

تأثیر آلاینده‌های فلز سنگین بر رفتار خودترمیمی و تغییر حجمی خاک‌های رسی

بهناز واشقانی فراهانی*، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا

دکتر وحیدرضا اوحدی، استاد

گروه آموزشی عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

vasheghanibehnaz@gmail.com

پاییز ۹۷



خلاصه

امروزه مسائل زیست‌محیطی به‌عنوان یک مسئله مهم در همه کشورها به‌ویژه کشورهای پیشرفته مد نظر قرار گرفته و قوانین زیست‌محیطی روز به روز دشوارتر می‌شوند. به‌طوری که مطالعه مسائل آلودگی خاک و آب، توجه متخصصان مهندسی عمران - محیط‌زیست را به خود جلب کرده است. فعالیت‌های کشاورزی، هسته ای و به‌خصوص صنعتی منجر به آزادسازی مقادیر زیادی از فلزات سنگین به محیط‌زیست شده که می‌تواند به‌عنوان یک خطر جدی برای سلامتی اکوسیستم و انسان مطرح باشد. آلودگی خاک، آب‌های زیرزمینی، آب‌های سطحی و هوا با فلزات سمی و خطرناک یک مشکل جدی و جهانی محسوب می‌شود. بنابراین به‌دلیل خطرات این آلاینده‌ها، ارزیابی و کنترل این مشکل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

از سوی دیگر، خاک‌های رسی در کنترل آلودگی ناشی از فلزات سنگین در دفن زباله‌ها نقش اساسی دارند. خاک رس به‌دلیل خواص ژئوتکنیکی خاص خود و عواملی مانند سبک‌های تر و خشک‌شدگی و تغییر حجم به وسیله‌ی ترک خوردگی دچار آسیب می‌شود. این ترک‌ها سبب افزایش نفوذپذیری و کاهش مقاومت و کارایی خاک رس می‌شوند. بنابراین منجر به ایجاد مشکلاتی از جمله نفوذ آب از داخل ترک‌ها به محل دفن زباله‌ها و آلوده شدن آب‌های زیرزمینی می‌شود. همچنین خاصیت خودترمیمی خاک رس، بسته شدن مجدد ترک‌های ایجاد شده در آن است که سبب شده از آن به‌عنوان مصالح برای آب‌بندی و موانع زمین‌شناسی استفاده شود.

اگرچه مطالعاتی زیادی در زمینه اثر فلز سنگین بر خصوصیات خاک رس انجام شده است، اما مطالعات محدودی در مورد اثر این آلاینده‌ها بر رفتار خودترمیمی و تغییر حجمی خاک رس صورت گرفته است.

کلمات کلیدی

آلاینده‌های فلز سنگین، خاک‌های رسی، رفتار خودترمیمی، تغییر حجم

مقدمه

با پیشرفت تمدن بشری و توسعه فن‌آوری و ازدیاد روز افزون جمعیت، در حال حاضر دنیا با مشکل آلودگی حاصل از زباله‌های شهری، صنعتی، کشاورزی و هسته‌ای روبرو شده است. قرار گرفتن طولانی مدت در معرض محیط آلوده، سلامت حدود یک چهارم مردم را تهدید می‌کند. به همین دلیل طی سی سال گذشته توجه زیادی به آلودگی محیط‌زیست و تاثیر آن روی سلامت عمومی شده است (Zaki et al., 2010). فلزات سنگین بیش‌ترین اهمیت را در آلودگی‌ها دارند. حضور فلزات سنگین مثل نیکل، کروم، مس، کادمیم و سرب که غالباً در فاضلاب‌های صنعتی مشاهده می‌شوند، حتی در مقادیر و غلظت‌های پایین، می‌تواند برای موجودات زنده و انسان خطرناک باشد. امروزه در مکان‌های زیادی خاک‌ها و آب‌های زیرزمینی با فلزات سنگین آلوده شده‌اند. بنابراین مطالعه جذب و جابه‌جایی فلزات سنگین در خاک، برای بررسی محل‌های دفن بهداشتی زباله ضروری است (Ballav et al., 2014).

از سوی دیگر، خاک‌های رسی دارای ظرفیت تبدیلی کاتیونی زیاد، پتانسیل ترمیمی زیاد، سطح مخصوص بزرگ، نفوذپذیری کم

و دسترسی مناسب بوده، به همین دلیل مصالح غنی از رس به‌عنوان موانع طبیعی زمین‌شناسی مهندسی در نظر گرفته می‌شوند (Goudarzi et al., 2016; Sdiri et al., 2016). بنتونیت نقش قابل توجهی در خودترمیمی خاک‌های رسی دارد و خاصیت تورم‌پذیری آن سبب پرشدن ترک‌ها و حفرات اطراف پولک‌ها می‌شود (Wei and Yuan, 2015). اندرکنش کانی-های رسی و آلاینده‌های فلز سنگین سبب کند شدن حرکت شیرابه‌ها به سمت لایه‌های زیرین، جذب و حفظ برخی عوامل آلودگی توسط خاک می‌شود (Gautier et al., 2010). بنابراین مصالحی که به‌عنوان موانع زمین‌شناسی در دفع زباله‌ها استفاده می‌شود باید حاوی ۶۰٪ رس باشند (Czurda, 2006). در نتیجه بررسی اثر متقابل فلزات سنگین با خاک محل دفن زباله در شرایط آزمایشگاهی مختلف قبل از انتخاب محل دفن زباله ضروری است (Sanchez-Jimenez et al., 2012). خاک رس با داشتن خصوصیت خودترمیمی سبب بسته شدن ترک‌های ایجاد شده در آن می‌شود اما این ترک‌ها به شکل قبل از ترک خوردگی‌شان برنمی‌گردند، بنابراین نفوذپذیری خاک مقداری افزایش می‌یابد. تحقیق حاضر ویژگی‌های خودترمیمی و تغییر حجم رس تحت تاثیر آلاینده‌های فلز سنگین را مورد بررسی قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، از بنتونیت استفاده شده که خصوصیات فیزیکی و ژئوتکنیک زیست محیطی آن در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به حضور قابل توجه کاتیون‌های فلز سنگین سرب و مس در مراکز دفن زباله‌های صنعتی، این دو کاتیون با غلظت‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است.

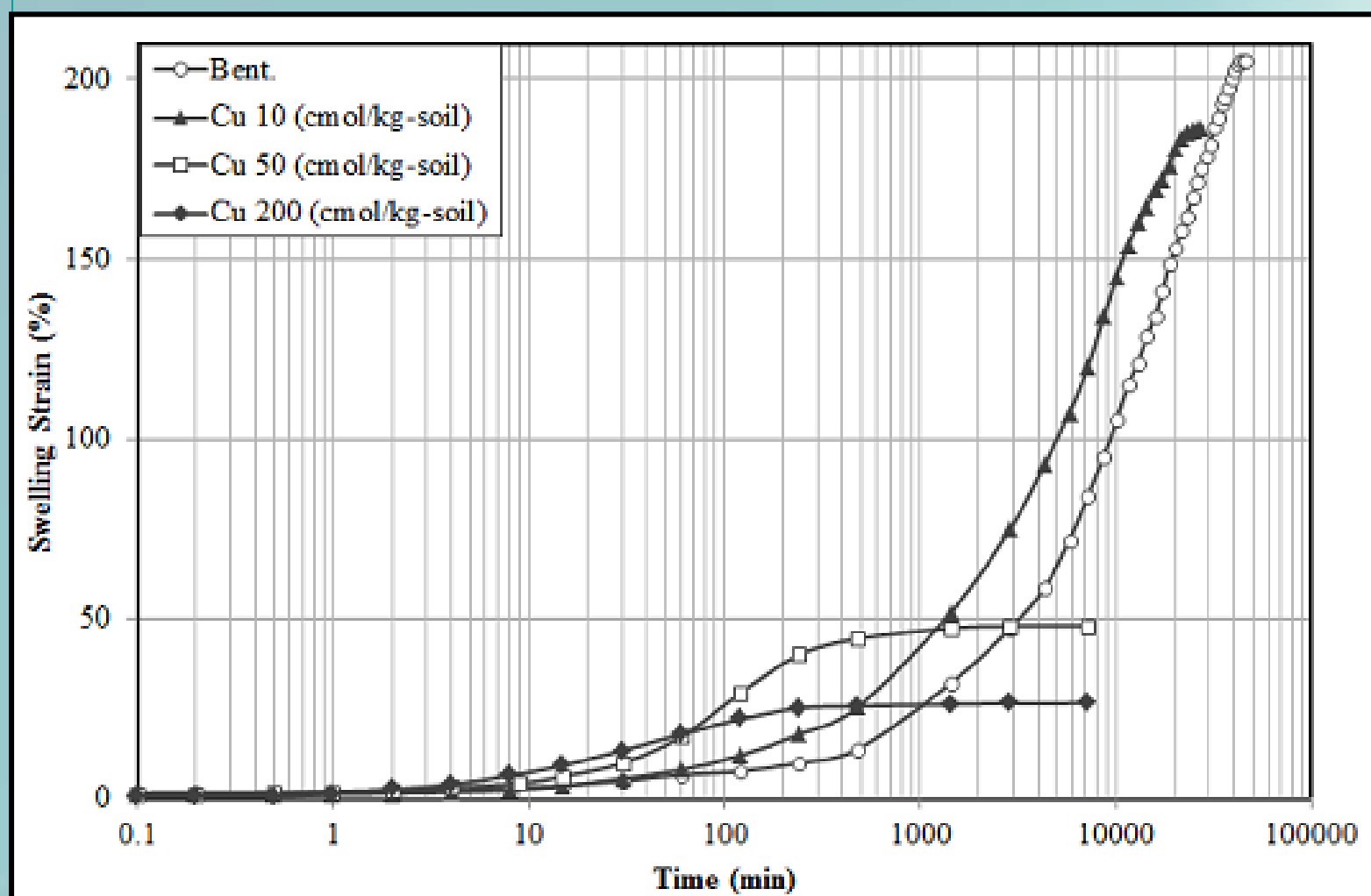
Physical Properties	Quantity measured	Geo-environmental properties	Quantity measured
%Clay	۷۶	pH	۹.۸
%Silt	۲۳	Carbonate content (%)	۸
%Sand	۱	SSA (m ² /g)	۶۸۰
LL (%)	۳۱۴.۵	CEC (cmol/kg-soil)	۶۸.۳
PL (%)	۳۱.۲	Na ⁺ (cmol/kg-soil)	۵۰.۹
PI (%)	۲۸۳.۳	Ca ⁺ (cmol/kg-soil)	۱۲.۲
Activity	۳.۷۳	Mg ⁺ (cmol/kg-soil)	۳.۱
Soil classification	CH	K ⁺ (cmol/kg-soil)	۲.۱

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و ژئوتکنیک زیست محیطی بنتونیت

به نقل از اوحدی و محمدی (۱۳۹۱)

بحث و بررسی نتایج

با توجه به شکل ۱ با گذشت زمان، نمونه‌های حاوی مقادیر بیش‌تر از آلاینده زودتر به حالت تعادل رسیده و تورم نهایی کمتری داشته‌اند. مقایسه این منحنی‌ها نشان می‌دهد که در زمان‌های اولیه آزمایش، نمونه‌های حاوی مقادیر بیش‌تر آلاینده، در یک زمان معین، تورم بیش‌تری داشته‌اند (Yong et al., 2009). نتایج آزمایشات نشان دهنده آن است که ساختار بنتونیت در اندرکنش با آلاینده فلز سنگین، از حالت پراکنده به حالت مجتمع تغییر کرده، و این تغییر ساختار بر رفتار ترمیمی خاک تاثیر می‌گذارد. مقایسه نتایج مطالعات ریزساختاری و درشت ساختاری نشان دهنده ارتباط تنگاتنگ تغییرات ریزساختاری خاک و رفتار ترمیمی آن در مقیاس درشت ساختاری بوده است (اوحدی و محمدی، ۱۳۹۱).



شکل ۱- منحنی تورم - زمان برای نمونه بنتونیت حاوی آلاینده مس

به نقل از اوحدی و محمدی (۱۳۹۱)

نتیجه گیری

از نتایج تحقیقات برمی‌آید که با افزایش غلظت آلاینده فلز سنگین، پتانسیل تغییر حجم و خاصیت خودترمیمی خاک‌های رسی کاهش می‌یابد. بنابراین لازم است این موضوع در مباحث طرح مراکز دفن زباله مورد توجه قرار گیرد. زیرا امکان نشت آلاینده از طریق منافذ موجود در مصالح بافر به محیط اطراف مرکز دفن زباله و آلودگی آب‌های زیرزمینی از این طریق افزایش می‌یابد.

منابع و مراجع

اوحدی، وحیدرضا و محمدی، سیده زکیه، ارزیابی ریزساختاری تاثیر آلاینده فلز سنگین مس بر پتانسیل ترمیمی بنتونیت، دومین کنفرانس ملی سازه - زلزله - ژئوتکنیک، مازندران، آذر ۱۳۹۱.

Ballav, N., Choi, H., Mishra, S., and Maity, A. 2014. Polypyrrole-coated halloysite nanotube clay nanocomposite: Synthesis, Characterization and Cr(VI) adsorption behaviour. Applied Clay Science. Vol. 102: 60-70.

Czurda, K. 2006. Clay liners and waste disposal. In: Bergaya, F., Theng, B.K. G., Lagaly, G. (Eds.), Handbook of clay science, Developments in Clay Science. Vol. 1: 693-701.

Gautier, M., Muller, F., Forestier, L., Beny, J.M., and Guegan, R. 2010. NH₄-smectite: Characterization, hydration properties and hydro mechanical behavior. Applied Clay Science. Vol. 49: 247-254.

Goodarzi, A.R. Najafi-Fateh, S., and Shekary, H. 2016. Impact of organic pollutants on the macro and microstructure responses of Na-bentonite. Applied Clay Science. Vol. 121-122: 17-28.

Sanchez-Jimenez, N., Gismera, M.J., Sevilla, M.T., Cuevas, J., Rodriguez-Rastrero, M., and Procopio, J.R. 2012. Clayey materials as geologic barrier in urban landfills: Comprehensive study of the interaction of selected quarry materials with heavy metals. Applied Clay Science. Vol. 56: 23-29.

Sdiri, A., Khairy, M., Bouaziz, S., and El-Safty, S. 2016. A natural clayey adsorbent for selective removal of lead from aqueous solutions. Applied Clay Science. Vol. 126: 89-97.

Wei Zhang, G., and Yuan Zhang, H. 2015. Laboratory investigation of self-healing properties on geosynthetic clay liners with flaw. Environmental Engineering of the Polish Academy of Sciences. Vol. 41:53-58.

Yong, R.N., Ouhadi, R.N., and Goodarzi, A.R. 2009. Effect of Cu Ions and Buffering Capacity on Smectite Microstructure and Performance. Journal of geotechnical and environmental engineering.

Zaki, A.A., Ahmad, M.I., and El-Rahman, K.M. 2016. Sorption characteristics of a landfills clay soil as a retardation barrier of some heavy metals. Applied Clay Science. Vol. 135: 150-167.

