# خلاصه

فرایند تولید نانوذرات رسی از رس­های بنتونیت با رویکرد بالا به پایین شامل حذف بعضی از مواد به شکل پسماند است. از سوی دیگر، نانورس­ها در امور تجاری کاربرد فراوان دارند و نیاز به تولید آن امری ضروری است. بر این اساس تلاش شد با استفاده از فرايند فيزيكي به جداسازي اجزاي نمونه رسي بنتونيت پرداخته شود. از این رو از طريق مطالعه­هاي آزمايشگاهي و فرايند سانتريفيوژ با سرعت­هاي متفاوت و همچنين فرايند آسياب ساچمه­اي، اجزاي نمونه رسي بنتونيت به دو بخش اصلی نانومونت­موریلونیت (SLB) و پسماند فرایند (BLB) جداسازی شد. شایان‌ذکر است روند جداسازي اجزا از طريق آزمايش­هاي پراش اشعه ايكس (XRD)، تعيين سطح ويژه (SSA) و بررسي تصاوير ميكروسكوپ الكتروني پويشي (SEM) مورد آناليز قرار گرفت. از سوی دیگر، خاک‌هاي آلوده به فلزات سنگين يکي از مشکلات متداول ژئوتکنيک زيست‌محيطي در سراسر جهان مي‌باشند.

**1. مقدمه**

افزايش ميزان آلاينده­هاي فلز سنگين در سال­هاي اخير، نياز به ارائه روش­هاي مناسب و بهينه براي دفن مهندسي زباله­هاي مختلف را ايجاب مي­کند. اما شايد، مهم‌ترين چالش، تعيين مباني نظري و مکانيزم عملکرد اين روش­ها است. از سوي ديگر با درک دقيق و گسترده فرايند رفتاري از سيستم و ارزيابي سيستم از ديدگاه نانو و ميکرو ساختار مي­توان به مکانيزم دقيق کنترل تحرک آلاينده­ها در محيط دست‌يافت [1-3]. نانو و ميکروذرات رسي به طور مؤثري به‌عنوان جاذب براي بسياري از آلاينده­هاي فاضلاب و آلودگي­هاي آب (به­طور مثال يون­هاي فلزات سنگين و ترکيبات آلي) استفاده مي­شوند [3]. نانو و ميکرو ذرات در رس⁫ها با روش⁫هاي شيميايي متفاوت توليد مي⁫شوند، اما آنها مي⁫توانند تحت شرايط زيست­محيطي نيز شکل بگيرند [4-5]. به­طور مشخص، سطح مخصوص زياد، پايداري شيميايي و مکانيکي، ساختار لايه⁫اي و ظرفيت تبادل کاتيوني[[1]](#footnote-1) (CEC) زياد خاک­هاي رسي را به‌عنوان ماده­اي ارزشمند براي طيف گسترده­اي از محصولات صنعتي و به‌خصوص جذب آلاينده­هاي فلز سنگين تبديل کرده­است [3][6].

**2. مواد و روش­ها**

در اين پژوهش، در بخش آزمايش‌هاي رفتاري از خاک رسي طبيعي استفاده شده­است. نمونه رس مورد استفاده در اين تحقيق از دشت قزوين انتخاب شده­است. اين رس به عنوان نمونه رسي منطقه فوق شناخته شده­است. هدف از اين انتخاب در تحقيق حاضر، تعيين خصوصيات ژئوتکنيک زيست‌محيطي و قابليت جذب و نگهداري آلاينده‌ها در نمونه رسي طبيعي با سطح مخصوص و ظرفيت تبادل کاتيوني متوسط و تأثير خاک رس طبيعي در فرايند تثبيت و جامدسازي بوده­است. دليل انتخاب سيمان پرتلند تيپ دو نيز، توليد انبوه آن بوده­است. نمونه سيمان مورد مطالعه از شرکت ايراني سيمان هگمتان تهيه شده­است. آناليز شيميايي سيمان تيپ دو مورد نظر در جدول (1) آورد شده است.

**جدول (1). مشخصات شيميايي سيمان**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| آهک آزاد | آلومينو فريت کلسيم | آلومينات تري کلسيم | سيليکات دي کلسيم | سيليکات تري کلسيم | مانده نامحلول | افت ناشي از احتراق | اکسيد گوگرد | مجموع قليايي­ها | اکسيد سديم | اکسيد پتاسيم | اکسيد منيزيم | اکسيد کلسيم | اکسيد آهن | اکسيد آلومينيم | اکسيد سيليس | ترکيبات  نوع سيمان مصرفي |
| **0.85** | **11.62** | **6.65** | **25.45** | **48.2** | **0.43** | **1.15** | **2.41** | **0.97** | **0.48** | **0.75** | **1.55** | **63.24** | **3.82** | **4.95** | **21.54** | سيمان تيپ دو |

**3- نتايج و بحث**

خصوصيات جذب و نگهداري نمونه خاک رسي نرم و نمونه¬هاي اصلاح‌شده با درصدهاي مختلف سيمان در اندركنش با آلاينده¬هاي فلز سنگين روي در شكل (2) نشان داده‌شده است. بر اساس نتايج آزمايش‌هاي صورت گرفته و ارائه‌شده در جدول (2)، نمونه خاک رسي به دليل ظرفيت تبادل كاتيوني متوسط (cmol/kg-soil 28.32)، حدود 20% کربنات و سطح مخصوص متوسط (m2/ gr 115)، قابليت نگهداري cmol/kg-soil 85 آلاينده فلز سنگين روي را در غلظت cmol/kg-soil 250 نشان مي¬دهد. افزايش 4% سيمان ميزان نگهداري آلاينده در غلظت cmol/kg-soil 100 را به مقدار cmol/kg-soil 8 افزايش داده است، اين در حالي است که ميزان نگهداري آلاينده در غلظت cmol/kg-soil 250 به حدود cmol/kg-soil 94 رسيده است.



**شکل (2). قابليت نگهداري آلاينده فلز سنگين روي توسط نمونه خاک رسي اصلاح‌شده با درصدهاي مختلف سيمان پس از 14 روز**

**4. نتیجه گیری**

نتايج اخذ شده در اين مقاله را مي­توان به شرح ذيل خلاصه نمود:

1) اصلاح نمونه رسي با سيمان موجب افزايش قابل‌توجه نگهداري آلاينده شده است، به نحوي که افزايش 10% سيمان موجب افزايش 40% در نگهداري آلاينده در غلظت cmol/kg-soil 250 شده است. 2) خاک رسي که به واسطه درصد زياد کربنات و ظرفيت تبادل کاتيوني زياد قابليت نگهداري بخش قابل توجهي از آلاينده فلز سنگين را دارد؛

**5. مراجع**

1. Krishna B. G. and Gupta, S. S., (2008). "Adsorption of a few heavy metals on natural and modified kaolinite and montmorillonite: A review", Advances in Colloid and Interface Science 140, pp. 114–131.
2. Ouhadi, V.R., and Amiri, M., (2011). "Geo-environmental Behaviour of Nanoclays in Interaction with Heavy Metals Contaminant", Amirkabir J, Civil, 42, 3, pp. 29-36.

1. . Cation Exchangeable Capacity [↑](#footnote-ref-1)