تثبیت عناصر آلوده کننده توسط رسها به کمک انرژی حرارتی

مصطفی چرم، سیروس جعفری و مرتضی زرگر شوشتری[۱]

امروزه بشر از مشکل آلودگی محیط رنج می‌برد و این آلودگی در نتیجه فعالیت دو دسته از مواد آلوده‌کننده ایجاد می‌شود. دسته‌ای از مواد آلوده کننده عناصر سنگین چون کادمیم (Cd)، کبالت (Co) و غیره و دسته دیگر عناصر رادیو اکتیو شامل اورانیم (U)، پالادیم (Pd) و غیره می‌باشند که هر دو سری عناصر فوق رفتار شیمیایی مشابهی را نشان می‌دهند. از آنجائیکه، توسعه و کاربرد روزافزون انرژی اتمی موجب تولید مواد زائد رادیواکتیو می‌شود، باید تلاش کرد که در عین استفاده از مزایای بیکران انرژی اتمی، مشکلات ناشی از مواد زائد رادیواکتیو به روشهای مطلوب و صحیح که به سلامتی بشر و محیط زیست لطمه‌ای وارد نسازد، حل گردد.

خاک مهمترین مکان برای دفن فضولات هسته‌ای است و در میان اجزاء خاک، جزء رس مهمترین نقش را در نگهداری ضایعات هسته‌ای دارد. پایداری ساختمان رس‌ها دارای زمان طولانی‌تری نسبت به نیمه عمر اغلب عناصر رادیواکتیو است. بنابراین، با تثبیت این عناصر در رس‌ها، می‌توانیم از انتشار آنها در محیط جلوگیری کنیم. مطالعات انجام شده در مورد تثبیت کاتیون‌ها در ساختمان رس‌ها نشان داده است که در اثر حرارت دادن، کاتیون‌های با شعاع یونی کمتر از ۰/۷۸ ° را می‌توان در فضای خالی ساختمان رسهای اسمکتایت محبوس کرد، به طوری که پیوند کووالانت حاصله بین کاتیون و رس، باعث تثبیت کاتیون در ساختمان رس می‌گردد. بنابراین، با توجه به اینکه اکثر مواد زائد از عناصر شیمیایی و رادیواکتیو در خاک به شکل کاتیونی وجود دارد می‌توان فرض کرد که رس‌های گروه اسمکتایت با حرارت دادن می‌توانند در تثبیت عناصر آلوده کننده مؤثر واقع شوند. هدف این مطالعه، ارزیابی نقش رس‌های خاک و یک نوع رس خالص (Montmorillonite) همراه با حرارت دادن در تثبیت عناصر آلوده کننده (کبالت و کادمیم) می‌باشد.

استخراج رس از دو نمونهٔ خاک (دانشکده کشاورزی اهواز و شیراز) با استفاده از روشهای استاندارد انجام شد. بدین منظور، مواد آلی، کربنات کلسیم و سزکویی اکسیدها را که بصورت سیمانی ذرات خاک را به هم پیوند می‌دهند، بوسیلهٔ تیمارهای شیمیایی، خارج ساخته و سپس با روش ته نشینی و سیفون کردن در زمان مناسب، رس را از سیلت و شن جدا می‌کنیم (ذرات کوچکتر از ۲ میکرون). ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) رس‌های جدا شده و به دنبال آن اشباع با منیزیم، پتاسیم و حرارت دادن در ۵۵۰ درجه سانتیگراد جهت شناسایی کانیهای رسی غالب به کمک روش X-Ray Diffractometry (XRD) صورت

---

[۱] . به ترتیب استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشیار کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز و دانشیار گروه فیزیک دانشگاه شهید چمران اهواز

گرفت. در مرحله بعد دو نمونه رس جدا شده را به همراه رس خالص Wyoming bentonite که یک نوع رس Montmorillonite است با نمک کلرید عناصر کبالت و کادمیم اشباع نمودیم. بعد از مرحله اشباع سازی، مقداری از نمونه‌های رسی را به مدت ۶ ساعت در درجه حرارتهای ۲۰۰ و ۴۰۰ درجه سانتیگراد، حرارت دادیم. CEC کلیه نمونه‌ها (با و بدون حرارت) را اندازه‌گیری کرده و سپس نمونه ها با XRD مورد مطالعه قرار گرفتند. جهت اندازه‌گیری کبالت و کادمیم از دستگاه اتمیک ابزوربشن استفاده شد.

کاهش بار الکتریکی رس‌های اشباع شده با کبالت و کادمیم با افزایش حرارت از $^{\circ}C$ ۲۵ تا $^{\circ}C$ ۴۰۰ یکسان نبود. در رسهای اشباع شده با کبالت، کاهش در بار الکتریکی بطور محسوسی مشاهده گردیده به طوری که، پس از حرارت دادن $^{\circ}C$ ۴۰۰، CEC به ترتیب برای خاک اهواز، شیراز و رس خالص از ۳۵/۶، ۷۱/۲ و ۱۰۴/۵ (Cmol/Kg) به ۲۵/۷، ۳۵/۵ و ۳۰/۹ کاهش یافت. در رس‌های اشباع شده با کادمیم این کاهش بار الکتریکی به مقدار زیاد نیست، زیرا پس از حرارت دادن $^{\circ}C$ ۴۰۰، CEC به ترتیب از ۳۴/۳، ۷۰/۳ و ۱۰۲/۳ (Cmol/Kg) به ۳۲/۵، ۶۷/۶ و ۹۷/۸ کاهش پیدا کرد. قبل از حرارت دادن فضاهای بین لایه‌ای رس‌ها (dool) منطبق با نوع رس، نوع کاتیون اشباعی و مقدار آب جذب شده از طریق اتمسفر می‌باشد. ساختمان رس‌های اشباع شده با کبالت بعد از حرارت دادن $^{\circ}C$ ۴۰۰ در هم ریخته (Collapse) و به صورت غیر قابل انبساط تبدیل می‌شوند. در چنین حالتی، بین XRD نمونه‌های اشباعی با کادمیم، قبل و بعد از حرارت دادن تا $^{\circ}C$ ۴۰۰، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تغییرات مشاهده شده در بار الکتریکی و فضای بین لایه‌ای رس‌های اشباع با کبالت پس از حرارت، دلیلی بر تغییرات نوع پیوند بین کاتیون و رس و همچنین تغییراتی در ساختمان رس می‌باشد. با توجه به این که شعاع یونی کبالت $^{\circ}$ ۰/۶۱A می‌باشد، می‌توان تغییرات ایجاد شده را به دلیل مهاجرت عنصر کبالت به داخل ساختمان رس نسبت داد. در صورتی که عنصر کادمیم با شعاع یونی بزرگتر ($^{\circ}$ ۰/۷۵A)، قادر به داخل شدن در ساختمان رس نمی‌باشد و عدم تغییرات زیاد در بارالکتریکی و فضاهای بین لایه‌ای دلیلی بر این مدعا می‌تواند باشد. بنابراین، کبالت با شعاع یونی کوچکتر از $^{\circ}$ ۰/۷۸ با حرارت دادن می‌تواند توسط رس‌های اسمکتایت تثبیت گردد، در صورتی‌که درصد تثبیت کادمیم با شعاع یونی بزرگتر از $^{\circ}$ ۰/۷۸ به نسبت کمتر است.

استفاده از مواد رادیواکتیو در تحقیقات علمی و راه‌اندازی تأسیسات هسته‌ای در کشورمان ما را به دستیابی راهی برای دفع فضولات هسته‌ای وادار خواهد کرد. نتایج بدست آمده از این مطالعه می‌تواند منشاء کمک فراوانی برای دفع این ضایعات هسته‌ای باشد، بطوریکه از انتشار این مواد در محیط جلوگیری شود.