

حذف آمونیاک از هوا با استفاده از زئولیت‌های طبیعی (کلینوپتیلولیت) ایران

حسن اصیلان*⁺ سید باقر مرتضوی، سقراط فقیه‌زاد، محمدسالم

تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و محیط، صندوق پستی ۴۸۳۸-۱۴۱۵۵

حسین کاظمیان

تهران، سازمان انرژی اتمی ایران، آزمایشگاه تحقیقاتی جابربن حیان

سید جمال الدین شاه طاهری

تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت

چکیده: امروزه کاهش آلودگی‌های محیط به وسیله جاذب‌های طبیعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین منظور در این تحقیق ویژگی (کلینوپتیلولیت) نقاط مختلف ایران از نقطه نظر جذب آمونیاک مورد مطالعه قرار گرفتند. بر این اساس نمونه‌های زئولیت از نقاط مختلف جغرافیایی (سمنان، میانه، فیروزکوه) جمع‌آوری و پس از آسیاب کردن و مش‌بندی در اندازه‌های ۴۲۵ میکرومتر تا ۴ میلیمتر، به روش دینامیک در آزمایشات مورد استفاده قرار گرفتند و نقاط شکست و اشباع نمونه‌ها و نیز ظرفیت جذب آنها در غلظت‌ها، دماها و دبی‌های مختلف محاسبه شد. در مجموع زئولیت‌های طبیعی نوع کلینوپتیلولیت ایران، جاذب‌های مناسبی برای حذف آمونیاک تشخیص داده شد. در شرایط یکسان، زمان شکست به‌دست آمده برای کلینوپتیلولیت طبیعی میانه (۱۳۵ دقیقه) از دو نوع دیگر طولانی‌تر بود در حالیکه ظرفیت جذب کلینوپتیلولیت سمنان از انواع دیگر بالاتر بود (۶۳۰ میلی‌گرم بر گرم).

واژه‌های کلیدی: حذف آمونیاک، جذب سطحی، زئولیت طبیعی ایران، کلینوپتیلولیت

KEY WORDS: Ammonia removal, Adsorbent, Iranian natural zeolites, Clinoptilolite

مقدمه

کشاورزی، مواد زاید و فعالیت‌های صنعتی در جهان آزاد می‌گردد $10^6 \times 244 - 113$ تن برآورد شده است که سهم آمریکا در این میان $10^6 \times 328$ تن می‌باشد [۲]. در کشور ایران نیز سالانه مقادیر قابل توجهی آمونیاک به وسیله صنایعی چون تولید کودهای شیمیایی، پالایشگاه‌های نفت و پتروشیمی به واسطه ضعف در سیستم‌های کنترل به محیط

آمونیاک (NH_3) در فشار اتمسفر گازی است بی‌رنگ، با بوی تند و نافذ که در غلظت‌های ۵۰ ppm به بالا قابل توجه می‌باشد [۱]. این ماده استفاده‌های وسیعی در صنایع شیمیایی دارد به گونه‌ای که تولید آن در آمریکا از $10^6 \times 5/8$ تن در سال ۱۹۶۴ به $10^6 \times 11/5$ تن در سال ۱۹۷۴ افزایش داشته و تا سال ۱۹۹۰ به $10^6 \times 25$ تن رسیده است [۲]. میزان آمونیاکی که سالانه به واسطه عملیاتی چون

کاربرد ژئولیت‌های طبیعی به عنوان جاذب در بسیاری از صنایع با سرعت قابل توجهی رو به افزایش است و مدارک زیادی از کاربرد عملی و صنعتی این ماده به‌خصوص در کشورهای قبلی که سابقه طولانی در استخراج آن را دارند موجود می‌باشد [۸]. سه خاصیت مهم تبادل یون، جذب و کاتالیز کردن واکنش‌های مختلف معدنی و آلی که ناشی از ویژگی‌های ساختاری ژئولیت‌هاست، در شاخه‌های مختلف صنعت به‌ویژه در فرایندهای زیست محیطی کاربرد فراوان یافته‌اند.

مطالعه ژئولیت‌ها به عنوان مواد جاذب اولین بار در سال ۱۹۳۸ شروع شد. در آن زمان بارر یک‌سری اطلاعات علمی درباره خصوصیات ژئولیت‌ها منتشر کرد و پس از آن و در طول ۶۰ سال گذشته ژئولیت‌ها اعم از طبیعی و مصنوعی به یکی از مهم‌ترین مواد در تکنولوژی مدرن تبدیل شده‌اند [۹]. هم‌اکنون تولید و کاربرد ژئولیت‌ها برای فرایندهای صنعتی آن را به یک شاخه علمی مهم تبدیل نموده است [۱۰].

در این مقاله نتایج حاصل از پژوهش انجام شده بر روی رفتار جذبی از ژئولیت‌های مناطق مختلفی از ایران نسبت به گاز آمونیاک که به روش دینامیک (ستونی) انجام گرفته است ارائه و بحث می‌شود. هدف از انجام این کار تحقیقاتی بررسی امکان کاربرد عملی این ماده معدنی به منظور کنترل آلاینده آمونیاک در واحدهای صنعتی می‌باشد.

بخش تجربی
مواد و روشها

نمونه‌های کلینوپتیلولیت طبیعی ایران از سه منطقه جغرافیایی سمنان، میانه و فیروزکوه که دارای معادن ژئولیت به ثبت رسیده می‌باشند، تهیه شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده به وسیله آسیاب‌های فکی، آسیاب شده و با الک‌های

منتشر می‌شود [۳]. انتشار این گاز به عنوان آلاینده خروجی از دودکش‌ها می‌تواند مسایل انسانی و اکولوژیکی چون تحریک گلو، ایجاد سرفه، علائم شدید تنفسی، ادم ریوی و پنومونی، نیتریفیکاسیون بیولوژیکی و در نهایت مرگ و میر آبزیان را به دنبال داشته باشد [۴]، بنابراین لزوم کنترل این آلاینده ضروری می‌باشد.

تا کنون روش‌های مختلفی برای کنترل آمونیاک مورد استفاده قرار گرفته است که از میان آنها می‌توان به روش شستشو با آب (اسکرابر)، کندانس کردن و روش‌های بیولوژیکی اشاره کرد که البته هرکدام از این روش‌ها مشکلات خاص خود را دارند [۱]. توسعه روش‌های جایگزین و از آن جمله به کارگیری یک جاذب طبیعی (در این تحقیق ژئولیت‌های طبیعی ایران) که با بازده قابل قبولی بتواند آمونیاک را از هوا جدا نماید و به راحتی و فراوانی نیز در دسترس باشد، گامی مثبت در این مسیر است.

ژئولیت که از خانواده آلومینو سیلیکات‌های هیدراته فلزات قلیایی و قلیایی خاکی است دارای ساختاری کریستالین بوده و فرمول شیمیایی عمومی ارائه شده برای آن شامل $M_{a/n}(AlO_2)_x(SiO_2)_y \cdot nH_2O$ می‌باشد و به دو صورت طبیعی و مصنوعی وجود دارد. از نقطه نظر زمین‌شناسی این ماده معدنی در محیط‌های فعال آتشفشانی و تحت شرایط هیدروترمال و نیز در بستر دریاچه‌های نمکی و در لایه‌های رسوبی یافت می‌شوند. ساختار بلورین ژئولیت‌ها آنها را واجد کانال‌ها و حفره‌هایی با منافذ کوچک و بزرگ نموده است [۵].

نتایج حاصل از تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که ژئولیت‌ها جاذب‌های خوبی برای مولکول‌هایی نظیر CO_2 , SO_2 , NO_2 , NO , H_2S , NH_3 , H_2O هیدروکربن‌های خطی و شاخه‌ای، هیدروکربن‌های آروماتیک، الکل‌ها، کتون‌ها و مولکول‌های مشابه دیگر می‌باشند [۶ و ۷]، لذا

(۱) American Standard and Testing Materials.

جذب به روش دینامیک (ستونی)

ک: تجزیه‌گر (آنالیزور) آمونیاک.

بعد از طراحی و نصب قسمت‌های مختلف سیستم، برای انجام آزمایش‌های جذب، ابتدا لازم بود که غلظت مورد نظر از گاز آمونیاک در سیستم ساخته شود. برای این منظور خروجی گاز آمونیاک توسط فلومتر که توانایی اندازه‌گیری دبی سانتی‌متر مکعب در دقیقه را داشت، تنظیم می‌شد، دبی هوای خروجی از پمپ نیز توسط فلومتر تنظیم شده و سپس دو جریان آمونیاک و هوا به بطری‌های متصل به سیستم هدایت می‌شد تا مخلوط کاملاً یکنواختی از هوا و آلاینده ایجاد شود. غلظت ایجاد شده قبل از عبور از روی ستون‌های جذب، به وسیله دستگاه تجزیه‌گر قابل حمل (آنالیزور پرتابل) آمونیاک (دستگاه مورد استفاده آنالیزور آمونیاک مدل مولتی وارن II ساخت شرکت دراگر آلمان مجهز به سنسور الکتروشیمیایی آمونیاک) اندازه‌گیری و ثبت می‌شد. بعد از تثبیت غلظت مورد نظر، شیر ورودی به ستون‌هایی که هرکدام حاوی ۱۰ تا ۵۰ گرم زئولیت بود، باز می‌شد و بلافاصله دبی عبوری از ستون‌ها توسط فلومتر اندازه‌گیری و در محدوده مورد نظر تنظیم می‌شد.

زمان شروع، دما، فشار، دبی عبوری از ستون‌ها و عدد گازمترها در شروع و خاتمه آزمایش در برگه ثبت نتایج آزمایش ثبت می‌شد. غلظت آمونیاک در خروجی هر ستون قبل از نقطه شکست هر ۵ دقیقه یکبار و بعد از نقطه شکست تا رسیدن به نقطه اشباع هر ۱۵ دقیقه یکبار اندازه‌گیری و ثبت می‌شد همچنین دمای مورد نظر در ستون به وسیله سیستم چرخش آب در اطراف آن تامین می‌شد.

نتایج و بحث

(۲ تا ۴ میلی‌متر، ۱ تا ۲ میلی‌متر و ۴۲۵ میکرومتر تا ۱ میلی‌متر)

برای انجام آزمایش روی زئولیت‌های آماده شده، از سیستم دینامیک (ستونی) استفاده شد. شمای ساده‌ای از سیستم طراحی شده در شکل ۱ آمده است که قسمت‌های مختلف آن به شرح ذیل می‌باشد:

الف: منبع تأمین گاز به عنوان آلاینده شامل کپسول ۴۵ کیلوگرمی آمونیاک با درجه خلوص ۹۹/۹ درصد.

ب: منبع تأمین هوا شامل پمپ دمنده با دبی حداقل ۴۰ لیتر در دقیقه.

ج: مخلوط کننده هوا و آلاینده شامل دو عدد بطری ۱۵ لیتری به صورت سری.

د: توزیع کننده مخلوط هوا و آلاینده بین ستون‌ها.

ه: ستون‌های جذب (بستر زئولیت).

و: فلومترها (تنظیم کننده دبی آمونیاک و هوا).

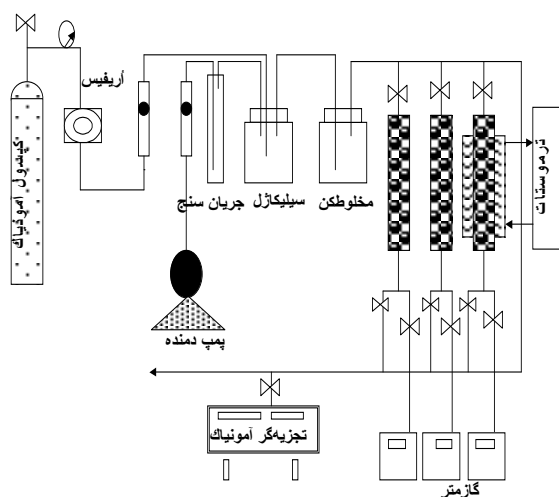
ز: شیر آلات و اتصالات مربوط.

ح: سیستم تنظیم کننده دما در ستون‌ها.

ط: گاز متر خشک برای هر ستون جهت اندازه‌گیری دقیق حجم هوای عبوری از ستون‌ها.

ی: سیستم جذب کننده رطوبت.

سیستم جذب دینامیک



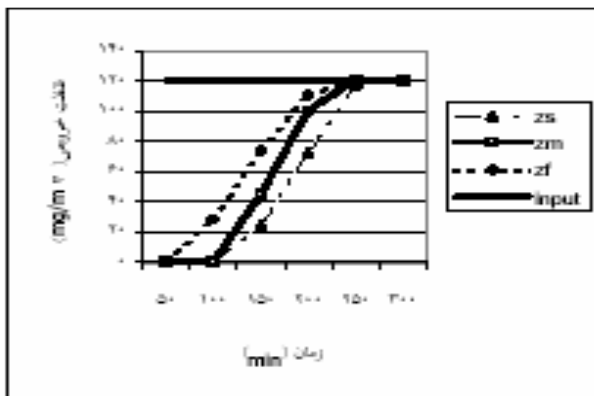
no	no	۰/۲۱	P ₂ O ₅
۱۲/۹۴	۱۳/۱۹	۱۳/۴۷	LOI*
۹۹/۴۳	۱۰۰/۴	۹۹/۵۵	Total

Z_s: زئولیت سمنان Z_f: زئولیت فیروزکوه Z_m:

زئولیت میانه

*Loss on ignition

No= not observed



جدول ۲- ظرفیت جذب و نقاط شکست (breakthrough) نمونه های کلینو پتیلولیت طبیعی مناطق مختلف ایران نسبت به گاز آمونیاک (متوسط دما ۲۲ درجه سانتی گراد، مقدار زئولیت در ستون ۱۰ گرم، اندازه ذرات ۱ تا ۲ میلی گرم)

نوع زئولیت	Z _s	Z _m	Z _f
مشخصه های آزمایش			
متوسط غلظت ورودی به ستون (ppm)	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰
متوسط دبی (لیتر بر دقیقه)	۲/۱	۲/۱	۳/۲
زمان رسیدن به نقطه شکست (دقیقه)	۱۳۰	۱۳۵	۹۰
زمان رسیدن به نقطه اشباع (دقیقه)	۲۵۲	۲۲۵	۲۴۲
ظرفیت جذب تا نقطه شکست (میلی گرم بر گرم)	۳/۲۵	۳/۳۷	۲/۲۵
ظرفیت جذب تا نقطه اشباع (میلی گرم بر گرم)	۶/۳۰	۵/۶۲	۶

به منظور تعیین ترکیب شیمیایی، نمونه ها مورد آزمایشات تجزیه عنصری به روش فلورسانس اشعه ایکس (XRF) قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی نمونه ها به روش XRF در جدول ۱ آورده شده است. این نتایج با نتایج ارایه شده در سایر مراجع مطابقت خوبی نشان می دهد [۱۱].

نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده به روش ستونی شامل ظرفیت تا نقطه شکست و ظرفیت تا نقطه اشباع و نیز زمان رسیدن به نقطه شکست و اشباع برای زئولیت های مختلف نیز در جدول ۲ و شکل ۲ آورده شده است. شکل ۳ نشان دهنده منحنی های شکست بوده و زمان رسیدن به نقطه شکست و نقطه اشباع را در مورد زئولیت های تحت آزمایش نشان می دهد.

چنانکه نتایج تحقیق نشان می دهد (جدول ۲ و شکل های ۲ و ۳) زئولیت های کلینوپتیلولیت طبیعی ایران از سه منطقه مورد مطالعه در تحقیق، می توانند جاذب های مناسبی برای گاز آمونیاک (NH₃) باشند. یکی از دلایل انتخابگری بالای ساختار زئولیت نسبت به گاز آمونیاک را می توان به شباهت های ساختاری مولکول آمونیاک با مولکول آب که به صورت طبیعی در ساختار زئولیت وجود دارد،

جدول ۱- تجزیه شیمیایی (درصد وزنی) نمونه های زئولیت مورد مطالعه

[روش XRF]

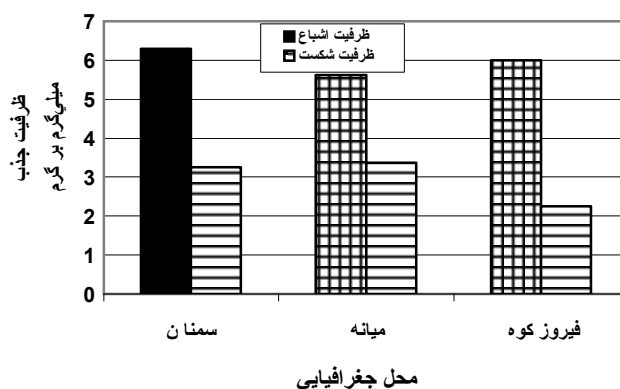
Zm	Zf	Zs	نمونه
۶۷/۳۵	۶۷/۲۴	۶۴/۴	SiO ₂
۱۱/۷۳	۱۱/۷۱	۱۲/۸۰	Al ₂ O ₃
۰/۸۸	۰/۵۸	۱/۳۱	Fe ₂ O ₃
۰/۳۴	۰/۴۲	۰/۳۱	TiO ₂
۲/۳۴	۳/۰۴	۲/۳۷	CaO
۱/۲۱	۱/۱۶	۱/۱۵	MgO
۰/۸۸	۱/۱۹	۱/۱۳	Na ₂ O
۱/۷۲	۱/۴۸	۲/۶۴	K ₂ O

تر است، اما بعد از نقطه شکست، سریع تر از ژئولیت های سمنان و فیروزکوه به نقطه اشباع می رسد (شکل ۳).

وجود ناخالصی های فاز رسی^(۱) در نمونه ژئولیت میانه را می توان یکی از دلایل طولانی تر شدن زمان ظهور نقطه شکست دانست، چرا که خاک های رس خود می توانند عاملی برای جذب گونه های گازی باشند. به نظر می رسد که سینتیک واکنش جذب آمونیاک بر روی فاز رسی موجود در نمونه میانه (smectite) در مقایسه با واکنش جذب آمونیاک بر روی فاز کلینوپتیلولیت سریع تر باشد [۱۳].

زمان رسیدن به نقطه اشباع (۲۵۲ دقیقه) (شکل ۳) و در نهایت ظرفیت جذب کلینوپتیلولیت سمنان تا نقطه اشباع (۶۳۰ میلی گرم بر گرم) (جدول ۲ و شکل ۲) از انواع دیگر بالاتر است که یکی از دلایل عمده آن بالاتر بودن میزان آلومینیوم و آب موجود در ساختار نمونه می باشد (جدول ۱).

نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج کار تحقیقاتی که تحت عنوان حذف آمونیاک از گازها توسط ژئولیت های طبیعی کشورچک در سال ۲۰۰۰ انجام شده است تا حدودی مطابقت دارد [۱۴]. در این تحقیق همچنین اثرات دما، اندازه ذرات ژئولیت و



شکل ۲- ظرفیت های جذب نمونه های کلینوپتیلولیت طبیعی مناطق مختلف ایران نسبت به آمونیاک (متوسط دما ۲۲ درجه سانتی گراد)

نسبت داد. به علاوه عوامل دیگری چون ممان دوقطبی بزرگ مولکول آمونیاک [۱۲] باعث افزایش این انتخابگری می گردد. بالاتر بودن درصد آلومینیوم موجود در ساختار نمونه ها (جدول ۱) می تواند یکی از عوامل افزایش میزان جذب به دلیل افزایش میزان کاتیون های قابل تعویض و در نتیجه افزایش میزان مولکول های آب موجود در ساختار ژئولیت شود

نمونه های کلینوپتیلولیت طبیعی مناطق مختلف ایران نسبت به آمونیاک (متوسط دما ۲۲ درجه سانتی گراد، مقدار ژئولیت

شکل ۳- منحنی نقطه شکست نمونه های کلینوپتیلولیت طبیعی مناطق مختلف ایران نسبت به آمونیاک (متوسط دما ۲۲ درجه سانتی گراد، مقدار ژئولیت در هر ستون ۱۰ گرم و اندازه ذرات ۱ تا ۲ میلی متر)

هرستون ۱۰ گرم، اندازه ذرات ۲-۱ میلی متر) در جدول و شکل ۲ ملاحظه می شود. ظرفیت جذب کلینوپتیلولیت منطقه میانه تا نقطه شکست بر حسب میلی گرم آلاینده بر گرم ژئولیت (۳/۳۷ میلی گرم بر گرم) در شرایط یکسان از دو نوع دیگر بالاتر و زمان شکست آن (۱۳۵ دقیقه) طولانی

(۱) Clay Phas

به نقطه شکست افزایش می یابد (دبی عبوری با میزان ژئولیت در ستون نسبت مستقیم دارد).
با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق به نظر می رسد که استفاده از ژئولیت های طبیعی می تواند جایگزین مناسبی برای سایر روش های حذف آمونیاک از جریان های خروجی صنایع تولید کننده این آلاینده باشد. البته در این زمینه برای بهینه کردن شرایط کار، انجام تحقیقات تکمیلی ضروری به نظر می رسد که این بررسی و همچنین تلاش به منظور بهبود کارایی مبادله کننده های مورد استفاده همچنان ادامه دارد.

نتیجه گیری کلی

- ۱- ژئولیت های نوع کلینوپتیلولیت طبیعی ایران، جاذب های مناسبی برای جذب گاز آمونیاک می باشند
- ۲- از بین ژئولیت های کلینوپتیلولیت طبیعی سه منطقه جغرافیایی ایران در شرایط یکسان، ژئولیت های طبیعی میانه نقطه شکست طولانی تر (۱۳۵ دقیقه) و ژئولیت طبیعی سمنان ظرفیت جذب بالاتری (۶/۳۰ میلی گرم بر گرم) را از خود نشان داد.

تشکر و قدردانی

از همکاری آزمایشگاه جابرین حیان سازمان انرژی اتمی ایران، گروه بهداشت حرفه ای دانشکده علوم پزشکی تهران و بقیه ... (عج) در انجام این تحقیق صمیمانه سپاس گذاری می شود.

تاریخ دریافت: ۸۱/۵/۵، تاریخ پذیرش: ۸۱/۱۰/۳۰

عبوری از ستون بر میزان جذب مورد بررسی قرار گرفت. از داده های حاصله از تحقیق می توان دریافت که با افزایش دمای ستون از دمای محیط به ۳۵ و ۶۰ درجه سانتی گراد زمان رسیدن به نقطه شکست طولانی تر شده و بر ظرفیت جذب نیز افزوده شده است.
دلیل عمده آن را می توان حذف مولکول های آب از ساختار ژئولیت ها در نتیجه افزایش دما بیان کرد که با خروج مولکول های آب فضای بیشتری برای جایگزینی مولکول های آمونیاک در اختیار خواهد بود. بر اساس اطلاعات به دست آمده از منحنی های تجزیه حرارتی ($TG^{(۱)}$ و $DTA^{(۲)}$)، پیک اب نمونه های ژئولیتی مورد آزمایش در دماهای ۶۰ تا ۹۰ درجه سانتی گراد خارج می شود [۱۱].

در این مطالعه همچنین مشخص شد که با کاهش اندازه ذرات جاذب ۱ تا ۲ میلی متر به ۴۵ میکرومتر تا ۱ میلی متر به میزان قابل ملاحظه ای (در شرایط یکسان و برابر) ظرفیت جذب و زمان شکست افزایش می یابد ولی از آنجایی که هوای حاوی آلاینده به عنوان سیال می باید از میان جاذب های ژئولیتی عبور نماید، هرچه اندازه گرانول ها کوچکتر شود، باعث افزایش میزان افت فشار در سیستم می شود (این نکته با کاهش دبی پمپ هنگام استفاده از اندازه ذرات کوچکتر همراه بود ولی مقدار عددی آن اندازه گیری نشد). این مساله در سیستم های دینامیک (ستونی) برای کاربردهای صنعتی اهمیت ویژه ای دارد که باید به آن توجه شود.

در این تحقیق همچنین مشخص شد که در شرایط یکسان با افزایش میزان دبی عبوری از ستون، زمان رسیدن به نقطه شکست کاهش می یابد و بالعکس با کاهش دبی، زمان رسیدن

مراجع

- [1] EPA (Environmental Protection Agency); Control technology and pollution prevntion options for ammonia emissions, EPA-456/R-95-002(1995).
- [2] WHO (World Health Organization), *International programme on chemical safety environmental health criteria*, **54** (1998).
- [۳]. تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی، ارزیابی کمی و کیفی آلاینده های اتمسفری

-
- (۱) Differential Thermal Analysis
(۲) Thermogravimetry

پتروشیمی تبریز و ارومیه، تهران (۱۳۷۹).

- [4] ATSDR(Agency for Toxic Substances and Disease Registry); Toxicological profile for ammonia,USA . Doc.125P (1998).
- [5] Clean air technology center. Zeolite a versatile air pollution adsorber. EPA 456/F-908-004 (1998).
- [6] Rolando Roque-Malherbe. Complementary approach to the volume filling theory of adsorption in zeolite, *J. Microporous and mesoporous materials* 227-240,41 (2000)
- [7] R. Roque-Malherbe. L. Lemes-Fernandez, L. Lopez-Co-Lado, C. Delas. Pozas. A. Montescaraballal, natural Zeolites, 93. Conference volume international committee on natural, zeolites Conference volume international committee on natural, zeolites, Brockport, Newyork, pp 299-308, (1995).
- [8] E Chmielewska –Hovathova, J. Konecny and Z. Bosan. Ammonia removal from selective Ion exchange on Slovak clinoptilolite, *J Actahydrochimhydrobil*, **20**, 269-272, (1992).
- [9] R. M.Barrer, Zeolites and clay minerals as sorbents and molecular sieves, *J Academic press*, London, pp.103-223.(1978).
- [10] Roskill, the economics Zeolites, Fourth, ISBN 0 86214431 0, (1995).
- [۱۱] کاظمیان، حسین؛ آمایش (پسمانداری) پسمان های رادیواکتیو مایع حاصل از محصولات شکافت اورانیوم طبیعی پرتو دیده عاری از I-۱۳۱ و MO-۹۹ به وسیله زئولیت های طبیعی ایران، پایان نامه دوره دکتری شیمی تجزیه، دانشکده علوم دانشگاه اصفهان، خرداد (۱۳۷۸).
- [12] R. Roque-malherbe and et al. Physico properties of natural zeolites used for adsorption of water *J. Intcom, Natural zeolites*, pp.299-308,(1995).
- [13] H.kazemian, zeolite science in IRAN(a brief review), zeolite '02, 6th Int. Occurrence, properties and Utilization of Natural Zeolites, Thessaloniki, June 3-7,(2002).
- [14] Milan, K. Karel, C. Lenka, M. Olga . P. and Hana, J ; Ammonia removal from gases by adsorption on clinoptilolite In; 13th International Zeolite Confrence (IZC),(2000).

Removal of ammonia from air using Iranian natural (clinoptilolite) zeolites.

Asilian Hassan* ، Mortazavi Sayed bagher ¹ ، Kazemian Hossein ² ، PFaghiehazadeh Soghrat ¹ ،
Shahtaheri Sayed jamaleddin ³ ،Salem Mohammad ¹

1 – Department of Occupational and Health Environmental Engineering ، Medical faculty,Tarbiat
modarres University (T.M.U) p. o. box 14155-4838,Tehran,I.R. IRAN

2-Jaberibn Hyan Research Lab,Atomic Energy Organization of Iran,Tehran ,14374, Iran

3-School of public Healih ,Tehran university of medical sciences

ABSTRACT: Nowadays enviromental pollution abatement by natural adsorbent are becoming more important, therefore, in this project the adsorption behavior of ammonia on some natural zeolites (clinoptilolite) is studied. In this regard, three clinoptilolite samples of various region in iran (Semnan, Meyaneh and Firouzkooh) were crushed, seived and particle size of 425 μ m to 4mm were used in the dynamic experiments. The breakthrough curves were plotted, and breakthrough, saturation capacity were calculated in various concentrations, tempratures and flow rates. In general, the obtained preliminary results showed that, Iranian natural clinoptilolites are suitable adsorbents for ammonia gas

. In similar conditions, bareakthrough time of Meyaneh sample (135 min) and adsorption capacity of Semnan sampel (6.35 mg/g) was higher than others.

KEY WORDS: Ammonia removal, Adsorbent, Iranian natural zeolites, Clinoptilolite

* To whom correspondence should be addressed