Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دوازدهم، شماره چهار، زمستان ۸۹

بررسی خاصیت هیدروکربن دوستی بنتونیت های اصلاح شده و معمولی براساس تغییر فضای بین لایه ای در برابر آب، بنزین، MTBE و ترکیبات BTEX

سعید گیتی پور[1*]
gitipour@gmail.com
مصطفی ابوالفضل زاده[2]
محمد علی حسین پور[3]

تاریخ دریافت:۸۷/۲/۲۰ تاریخ پذیرش:۸۷/۱۱/۱۷

چکیده

با پیشرفت فن آوری، مصرف مواد و ترکیبات پیچیده و خطرناک شیمیایی ساخته بشر و ورود این ترکیبات به محیط زیست، مسأله حفاظت از خاک و آب های زیر زمینی اهمیت بالایی پیدا کرده است. استفاده از روش های جذب و یا تثبیت و جامد سازی و یا لاینر های خاکی، برای جلوگیری از انتشار و یا نشت ترکیبات خطرناک بیشتر مورد توجه است. در این بین خاک های رسی به علت خصوصیات ویژه نظیر سطح به حجم بالا، خاصیت جذب و تورم زیاد و ... برای جذب آلاینده های آلی در جهت تثبیت و جامد سازی آلاینده ها و یا ساخت لاینر های خاکی همواره مورد توجه محققان ژئوتکنیک زیست محیطی بوده است. در این بین خاک های رسی بنتونیتی به علت پیوند های خاص بین سل ها از اهمیت خاصی بر خوردارند. اصلاح ساختار خاک های رسی بنتونیتی و تبدیل آن ها به خاک هایی که در حجم پایین قابلیت جذب هیدروکربن ها را چند برابر حجم اولیه خود دارند، امروزه مورد توجه بسیار است. درحقیقت این کارایی رس ها امکان استفاده از آن ها را برای جذب آلاینده های محلول در آب و یا در امر تثبیت آلاینده ها در خاک میسر می سازد. در این مقاله با استفاده از دستگاه برگشت اشعه ایکس میزان تغییرات فضای بین لایه ای رس های معمولی و اصلاح شده در برابر آب، بنزین، MTBE، و ترکیبات BTEXبه دقت مورد بررسی قرار گرفته است. به طور مثال افزایش فضای بین لایه رس های اصلاح شده در برابر بنزین ۴۴/۲ % بوده در حالی که رس های معمولی تغییرناچیزی در برابر این ماده از خود نشان می دهند. این امر نشان از خاصیت

۱- عضو هیأت علمی دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران*(مسئول مکاتبات).
۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران- محیط زیست دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

هیدروکربن دوستی رس های اصلاح شده در مقابل آب دوستی رس های معمولی دارد. نتایج آزمایش ها برای سایر ترکیبات این امر را تأیید می کند. لازم به ذکر است بیشترین تغییر در رس های اصلاح شده مربوط به MTBE با ۴۸ % تغییر (از ۲۸/۶ Å به ۴۲/۳۲ Å مشاهده شده است، در حالی که آب با ۴/۵٪ کم ترین تغییر را دارا بود.

واژه های کلیدی: بنتونیت معمولی ، بنتونیت اصلاح شده، آزمایش برگشت اشعه X، BTEX، MTBE.

مقدمه

امروزه استفاده از خاک های رسی اصلاح شده در فرآیندهای جذب، تثبیت و جامد سازی آلاینده های هیدروکربنی و نیز ساخت لاینرهای جدید بسیار مورد توجه است. بدون شک شناسایی ساختار رس های بنتونیتی معمولی و اصلاح شده، چگونگی قرار گیری لایه های تشکیل دهنده هر سلول خاک، نوع پیوندهای موجود بین لایه ها و بررسی دقیق فرآیند اصلاح با یک ترکیب شیمیایی مشخص می تواند اطلاعات راه گشایی را در مورد خصوصیات و نحوه عملکرد این رس ها در اختیار قرار دهد.

۱-ترکیب و خواص شیمیایی رس ها

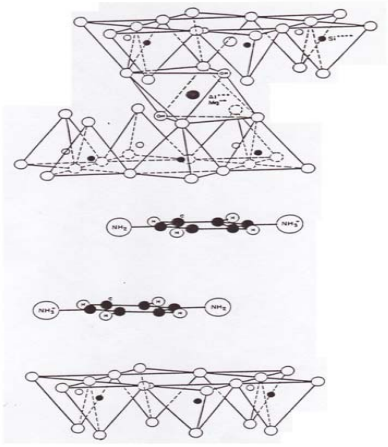
به یک سری از کانی ها با ترکیب شیمیایی و ساختمان بلوری مخصوص که در قشر زمین به صورت ذرات ریز وجود دارند، رس اطلاق می شود. از نظر شیمیایی این کانی ها سیلیکات آبدار آلومینیوم می باشند و بعضی از آن ها علاوه بر آلومینیوم محتوی فلزاتی مثل منیزیم و آهن و بعضی فاقد آلومینیوم هستند. ترکیب آن ها از نظر نسبت سیلیس بر آلومینیوم متغیر است و مقدار آب، منیزیم، آهن، کلسیم و دیگر فلزات قلیایی نیز در فرمول آن ها یکسان نیست. این کانی ها با ترکیب شیمیایی مشابه ممکن است خواص فیزیکی مشابهی نداشته باشند. بدین جهت باید بیشتر به ساختار آن ها توجه شود تا فرمول شیمیایی آن ها. در مونتموریلونیت یک صفحه هشت وجهی بین دو صفحه چهار وجهی قرار می گیرد و بدین جهت نسبت سیلیس بر آلومینیوم دو برابر این نسبت در کائولینیت است(۱).

۲- معرفی رس های بنتونیتی اصلاح شده

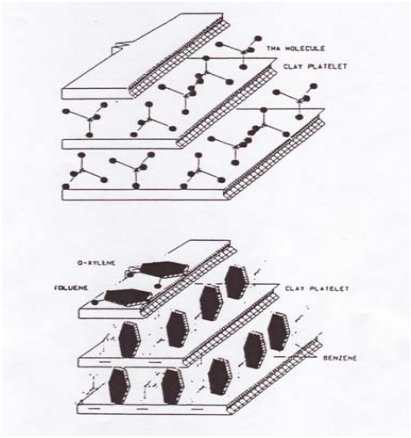
همواره در واکنش و نحوه رفتار کانی های رسی و ترکیبات آلی بحث های گوناگونی وجود داشته است. این ترکیبات دارای کاربرد های زیادی در صنعت و پزشکی می باشند . مطالعاتی که در سال ۱۹۸۹ انجام شده نشان می دهد که بنزن بیشتر در فاصله بین لایه ای قرار گرفته در حالی که جذب ترکیبات آروماتیک متیل در سطح خارجی لایه های رس بوده است(۲). شکل ۱ نشان دهنده نحوه قرار گیری ترکیبات آلی دربین لایه های ذرات مونتموریلونیت است(۳). فرآیند تبادل یونی منجر به تبدیل بنتونیت معمولی به بنتونیت اصلاح شده می شود. در این فرایند یک ماده کاتیونی مثل آمین های چهارگانه جایگزین یون های غیر آلی مانند سدیم، کلسیم و یا منیزیم برروی سطح خاک رس می شوند. این عمل سبب جدایی لایه های رس از یکدیگر و افزایش فضای خالی (تخلخل) می شود که این تغییرات، ماهیت رس را از آب دوستی به هیدروکربن دوستی تغییر می دهند و امکان جذب هیدروکربن ها به وسیله این خاک را فراهم می کنند(۲). شکل۲ تغییرات یونی جهت تولید این رس ها و نحوه جذب در فضای بین لایه ای و یا در سطح لایه هارا به صورت شماتیک نشان می دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نحوه قرار گیری ترکیبات آلی در بین لایه های ذرات مونتموریلونیت(۳)



شکل ۲- نمای شماتیک نحوه جذب ترکیبات مختلف در بین سطوح یا روی آن ها(۲).

۳- آلاینده های هیدرو کربنی مورد استفاده

پیشرفت فن آوری و مصرف مواد و ترکیبات جدید شیمیایی ساخته بشر به مرور زمان موجبات آلودگی خاک و در نتیجه آب های زیر زمینی را فراهم نموده است. در این میان ترکیبات هیدروکربنی که عمدتاً حاصل فرایندهای نفتی می باشند دارای جایگاه ویژه ای بوده، اثبات خاصیت سرطان زایی و خطرناک بودن آن ها بر اهمیت جلوگیری از نفوذ و نشت آن ها می افزاید. در ادامه برخی از ویژگی ها و تاثیرات بهداشتی ترکیبات مورد استفاده در این مقاله آورده شده است.

۳-۱- بنزین

بنزین یک ترکیب پیچیده است که شامل۵۰ هیدروکربن مختلف با غلظت حدود ۰/۰۱٪ یا بیشتر، به اضافه مقادیر ناچیزی از سایر مواد است. هیدروکربن های بنزین ۳ تا ۱۲ کربنه هستند. فرمول شاخص بنزین C_8H_{18} و متوسط جرم مولکولی آن حدود ۱۱۳ است. برای مخلوطی از VOCs مثل بنزین، وقتی که مایع تبخیر می شود فشار بخار و وزن مولکولی بخار تغییر می کند(۴).

۳-۲- بنزن

بنزن مایعی است بی رنگ، با بوی مطبوع و فرار، با فرمول C_6H_6 و چگالی $878/0 g/cm^3$که بخار آن از هوا سنگین تر و چگالی آن $7/2 g/cm^3$ می باشد(۵). غلظت های بالای$ppm1000$ بنزن می تواند موجب مرگ شود. مقادیر کم تر آن می تواند ایجاد خواب آلودگی، سرگیجه، افزایش ضربان قلب، سردرد و پریشانی حواس نماید. عمده اثر بنزن در طولانی مدت روی سیستم گردش خون است. بنزن اثر زیانباری روی مغز استخوان دارد و می تواند باعث کم شدن گلبول های قرمزخون شود. بدین ترتیب روی سیستم ایمنی بدن تأثیر منفی داشته و آمادگی بدن را برای گرفتن بیماری های عفونی افزایش می دهد. بنزن ماده ای سرطان زا است و مجاورت طولانی با مقادیر زیاد بنزن در هوا می تواند منجر به سرطان خون شود(۶).

۳-۳- تولوئن

تولوئن (متیل بنزن) مایعی است شفاف، بی رنگ و قابل اشتعال که خاصیت خورندگی نداشته و بویی شبیه به بنزن دارد(۷). تولوئن مایعی است سبک تر از آب و دانسیته آن $87/0 g/cm^3$ می باشد(۵). این ترکیب سیستم عصبی بدن را تحت تأثیر قرار می دهد. مقادیر کم تا متوسط آن سبب خواب آلودگی، پریشانی، ضعف، کاهش حافظه، کاهش شنوایی و کوررنگی می شود(۸).

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۴- اتیل بنزن

مایعی بدون رنگ، قابل اشتعال و دارای بویی شبیه بنزین است. به طور طبیعی در نفت خام و به طور مصنوعی در جوهر ها، حشره کش ها و رنگ ها وجود دارد . به عنوان حلال کاربرد داشته و در سوخت مصرفی نیز موجود است. آخرین بررسی ها در خصوص اثر اتیل بنزن در سلامت انسان نشان می دهد که وجود این ماده در هوا باعث سردرد، سوزش و التهاب چشم ها و گلو و قفسه سینه می شود. مجاورت با این ماده در دراز مدت روی خون اثر می گذارد. همچنین اتیل بنزن می تواند کبد و کلیه ها را تحت تأثیر قرار دهد(۸).

۳- ۵- زایلن

زایلن (دی متیل بنزن) مایعی بی رنگ، دارای بوی شیرین، قابل اشتعال و مخلوطی از سه ایزومر ارتو، متا و پارا دی متیل بنزن است. افزایش دو حلقه متیل در حلقه بنزنی باعث کاهش تبخیر آن شده ولی قدرت حلالیت آن برای چربی ها نسبت به بنزن و تولوئن بیشترمی باشد. در حال حاضر مهم ترین حلال مصرفی درصنایع رنگ سازی است. زایلن برای افزایش عدداکتان به بنزین اضافه می شود. مقادیر بالای آن درهوای تنفسی درکوتاه مدت (۱۴روز یا کم تر) یا طولانی مدت (بیش از یک سال) می تواند سبب سرگیجه، عدم هماهنگی ماهیچه ها، سردرد، آشفتگی و به هم خوردن تعادل شود.تماس کوتاه مدت با مقادیر بالای زایلن سبب التهاب پوست، چشم، بینی، گلو، اشکالات تنفسی و عدم واکنش سریع فرد، اختلال درحافظه، ناراحتی های معده و احتمالاً اختلال درکبد وکلیه ها می شود(۹).

۳ -۶- MTBE

متیل ترشیو بوتیل اتر (MTBE) به عنوان بالا برنده عدد اکتان سوخت اتومبیل ها و وسایط نقلیه از سال ها پیش در کشور امریکا به عنوان جایگزین ترکیبات سرب مورد استفاده قرار گرفته است. MTBE از سوی سازمان حفاظت محیط زیست کشور امریکا (U.S.EPA) و نیز سازمان های حفاظت محیط زیست در دیگر کشورهای جهان به عنوان ترکیب خطرناک که برای سلامتی انسان ها مضر است، طبقه بندی شده است. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی MTBE (حلالیت زیاد در آب، درجه تبخیر بالا و ویسکوزیته پایین) موجب می شود که این ترکیب بسیار سریع تر از سایر آلاینده های هیدروکربنی دیگر، در محیط خاک انتشار یابد و محیط را آلوده نماید. لذا احتمال آلودگی آب های زیر زمینی به این ترکیب در محیط های نشت بسیار زیاد است. MTBE در دمای محیط، مایعی است بیرنگ و زلال، در آب به مقدار جزئی حل می شود. در حلال های آلی به خوبی حل می شود قابل اشتعال است، اما به طور خود به خود اکسید نمی شود (۱۰و ۱۱). از لحاظ شیمیایی خنثی است و اسیدها و بازهای ضعیف بر روی آن تاثیری ندارند.

سابقه تحقیق

Smith برای اولین بار مطالعاتی در مورد تأثیر موادی با اساس و بنیان آلی و نمک هایشان بر روی رس مونتموریلونیت (Montmorillonite) انجام داد و از نتایج آن به شواهدی مبنی بر وجود تبادل یونی بین ذرات این خاک و مواد آلی دست یافت(۱۲). بعد از Smith این امر مورد توجه بسیاری از محققان دیگر واقع شده و امکان استفاده و تولید رس های منفعل شده برای استفاده در پالایش آب و خاک های آلوده بررسی قرار گرفت .

در این تحقیقات با استفاده از نمک های چهارگانه آمونیوم (HDTMA هگزا دی سایل ترای متیل آمونیوم) و تغییرات ساختاری که این مواد در کانی ها ایجاد کردند، توانستند بنتونیت را اصلاح نمایند که در نتیجه این رس در جذب بنزن و تری کلرو اتان در فاز گازی و نیز در حالت محلول کاملاً موفق بوده است. همچنین در سال ۱۹۸۹ Evan و Pancoski مطالعاتی بر روی تعدادی از نمونه های خاک رس متفاوت (معمولی و اصلاح شده) با ۷ ترکیب شیمیایی آلی انجام دادند. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه برای یک نمونه خاک رس خاص میزان ضخامت لایه ای

www.SID.ir

Archive of SID

متفاوتی گزارش شده است که حاکی از تفاوت میزان توانایی آن خاک برای جذب ترکیبات مختلف می باشد. بیشترین تغییر حجم برای رس معمولی در برابر آب گزارش شده است که این امر به دلیل ویژگی های آب دوستی بنتونیت می باشد. در حالی که نتایج برای دو نمونه دیگر ویژگی آب گریزی و جذب ترکیبات آلی را به عنوان پدیده غالب نشان می دهد(۱۳). در سال های اخیر استفاده از جاذب رس اصلاح شده بسیارمورد توجه بوده و امکان استفاده از آن برای تصفیه آب و حذف ترکیباتی چون فنل(۱۴)، اسید بنزونیک(۱۵)، فلوراید(۱۶)، بررسی گردیده است که همگی نشان از کارایی این خاک در امر تصفیه و جذب این ترکیبات دارد .

دست آوردهای تحقیق

با توجه به خواص خطرناک موارد هیدروکربنی مورد نظر این مقاله و خصوصیات رس های معمولی و اصلاح شده مانند سطح به حجم بالا و امکان تبادل یونی بین ذرات، این مقاله با تفسیر و تحلیل نتایج آزمایش Xrd میزان تمایل این دو نوع خاک رس را برای جذب ترکیبات بررسی نموده و از این طریق امکان استفاده این خاک ها را برای فرایند های جذب، تثبیت و جامد سازی و لاینر های خاکی نشان می دهد.

مواد و روش ها

آزمایش های مورد نظر در این پژوهش در آزمایشگاه دانشکده معدن دانشگاه تهران انجام یافته است. روش انجام این آزمایش ها با توجه به ویژگی های خاص مواد مورد آزمایش در ادامه آمده است.

۱-آزمایش برگشت اشعه ایکس

جهت تعیین فاصله بین لایه های ذرات رسی بنتونیتی معمولی و اصلاح شده در اثرتماس با آب و MTBEو ترکیبات BTEX و بنزین از آزمایش Xrd در آزمایشگاه به وسیله دستگاه X-ray بروکر AXS D8 با منبع $Cu\text{-}K_{\alpha}$ Å λ =۱/۵۴ انجام گرفت.

برای آماده سازی نمونه ها، خاک رس را با استفاده از هگزا متا فسفات سدیم به حالت انتشار درآورده، سپس با سانتریفیوژ ذرات رس کوچک تر از ۰/۲ میکرون را جدا کرده و بر روی یک لام و لامل قرارداده و مواد مورد آزمایش را که شامل آب، بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، اورتو- زایلن، بنزین و MTBEبود، به طور کامل با رس معمولی و اصلاح شده اختلاط می دهیم و اگر این اختلاط به طور کامل صورت نگیرد، در نتایج آزمایش خطا ایجاد می شود. سپس نمونه رس را در دستگاه اشعه ایکس و در درون یک استوانه که در پیرامون آن فیلم عکاسی حساسی تعبیه شده است، گذارده و اشعه ایکس را در حالی که لام محتوی نمونه، گردش دورانی آرامی دارد، به آن تابانده می شود. در این پژوهش با ساخت ۱۶ نمونه از ترکیب بنتونیت معمولی و یا اصلاح شده با هیدروکربن های مورد نظر ساخته شده و در دستگاه قرار گرفتند. بدیهی است کلیه سطوح اتمی شبکه تبلور در مواردی که اشعه تابش و بازتاب هم فازند، از خود عکس العمل نشان داده و بازتاب هایی ایجاد می کنند که هر بازتاب به نوبه خود با زاویه معینی همراه است. شدت اشعه بازتاب بستگی به فراوانی یون ها در سطوح مختلف شبکه تبلور دارد .

یافته ها و بحث

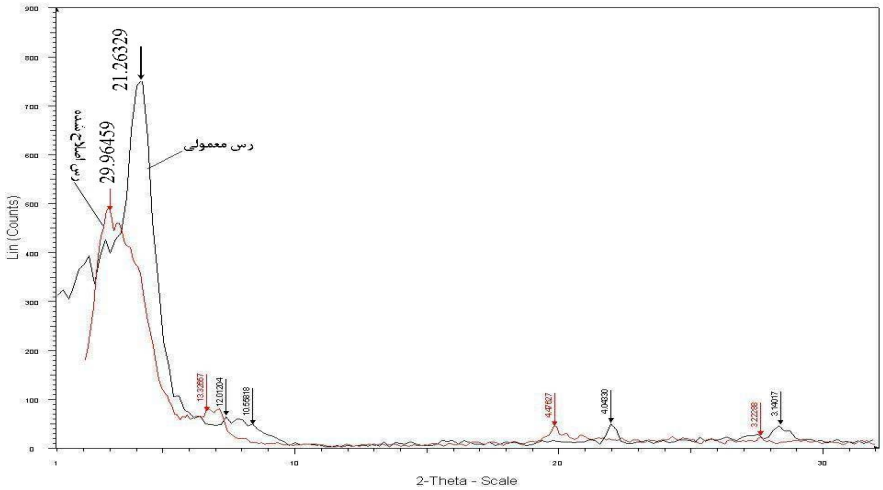
نتایج آزمایش بازگشت اشعه ایکس بر روی رس های معمولی و اصلاح شده خالص نشان از این امر دارد که فاصله بین لایه ای رس های معمولی در فرایند اصلاح با عامل نمک های چهارگانه آمونیوم (هگزا دی سایل ترای متیل آمونیوم) افزایش ۱۳۶/۴٪ یافته و از فاصله بین لایه ای ۱۲/۱ Å به ۲۸/۶ Å رسیده است. ورود این نمک ها به فاصله بین لایه ای و یا قرار گرفتن این نمک ها بروی سطح لایه های کانی های رسی دلیل این تغییر فاصله می باشد (جدول های ۱ و ۲).

نتایج آزمایش برگشت اشعه ایکس برای رس های معمولی و اصلاح شده در برابر آب در نمودار۱ آمده است. این عدد در مورد نمونه های مخلوط آب و رس معمولی ۲۱/۳ Å و در مورد نمونه های آب و رس اصلاح شده ۲۹/۹Å می باشد. با توجه به میزان اولیه این فاصله ها در مورد هر دو نوع رس معمولی و اصلاح شده، کاملاً مشهود است که رس های اصلاح شده بر خلاف رس های معمولی تمایلی به جذب آب ندارند .

www.SID.ir

Archive of SID

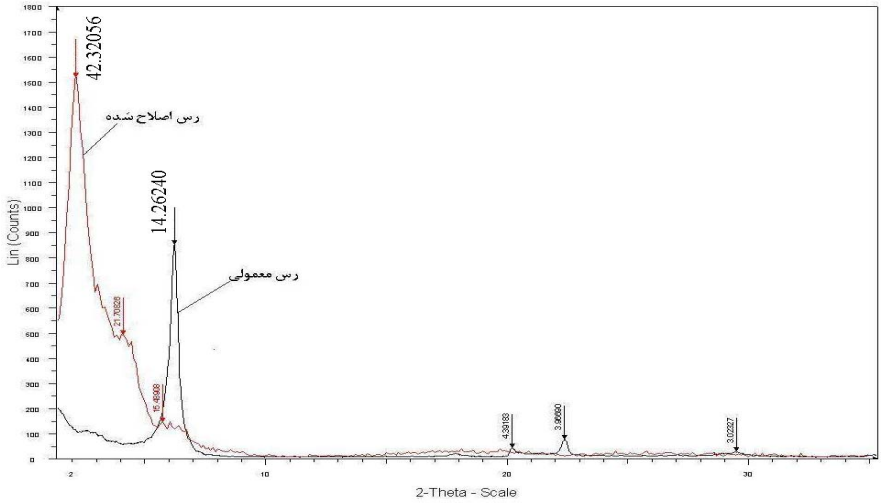
نتیجه آزمایش برگشت اشعه ایکس برای رس معمولی در برابر آب، از ورود مولکول های این ترکیب به فاصله بین لایه ای رس های معمولی و افزایش ۷۶/۳٪ در ضخامت ذرات رس حکایت دارد به طوری که فاصله بین لایه‌ای از۱۲/۱Å به۲۱/۳ Å رسیده است. تغییر کم فاصله بین لایه ای ذرات رس معمولی در برابر MTBE (از۱۲/۱ Å به ۱۴/۳Å) نشانگر تمایل پایین رس های معمولی برای جذب این ترکیب است که در نمودار ۲ قابل مشاهده است. درصد تغییر فاصله بین لایه ای ذرات رس معمولی با ۱۸/۲٪ MTBE و بنزین ۵/۱۶٪ بوده است .ذرات رس معمولی در برابر BTEX شاهد بیشترین تغییر در اتیل بنزین بوده که از۱۲/۱Å به۱۴/۸Å رسیده (۲۱/۷۶٪) وکم ترین درصد تغییر دراورثو- زایلن که از ۱۲/۱Å به۱۲/۲۳Å تغییر یافت (۱/۰۵٪). نتـایج آزمایش هـــای بازگشت اشعه X بر نمونه های ذرات رس اصلاح شده نشان می دهد که این ذرات در برابر آب واکنش چندانی نشان نمی دهند. خاصیت آب گـریـــزی رس های اصلاح شده باعث جذب مولکول های MTBEدر فضای بین لایه ای و افزایش این فاصله از مقدار اولیه ۲۸/۶ Å به ۴۲/۳۲Å گردیده است، این میزان افزایش فـــاصـــله (۴۸٪) می تواند معیارخوبی برای نشان دادن توانایی این رس ها در جذب MTBE باشد. عملکردرس های اصلاح شده در برابر ترکیبات BTEX نمایانگر تغییر ۳۴/۶۲٪ اتیل بنزن است که بیشترین درصد تغییر در BTEX به شمار می رود و کم ترین درصد تغییر در تولوئن که ۴۱/۲۳٪ بوده است. اختلافات قابل توجه در تغییرات فاصله بین لایه ای ذرات رس معمولی و اصلاح شده نشان از تفاوت نحوه عملکرد رس های معمولی و اصلاح شده در برابر آلاینده های آلی دارد که در نهایت موید هیدروکربن دوستی بالای رس های اصلاح شده در بـــرابـــر آب دوستی رس های معمولی است. نمودار های ۳و ۴ تغییر فضای بین لایه ای رس های معمولی و اصـــلاح شده را در برابر مواد آزمایش نشـــان می دهد .



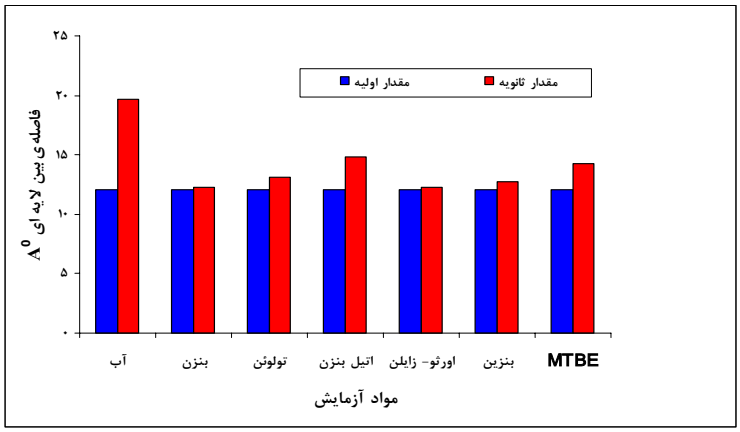
نمودار ۱- نتایج آزمایش برگشت اشعه ایکس بر روی بنتونیت معمولی مخلوط شده با آب و رس اصلاح شده با آب.

www.SID.ir

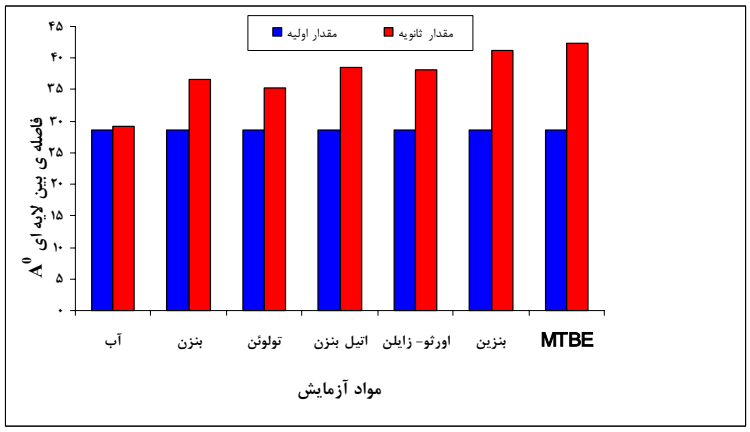
Archive of SID



نمودار ۲- نتایج آزمایش برگشت اشعه ایکس بر روی بنتونیت معمولی مخلوط شده با MTBE و رس اصلاح شده با MTBE .



نمودار ۳- تغییر فضای بین لایه ای رس های معمولی در برابر مواد آزمایش.

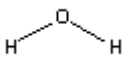
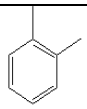


نمودار ۴- تغییر فضای بین لایه ای رس های اصلاح شده در برابر مواد آزمایش.

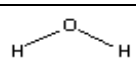
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج آنالیزبرگشت اشعه X برای بنتونیت معمولی در برابر ترکیبات BTEX ، بنزین ، آب و MTBE

ماده شیمیایی آلی	فرمول	شکل مولکولی	جرم مولکولی	تغییرات ضخامت ذرات بنتونیت معمولی(A^0)			
				اولیه	ثانویه	مقدار تغییر	درصد تغییر
آب	H_2O		۱۸/۰۱۵۲	۱۲/۱	۲۱/۳	۹/۲	۷۶/۰۳
بنزن	C_6H_6		۷۸/۱۱۳۴	۱۲/۱	۱۲/۲۸	۰/۱۸	۱/۴۹
تولوئن	C_7H_8		۹۲/۱۴۰۲	۱۲/۱	۱۳/۱۱	۱/۰۱	۸/۳۵
اتیل بنزن	C_8H_{10}		۱۰۶/۱۶۷	۱۲/۱	۱۴/۸	۲/۷	۲۲/۳۱
اورثو- زایلن	C_8H_{10}		۱۰۶/۱۶۷	۱۲/۱	۱۲/۲۳	۰/۱۳	۱/۰۷
MTBE	$C_5H_{12}O$		۸۸/۱۴۹۲	۱۲/۱	۱۴/۳	۲/۲	۱۸/۱۸
بنزین	نامعلوم	نامعلوم	نامعلوم	۱۲/۱	۱۲/۷۲	۰/۶۲	۵/۱۲

جدول ۲- نتایج آنالیزبرگشت اشعه X برای بنتونیت اصلاح شده در برابر ترکیبات BTEX ، بنزین ، آب و MTBE

ماده شیمیایی آلی	فرمول	شکل مولکولی	جرم مولکولی	تغییرات ضخامت ذرات بنتونیت اصلاح شده (A^0)			
				اولیه	ثانویه	مقدار تغییر	درصد تغییر
آب	H_2O		۱۸/۰۱۵۲	۲۸/۶	۲۹/۹	۱/۳	۴/۵۵
بنزن	C_6H_6		۷۸/۱۱۳۴	۲۸/۶	۳۶/۵۷	۷/۹۷	۲۷/۸۶
تولوئن	C_7H_8		۹۲/۱۴۰۲	۲۸/۶	۳۵/۲۹	۶/۶۹	۲۳/۳۹
اتیل بنزن	C_8H_{10}		۱۰۶/۱۶۷	۲۸/۶	۳۸/۵	۹/۹	۳۴/۶۲
اورثو- زایلن	C_8H_{10}		۱۰۶/۱۶۷	۲۸/۶	۳۸/۱۲	۹/۵۲	۳۳/۲۹
MTBE	$C_5H_{12}O$		۸۸/۱۴۹۲	۲۸/۶	۴۲/۳۲	۱۳/۷۲	۴۷/۹۷
بنزین	نامعلوم	نامعلوم	نامعلوم	۲۸/۶	۴۱/۲۴	۱۲/۶۴	۴۴/۲۰

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری و پیشنهادها

برخی از خصوصیات رس های معمولی و اصلاح شده مانند سطح به حجم بالا و تبادل یونی بین ذرات، امکان استفاده این خاک ها را برای فرایند های جذب، تثبیت و جامد سازی و لاینر های خاکی نشان می دهد. رس معمولی تمایل بسیار بالایی به آب دوستی داشته در حالی که رس اصلاح شده تمایل شدید به هیدروکربن دوستی دارد. تغییرات فاصله بین لایه ای ذرات بنتونیتی با آب نشان از جذب مولکول های دو قطبی آب در بین ذرات رس بوده و موجب افزایش فاصله بین لایه ای ذرات بنتونیتی شده است. این در حالی است که در مورد ترکیبات هیدروکربنی رس های اصلاح شده تمایل به جذب بیشتر آن نسبت به رس معمولی دارند. بنزین با ۴۴/۲٪ تغییر فاصله با رس اصلاح شده در مقابل ۵/۱۶٪ تغییر فاصله با رس معمولی نشان از بالا بودن جذب بنزین توسط رس اصلاح شده است. درباره BTEX همان طور که در قسمت یافته ها گفته شد جذب و تغییر فاصله آن در مقابل رس اصلاح شده قابل توجه می باشد.این تفاوت ها نشان از متفاوت بودن نحوه عملکرد رس های معمولی و اصلاح شده در برابر آلاینده های آلی دارد. یعنی هیدروکربن دوستی بالای رس اصلاح شده در مقابل رس معمولی. لاینرهای ژئوسنتتیکی- رسی برای استفاده در محل‌های دفن مواد زاید خطرناک امروزه بسیار مورد توجه قرار دارند. بررسی استفاده از رس های اصلاح شده خالص به جای رس های معمولی و یا تلفیقی از این دو نوع خاک می تواند کارایی این لاینر ها را در مورد ترکیبات و آلاینده های آلی افزایش دهد. در این تحقیق از خاک رس اصلاح شده که از تغییرات ساختاری در ساختمان رس های معمولی با نمک های چهارگانه آمونیوم (هگزا دی سایل ترای متیل آمونیوم) به وجود آمده است، استفاده شده است. با بررسی رس های اصلاح شده دیگری که توسط عامل های اصلاح کننده دیگر به دست آمده اند، می توان از روی آزمایش های بازگشت اشعه ایکس کارا ترین آن ها را برای اصلاح بنتونیت به عنوان بهترین گزینه جهت جذب هر یک از ترکیبات MTBE، BTEX و بنزین انتخاب نمود.

منابع

1. Hauser, E.A., and Colombo, U. 1953" Colloid science of montmorillonites and bentonites. Clays and Clay Minerals". Second National Conference, Vol. 2. pp. 439-461
2. Cadena, F. 1989"Use of tailored bentonite for selective removal of organic pollutants." Journal of Environmental Engineering, vol, 115, No. 4, August.
3. LaGrega, Michael, D., Phillip L.Buckingham., Jeffery C.Evans. 2001. Hazardous waste management, 2nd edition.
4. Noel de Nevers, McGraw – Hill. Air Pollution Control Engineering 2000 p.228-289
5. میرمحمدی -م -اردیبهشت ۱۳۸۲"تعیین میزان اتلاف بنزین در جایگاه های سوخت رسانی شهر تهران، بررسی امکان تأثیر آن بر سلامت افراد(سنجش) BTEX و روش های کنترل یا بازیافت آن". پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران- محیط زیست.دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران .
6. Jesper Steen Christensen and Jason Elton. 1996"Soil and Groundwater pollution from BTEX."
7. Bloemen H.J.TH., Burn J.1993 "Volatile Organic Compounds in the Environmental".utch Institute of Public Health and Environmental Protection, Blackie Academic Professional.
8. US.EPA. 1993 Integrated Risk Information system on Ethylbenzene, Cincinnati, OH.
9. US.EPA. 1991, Public Health and National Environmental Health Association Introduction to Indoor Air Quality, Reference Mannual, EPA 400-3-91-0035.

www.SID.ir

Archive of SID

10. T. Shih, Y. Rong, T. Harmon, M. Suffet. 2004".Evaluation of the impact of fuel hydrocarbons and oxygenates on groundwater resources"., Environ. Sci. Technol. 38 42–4

۱۱. ابوالفضل زاده- م -بهار ۱۳۸۶ " بررسی میزان جذب و نشت MTBE در خاک های رسی طبیعی و اصلاح شده "پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران-محیط زیست ، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران .

12. Smith, J.A., & Jaffe, PR. 1994. "Adsorptive Selectivity of Organic-Cation- Modified Bentonite for Nonionic Organic Contaminants". Published in Water, air, and Soil Pollution, V.72. P.265.

13. Evans, J. C., and Pancoski, S. E. 1989."Organically modified clays Transportation research." Record, No.1219, pp. 160-168.

14. Lizhong. Z and Baoliang C.2000 "Sorption Behavior of *p*-Nitrophenol on the Interface between Anion Cation Organobentonite and Water". Environ. Sci. Technol.2000, 34, 2997-3002.

15. Nuray Yıldız, R¨uya G¨on¨uls¸en, H¨ulya Koyuncu and Ayla C¸ alımlı. 2005 "Adsorption of benzoic acid and hydroquinone by organically modified bentonites."Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 260 (2005) 87–94

16. Dana Yaron-Marcovich and Shlomo Nir, Yona Chen. 2003 "Fluridone adsorption–desorption on organo clays."Applied Clay Science 24 (2004) 167– 175.

www.SID.ir