۴-۱۲ mg/L)

هزینه است. یعنی هوای خروجی بدون رسیدن به غلظت تعادل از برج خارج می شود. با توجه به این نکته می توان نسبت بهینه هوا به آب را از لحاظ کارایی حذف، ملاحظات اقتصادی، فنی، انرژی انتخاب نمود و این نسبت را با تغییر در ارتفاع برج می توان کم و زیاد کرد. با مشاهده فهرست آلاینده های آلی با اهمیت^(۱) ملاحظه می گردد که در حدود ۳۰ درصد از این ترکیبات دارای ثابت هانری مؤثر نزدیک به تولوئن و یا بزرگتر از آن می باشند و با توجه به این نکته می توان انتظار داشت که این ترکیبات به راحتی با فرایند زدایش با هوا قابل حذف باشند.

کارایی حذف



نمودار ۴- کارایی حذف تولوئن از آب تابعی از نسبت حجمی هوا به آب
(درجه حرارت = ۱۸°C، غلظت ۶ mg/L)

منابع:

1. Bloemen. HJ, Bur J. Volatile Organic compounds in the Enviroment. London: chapman and Hall, 1993.
2. Berger BB. Control of organic substances in water and waste water. New York: Norton, 1987.
3. William MA Regional Ground water Quality. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993.
4. Clarc RM. Strategies and Technologies for Meeting the SDWA. United state of America: Technomic Pub, 1993.
5. AWWA. Water Quality and Treatment. 4th ed. New York American water work Association, 1990.
6. WHO. Guidelines for Drinking Water Quality. Vol 13. Geneva: WHO, 1996.
7. Gavaskay AR, etal. Cross flow Air Stripping and Catalytic Oxidation of Chlorinated Hydrocarbons from Ground Water. Jou of Envir Pro 1995. 1: 33-40.

1- Priority organic pollutant

8. Smith JE, Renner RC. Upgrading Existing or Designing New Drinking Water Treatment Facilities. New York: Norton, 1991.
9. AWWA. Controlling Organics in Drinking Water. New York: American water work Association 1979.
10. Hsi C, Alister W, et al. Stripping of TCE from Water at Low Air Water Ratio. Jou of Envir Pro 1995;2:111- 115.
11. Warren V, Hummer MJ. Water Supply and Pollution Control. Berlin: (VOC) compounds Hurpocllins, 1993.
12. Canter LW, Knox RC. Ground Water Pollution control. Chelsea: Lewis, 1990.
13. Fresenius W, Quentin KE, Schneider W. Water Analysis. berlin: Deutsche Gesettschaft, 1988.
14. Clark R. Evaluation of Bat for Vocs in Drinking water. Jou of Envir Eng 1991: 117: 247- 263.
15. Boyden BH. Using In Clind Aeration to Strip Chlorinated Vocs from Drinking water. Jou of AWWA 1992: 84: 62- 69.

from ground water resources is considered as a very important act. Many reports have shown the contamination of water resources by these chemicals.

Two common method to reduce the concentration of VOCs are air stripping and GAC adsorption. Of course it is necessary to perform pilot study before using the air stripping as the method of choice for the removal of concentrated contamination.

This paper described air stripping of VOC and provided an overview of the feasibility of a packed column aeration designed in removing toluene from water. The packed column had 100m height and 14cm diameter.

Efficiency of this packed air stripping column has been studied under different conditions and temperature and air to water ratios.

The results of this study indicate that removal efficiencies for toluene will increase over 90 percent if air/water ratio reaches 60 or more but increasing air/water ratio over 70 have not significant effect on removal efficiency in this condition (height of packing = 100cm).

Comparison of toluene Henry law's constant with many of hydrocarbons (phenol, chlorinated organic compounds, TCE, pesticides, etc.) showed that these compounds are treatable by the method (PTA).

Keywords: Fluid Theory, Water Pollution, Water Pollution

Air Stripping of Volatile Organic Compounds from Contaminated Water By Packed Tower Aeration

M. Farrokhi, Engineer

F. Vaczi, Ph.D

ABSTRACT

Nowadays, removal of volatile organic compounds (VOCs) from drinking water specially from ground water resources, is considered as a very important act. Many reports have shown the contamination of water resources by these chemicals.

Two common method to reduce the concentration of VOCs are air stripping and GAC absorption. Of course, it is necessary to perform pilot study before using the air stripping as the method of choice for the removal of encountered contamination.

This paper described air stripping of VOCs and provided an overview of the feasibility of a packed column aeration designed in removing toluen from water. The packed column had 100cm height and 19 cm diameter.

Efficiency of this reactor in stripping of toluen has been studied under different conditions of temperature and air to water ratios.

The results of this study indicate that removal efficiencies for toluen will increase over 90 percent if air/water ratio reaches 60 or more. but increasing air/water ratio over 70 have not significant effect on removal efficiency in this condition (height+ of packing = 100cm). Camparison of toluen Henry law's constant with many of trihalometans (chloroform), chlorinated organic compounds (TCE), pesticides (Toxaphen), indicate that these compounds are treatable by this method (PTA).

Keywords: Fluid Therapy/ Water Pollutants/ Water Pollution.