# تاثیر شیرابه مدفن البرز استان قم بر رفتار مقاومتی رس‌های کائولینیت و ساختمانی

**رضا ایرانی [۱]. محمودرضا شاهوردی [۲*]**

۱- دانشجو، گروه عمران، دانشگاه تفرش
۲*- استادیار، گروه عمران، دانشگاه تفرش، رایان‌نامه: shahverdi@tafreshu.ac.ir

## چکیده

تولید و انباشت زباله در محل‌های دفن به همراه افزایش دما، بارش باران و ... در طول زمان می‌تواند منجر به تولید مایعی تیره رنگ و بدبو شود که حاوی فلزات سنگین، باکتری‌ها و انواع آلودگی‌های آلی و معدنی است. بررسی رفتار مقاومتی خاک آلوده به شیرابه بسیار حائز اهمیت است زیرا شیرابه باعث تغییر پارامترهای خاک و ظرفیت باربری می‌شود از طرف دیگر این پارامترها در معادلات طراحی مختلف مورد استفاده قرار می گیرند. هدف از این مطالعه، یافتن روند تغییرات زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی خاک آلوده به شیرابه است. برای این منظور آزمایشات متعددی بر روی کائولینیت و خاک رس ساختمانی انجام شد. ابتدا از شیرابه مدفن البرز قم نمونه برداری شد سپس خاک با نسبت‌های مختلف با شیرابه آلوده شد. نمونه‌ها تحت سربارهای مختلف با آزمایش برش ساده مورد آزمایش قرار گرفتند. با انجام آزمایش‌ها مشخص شد، ظرفیت باربری نمونه‌ها با افزایش درصد آلودگی از ۰ تا ۱۲/۵ درصد کمتر می‌شود. بیشتر بودن ویسکوزیته شیرابه نسبت به آب موجب کاهش حداکثر تنش ۱۳ درصدی در رس کائولینیت و ۴۵ درصدی رس ساختمانی شد. همچنین مقادیر زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی با افزایش آلودگی نمونه‌ها به شیرابه در رس کائولینیت به‌ترتیب ۹/۶ ، ۴۰ درصد و در رس ساختمانی به‌ترتیب ۴۱ ، ۶۲/۵ درصد کاهش یافت.

**کلمات کلیدی:** شیرابه مدفن البرز، دستگاه برش ساده، محل دفن زباله، رفتار مقاومتی خاک

## ۱. مقدمه

بدون داشتن خاک و آب سالم ادامه حیات به‌سختی امکان پذیر است، در مدفن‌های غیر مهندسی به‌علت عدم وجود لایه‌های محافظ از جنس ژئوتکستال یا ژئوممبران یا... و نبود سیستم هدایت شیرابه به حوضچه مخصوص، شیرابه از زباله‌ها سرازیر شده و در محلی انباشته شده و به لایه‌های مختلف زمین نفوذ کرده و آن‌ها را آلوده می‌کند و گاه بر اثر این نفوذ، آب‌های زیرزمینی در اعماق مختلف نیز آلوده می‌شوند.

شیرابه محل دفن زباله به‌دلیل نفوذ به آب‌های زیرزمینی، انتقال در فواصل زیاد و تجمع در زنجیره‌های مختلف مواد غذایی، جنبه مهمی از آلودگی محیط زیست را تشکیل می‌دهد، بنابراین تهدیدی برای اکوسیستم و سلامت عمومی محسوب می‌شود (Jablonska-Trypuc.,۲۰۲۱).

مصرف آب آلوده به شیرابه در مواقعی که کلر موجود در شیرابه زیاد باشد، به‌علت اینکه مقادیرکلر زیاد باعث تولید رادیکال‌های آزاد در آب آلوده شده و به بدن انتقال می‌یابد، موجب آسیب به سلول‌ها و در مواقعی ایجاد سرطان در بدن می‌شود (Soujanya Kamble.,۲۰۲۰). دراین پژوهش برای بررسی اثر شیرابه بر خاک با لحاظ‌کردن مقدار رطوبت بهینه، خاک را با درصدهای مختلف آلوده و پس از متراکم نمودن در نمونه، زیر شفت دستگاه تحت سربارهای مختلف قرار می‌دهیم و بر اساس داده‌های حاصله، نمودارهای نیرو- تغییرمکان و تنش-کرنش آن را ترسیم و تجزیه و تحلیل می‌کنیم. خاک به عنوان صافی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در طبیعت است که دارای ظرفیت محدود برای دریافت آلودگی‌ها بوده و با رسیدن به حداکثر گنجایش خود باعث رسوب آلودگی و یا انتقال آن به محیط اطراف می‌شود (Ganiyu et al.,۲۰۲۰). بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان راهکارهایی به منظور جلوگیری از آلوده شدن خاک به شیرابه و جلوگیری از ایجاد تغییرات منفی در پارامترهای خاک ارائه داد، همچون، ساخت مدفن‌های مهندسی با لایه‌های محافظ درکف و پوشاندن روزانه‌ی زباله‌ها با خاک در لایه‌ها با ضخامت مناسب و اجرای سیستم هدایت شیرابه به حوضچه پیشنهاد می‌شود، همچنین در مناطقی که خاک آلوده شده است به منظور جبران این تغییرات می‌توان بهسازی خاک با مواد مختلف را در دستور کار قرار داد.

پژوهشگران پیشین با دستگاه برش مستقیم و سه محوری به بررسی رفتار مقاومتی و پارامترهای استاتیکی خاک پرداخته‌اند که در زیر به صورت مختصر به مشاهده نتایج برخی از آن‌ها می‌پردازیم ولی به بررسی موارد فوق برای رس آلوده به شیرابه البرز استان قم با دستگاه برش ساده تاکنون پرداخته نشده است، احمدرضا حسن‌زاده و همکارانش (۱۳۹۸) پس از انجام آزمایش با دستگاه سه محوری بر روی خاک و شیرابه منطقه آق قلا، دریافتند که افزودن شیرابه موجب کاهش تنش می‌شود و با این روند با افزایش درصد شیرابه، تنش افزایش می‌یابد و با افزایش سربار، تنش کاهش می‌یابد. بهزاد عسگری لاسکی و میرعبدالحمیدمهرداد (۱۳۹۲) آزمایشاتی بر روی خاک و شیرابه سراوان انجام داده و پس از آنالیز در بیشتر نمونه‌ها به این نتیجه رسیدند که افزایش آلودگی موجب کاهش تنش می‌شود. حسنلوراد و همکارانش (۲۰۲۱) با توجه به گسترش روز افزون پساب‌های صنعتی که مشابه شیرابه، دارای فلزات سنگین مختلفی هستند، به کمک دستگاه سه محوری اثر افزودن سرب را به خاک کائولینیت و بنتونیت بررسی کرده و در کائولینیت کاهش مقاومت و در بنتونیت افزایش مقاومت را گزارش کردند. شارما و همکارانش (۲۰۲۱) نیز اثر شیرابه بر رس سیلت‌دار را بررسی کردند و کاهش زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی را بر اثر آلوده شدن به شیرابه گزارش کردند. محمد علی خدابنده و همکارانش (۱۳۹۸) پس از انجام آزمایش‌هایی با خاک رمبنده و به کمک دستگاه برش مستقیم به این نتیجه رسیدند که، کاهش PH شیرابه، باعث افزایش چسبندگی و کاهش زاویه اصطکاک داخلی می‌شود.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲-۱. محل دفن زباله البرز

مدفن البرز در ۶/۵ کیلومتری شمال شرق شهر قم، با مساحت ۷۸۰ هکتاری است که از شیرابه آن محل نمونه برداری شده و رس کائولینیت از کارخانه چینی و رس ساختمانی نیز تهیه گردید.

### ۲-۲. شیرابه

مدفن البرز در بخش‌هایی همانند تصویر ذیل، فاقد سیستم هدایت شیرابه و لایه محافظ است و همین امر سبب شده بود پس از حرکت شیرابه در محلی، روی هم انباشته شده و پس از نفوذ درلایه‌های خاک بخشی از آن پس از اشباع زمین، روی سطح زمین باقی بماند و از طرفی ترانشه‌های اصلی و ترانشه‌های جدید حفاری شده دارای سیستم هدایت بوده و شیرابه به حوضچه‌ها انتقال می‌یافت.

**شکل۱- شیرابه سرازیر شده از زباله ها و نمونه‌برداری از آن**

### ۲-۳. بررسی ویسکوزیته شیرابه

به کمک دستگاه ویسکومتر AMETEK BROOKFIELD و با اسپیندل ۶۳ و ۱۰۰ RPM شیرابه در دماهای ۲۰،۳۰،۴۰و۵۰ درجه مورد بررسی قرار گرفت.

**جدول۱- نتایج ویسکوزیته در دماهای مختلف**

| Temperature(c) | Density(g/cm$^3$) | Viscosity(cSt) | Viscosity(cp) |
|---|---|---|---|
| ۲۰ | ۰/۹۸۶۷ | ۱/۰۱۳۴ | ۱ |
| ۳۰ | ۰/۹۸۶ | ۰/۸۱۱۳ | ۰/۸ |
| ۴۰ | ۰/۹۸۴۴ | ۰/۷۱۱۰ | ۰/۷ |
| ۵۰ | ۰/۹۸۴۱ | ۰/۶۰۹۶ | ۰/۶ |

### ۴-۲. مشخصات نمونه‌ها

۱۸ نمونه با دو نوع رس کائولینیت و ساختمانی بدون آلودگی و با آلودگی۶ و ۱۲/۵ درصد و با سربارهای ۶/۲۹، ۱۸/۸۸ و ۳۱/۴۷ کیلوپاسکال با دستگاه برش ساده بارگذاری شد.

**جدول۲- مشخصات نمونه‌های آزمایش شده**

| شماره آزمایش | نوع رس | آلودگی(%) | سربار (kPa) |
|---|---|---|---|
| ۱ | کائولینیت | ۰ | ۶/۲۹ |
| ۲ | کائولینیت | ۰ | ۱۸/۸۸ |
| ۳ | کائولینیت | ۰ | ۳۱/۴۷ |
| ۴ | کائولینیت | ۶ | ۶/۲۹ |
| ۵ | کائولینیت | ۶ | ۱۸/۸۸ |
| ۶ | کائولینیت | ۶ | ۳۱/۴۷ |
| ۷ | کائولینیت | ۱۲/۵ | ۶/۲۹ |
| ۸ | کائولینیت | ۱۲/۵ | ۱۸/۸۸ |
| ۹ | کائولینیت | ۱۲/۵ | ۳۱/۴۷ |
| ۱۰ | ساختمانی | ۰ | ۶/۲۹ |
| ۱۱ | ساختمانی | ۰ | ۱۸/۸۸ |
| ۱۲ | ساختمانی | ۰ | ۳۱/۴۷ |
| ۱۳ | ساختمانی | ۶ | ۶/۲۹ |
| ۱۴ | ساختمانی | ۶ | ۱۸/۸۸ |
| ۱۵ | ساختمانی | ۶ | ۳۱/۴۷ |
| ۱۶ | ساختمانی | ۱۲/۵ | ۶/۲۹ |
| ۱۷ | ساختمانی | ۱۲/۵ | ۱۸/۸۸ |
| ۱۸ | ساختمانی | ۱۲/۵ | ۳۱/۴۷ |

**شکل۲- نمونه‌های گرفته شده از دو نوع رس برای حد روانی و خمیری**

**شکل۳- آزمایش پروکتور رس کائولینیت**

**جدول۳- مشخصات رس‌های آزمایش شده**

| نوع رس | اندازه ذرات | ω opt | ϒd max (Kn/m۳) | PL | LL | PI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کائولینیت | رد شده از الک ۵۰ | ۱۷/۱۲ | ۱۶ | ۳۴/۳۴ | ۵۱ | ۱۶/۶۶ |
| ساختمانی | رد شده از الک ۵۰ | ۱۴/۲۳ | ۱۷/۸ | ۲۱/۳۷ | ۳۶ | ۱۴/۶۳ |

## ۵-۲. روش انجام آزمایش

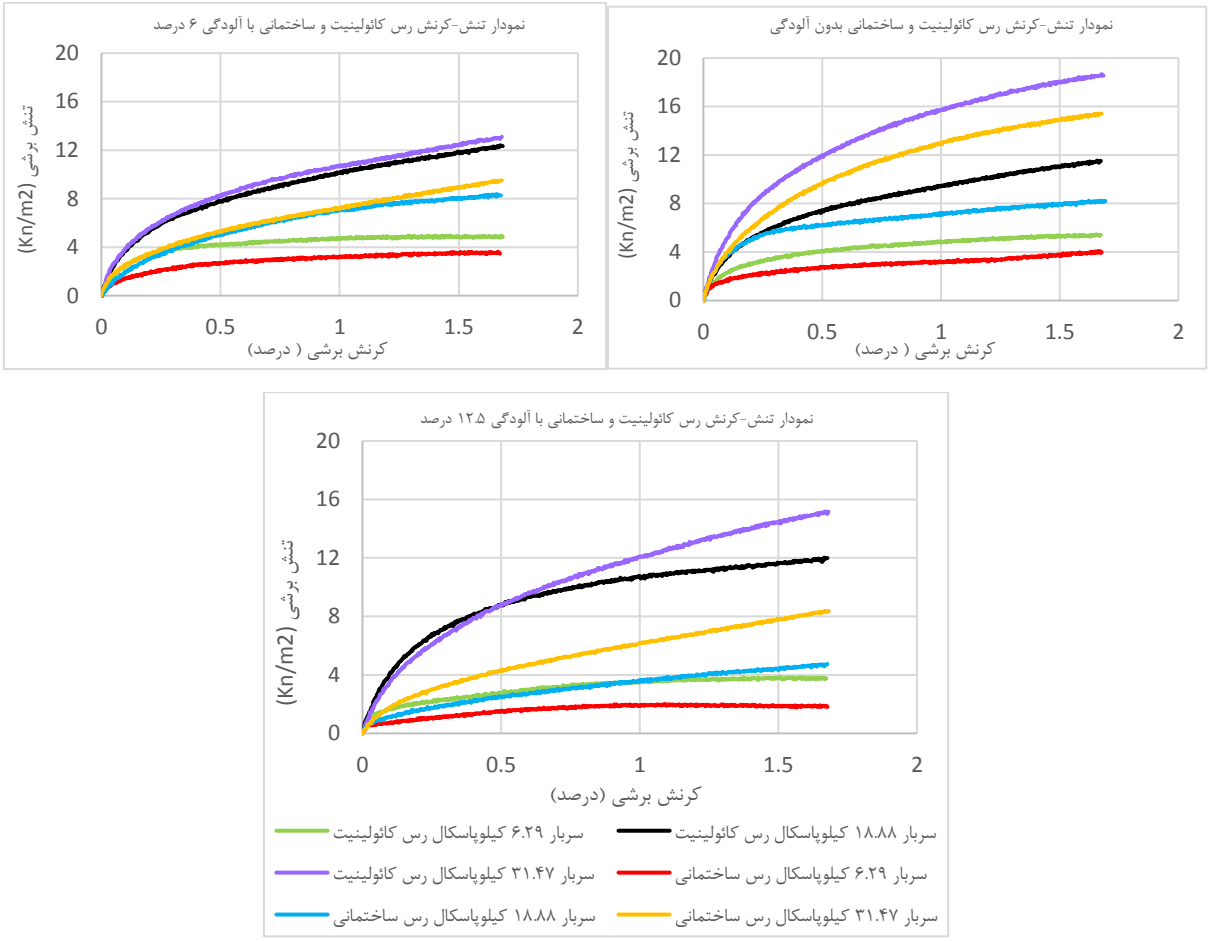
برای انجام آزمایش‌ها، ابتدا خاک از الک نمره ۵۰ عبور داده می‌شود و سپس خاک الک شده به مدت ۲۴ ساعت در اون قرار می‌گیرد. پس از خشک شدن کامل، خاک را بر اساس حداکثر وزن مخصوص خشک به‌دست آمده از آزمایش و ابعاد قالب دستگاه برش ساده به عمق ۲۶ میلی متر و قطر ۱۰۰/۶ میلی متر، وزن کرده و به ترتیب یک‌بار۶ درصد و بار دیگر ۱۲/۵ درصد وزن خاک خشک را با آن ترکیب شده تا یکنواخت گردد و سپس غشا درون نمونه قرار گرفته و شیر وکیوم باز می‌شود که مکش انجام شود و قالب را پر کند و در ادامه مخلوط خاک و شیرابه را در دو مرحله با ضربات با تعداد و شدت یکنواخت کوبیده که ارتفاع ۲۶ میلی متر را پرکند.

**شکل۴- رس کائولینیت الک شده**

**شکل۵- رس ساختمانی متراکم شده در قالب**

## ۶-۲. نمودارهای تنش-کرنش

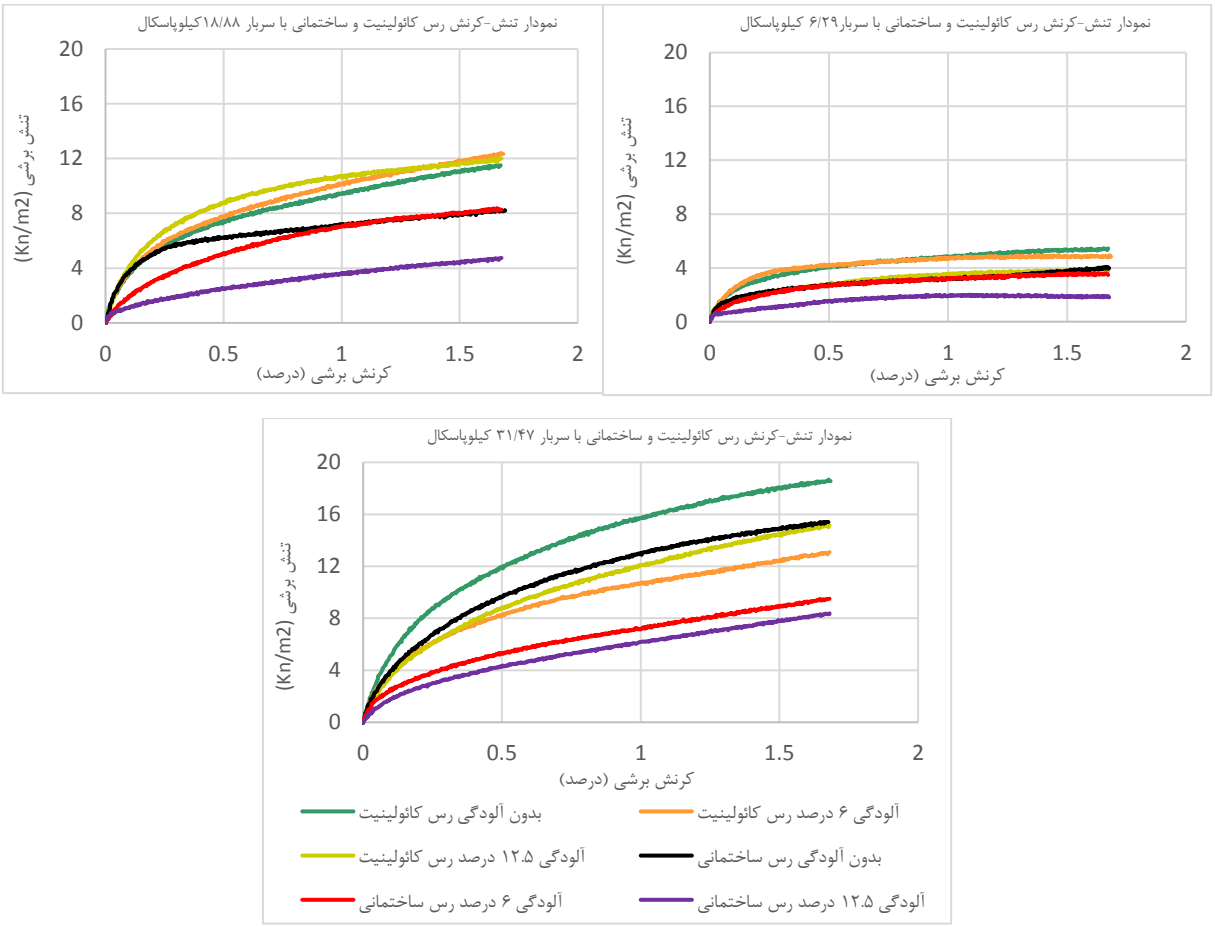
نمودارهای تنش-کرنش دو نوع رس به تفکیک بر اساس آلودگی و سربار اعمالی.




**شکل ۶- مقایسه نمودارهای تنش-کرنش الف)کائولینیت و ساختمانی تمیز ب)کائولینیت و ساختمانی حاوی ۶ درصد آلودگی ج)کائولینیت و ساختمانی حاوی ۱۲/۵ درصد آلودگی با سربارهای ۶/۲۹، ۱۸/۸۸ و ۳۱/۴۷ کیلوپاسکال**

رس کائولینیت: طبق نتایج به دست آمده از آزمایش (شکل۶) با افزایش سربار، تنش افزایش یافته و روند صعود نمودار در قسمت الف در سه سربار مختلف یکنواخت است و در شکل ب نمودار دو سربار ۱۸/۸۸ و ۳۱/۴۷ بهم نزدیک و در سربار دیگر با اختلاف کمتر می‌باشد و در قسمت ج شکل در با افزایش آلودگی نمودارها تقریبا یکنواخت با افزایش سربارها بالا می‌رود. خاک کائولینیت با دو سربار ۱۸/۸۸ و ۳۱/۴۷ تا کرنش ۰/۰۵ درصد در محدوده الاستیک و بعد از آن کرنش وارد محدوده پلاستیک می‌شود و در سربار ۶/۲۹ کیلوپاسکال تا کرنش حدود ۰/۰۲۵ درصد خاک در محدوده الاستیک می‌باشد و با باربرداری از همان مسیر بارگذاری به حالت اول بر می‌گردد و کرنش‌های بزرگتر از آن در محدوده پلاستیک است. خاک در سربار ۶/۲۹ کیلوپاسکال پرفکت و در دو سربار دیگر رفتار سخت شوندگی از خود نشان می‌دهد. رس ساختمانی: در ۶ نمونه بدون آلودگی و با آلودگی ۱۲/۵ درصد روند افزایش تنش با افزایش سربار یکنواخت می‌باشد ولی در آلودگی ۶ درصد نمودار دو سربار ۱۸/۸۸ و ۳۱/۴۷ کیلوپاسکال به هم نزدیک است و بعد از کرنش ۱/۵ درصد نمودار افت می‌کند و نمودار مربوط به سربار کمتر در زیر آن‌ها قرار دارد، در قسمت الف شکل رفتار خاک تا

کرنش حدود ۰/۱۶ درصد برای دو سربار ۱۸/۸۸ و ۳۱/۴۷ کیلوپاسکال الاستیک می‌باشد و از قانون هوک پیروی می‌کند و خاک حالت سخت شوندگی دارد ولی در سربار دیگر تا کرنش ۰/۰۳۳ رفتار الاستیک و بعد آن پلاستیک است و رفتار خاک در این سربار پرفکت است. در اشکال ب و ج خاک تا کرنش ۰/۰۳۳ الاستیک و بعد از آن وارد محدوده پلاستیک می‌شود و در هر دو، در سربار ۶/۲۹ کیلوپاسکال خاک رفتار پرفکت و در دو سربار دیگر رفتار خاک سخت شونده دارد.

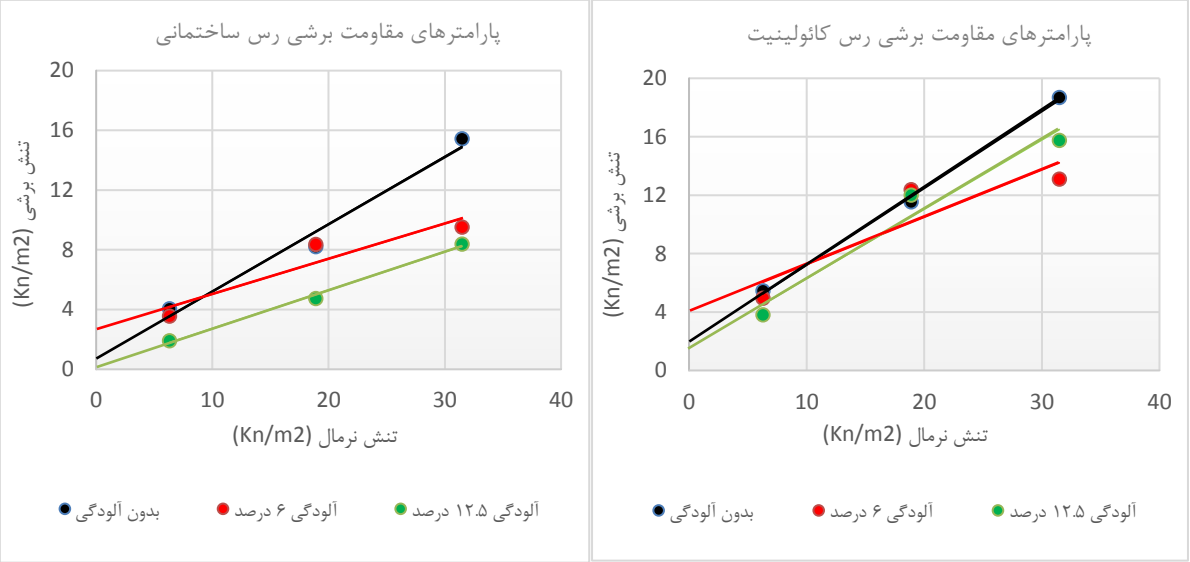



**شکل ۷- مقایسه نمودارهای تنش-کرنش الف) کائولینیت و ساختمانی با سربار۶/۲۹ کیلوپاسکال ب) کائولینیت و ساختمانی با سربار ۱۸/۸۸ کیلوپاسکال ج) کائولینیت و ساختمانی با سربار ۳۱/۴۷ کیلوپاسکال بدون آلودگی و با آلودگی۶ و ۱۲/۵ درصد**

رس کائولینیت: براساس اشکال ۷ به‌دست آمده از نتایج آزمایش با افزایش سربار، محدوده تنش مربوط به نمونه‌های مختلف افزایش می‌یابد، در شکل الف در دو نمونه بدون آلودگی و با ۶ درصد آلودگی نمودار تا کرنش ۱/۵ درصد برابر صعود می‌کند و بعد از آن نمونه ۶ درصد آلوده افت تنش دارد و نمودار مربوط به آلودگی ۱۲/۵ درصد در زیر آن‌ها قرار دارد و در شکل ب نمودار مربوط به آلودگی‌های مختلف به هم نزدیک می‌باشند و در شکل ج با آلوده شدن نمونه مقاومت افت می‌کند. در شکل الف تا کرنش حدود ۰/۰۵ رفتار خاک برگشت پذیر است و بعد آن وارد محدوده پلاستیک می‌شود و در آلودگی‌های مختلف رفتار خاک پرفکت می‌باشد و فقط در نمونه بدون آلودگی بعد از کرنش ۱/۳ درصد خاک رفتار سخت شوندگی از خود نشان می‌دهد.رس ساختمانی: بر اساس شکل ۷ در رس ساختمانی، افزایش سربار موجب افزایش دامنه تنش‌ها شده و با افزایش آلودگی در هر سه گروه با سربارهای مختلف تنش کاهش می‌یابد و روند

این کاهش در اشکال الف و ب در دو نمونه بدون آلودگی و با ۶ درصد آلودگی به هم نزدیک می‌باشد و در نمونه‌ها با سربار ۳۱/۴۷ کیلونیوتن بر متر مربع دو نمونه مربوط به ۶ و ۱۲/۵ درصد آلودگی به هم نزدیک می‌باشند.در تمامی نمونه‌ها تا کرنش ۰/۰۳۳ رفتار خاک در محدوده الاستیک می‌باشد و بعد از آن وارد فاز پلاستیک شده است و سه نمونه شکل الف حالت پرفکت و ۶ نمونه سربار ۱۸/۸۸ و ۳۱/۴۷ کیلونیوتن بر مترمربع حالت سخت شوندگی دارد.

## ۲-۷. پوش گسیختگی رس کائولینیت و ساختمانی




**شکل ۸) پوش گسیختگی الف)رس کائولینیت ب) رس ساختمانی**

مقادیر زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی رس کائولینیت و ساختمانی بر اساس پوش گسیختگی رسم شده در اشکال الف و ب به شرح ذیل است: کائولینیت بدون آلودگی: زاویه اصطکاک داخلی ۲۸/۱ درجه و چسبندگی ۲ کیلو پاسکال/ کائولینیت با آلودگی ۶ درصد: زاویه اصطکاک داخلی ۱۸ درجه و چسبندگی ۳/۹ کیلو پاسکال/ کائولینیت با ۱۲/۵ درصد آلودگی: زاویه اصطکاک داخلی ۲۵/۴ درجه و چسبندگی ۱/۲ کیلو پاسکال.

ساختمانی بدون آلودگی: زاویه اصطکاک داخلی ۲۴/۳ درجه و چسبندگی ۰/۸ کیلو پاسکال/ ساختمانی با آلودگی ۶ درصد: زاویه اصطکاک داخلی ۱۳/۲ درجه و چسبندگی ۲/۵ کیلو پاسکال/ ساختمانی با آلودگی ۱۲/۵ درصد: زاویه اصطکاک داخلی ۱۴/۴ درجه و چسبندگی ۰/۳ کیلو پاسکال.

## ۳. بحث و نتیجه‌گیری

۱۸ نمونه از رس کائولینیت و ساختمانی با آلودگی۶،۰ و ۱۲/۵ درصد از شیرابه و تحت سربارهای ۶/۲۹، ۱۸/۸۸ و ۳۱/۴۷ کیلوپاسکال مورد آزمایش قرار گرفت، بر اساس نتایج به‌دست آمده مشاهده شد، افزایش سربار موجب افزایش تنش شده و این قضیه در هر دو نوع رس صادق است فقط در آلودگی ۶ درصد در هر دو نوع رس، تنش در سربار ۱۸/۸۸ و ۳۱/۴۷ کیلوپاسکال بسیار به هم نزدیک است، همچنین افزایش آلودگی موجب افت مقاومت شده است به جز نمونه کائولینیت با سربار ۱۸/۸۸ کیلوپاسکال که آلودگی تاثیر چشمگیری در افت تنش نداشته است.رس کائولینیت: در سربار ۶/۲۹ کیلوپاسکال با افزایش آلودگی به ۶ درصد افت تنش مشاهده نشد و با افزایش آن به ۱۲/۵ درصد ۲۹ درصد افت داشتیم، در سربار ۱۸/۸۸ کیلوپاسکال با افزایش آلودگی افتی مشاهده نشد و در سربار ۳۱/۴۷ کیلوپاسکال با افزایش آلودگی به ۶ درصد، ۲۹ درصد افت و با افزایش آلودگی به

۱۲/۵ درصد، ۱۸/۶ درصد کاهش تنش داشتیم و در مجموع افت تنش‌ها در نمونه‌های رس ساختمانی بیشتر از رس کائولینیت می‌باشد و به جز در دو نمونه این افت‌ها مشهود می‌باشد و در رس کائولینیت تا کرنش های حدود ۰/۰۲۵ درصد آلودگی در افت تنش تاثیری نداشته و در رس ساختمانی تا کرنش حدود ۰/۰۳۳ تاثیر آلودگی در نمونه‌ها بدون اثر بوده است.

مقادیر زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی به طور کلی در رس ساختمانی از کائولینیت کمتر می‌باشد، در رس کائولینیت، چسبندگی با افزایش آلودگی به ۱۲/۵ درصد، ۴۰ درصد کاهش می یابد و زاویه اصطکاک داخلی با افزایش آلودگی به ۶ درصد، ۳۵/۸ درصد افت و با افزایش مقادیر آلودگی به ۱۲/۵ درصد، ۹/۵۸ درصد کاهش دارد. در رس ساختمانی با افزایش آلودگی به ۱۲/۵ درصد چسبندگی ۶۲/۵ درصد کاهش دارد و زاویه اصطکاک داخلی با افزایش آلودگی به ۶ درصد، ۴۵ درصد افت و با افزایش آلودگی به ۱۲/۵ درصد، ۴۰ درصد افت داشت. در مجموع با افزایش آلودگی به مقادیر ۶ درصد، افزایش چسبندگی و با افزایش آن به ۱۲/۵ درصد کاهش چسبندگی رخ داد و زاویه اصطکاک داخلی نیز در هر دو نوع رس با افزایش آلودگی کاهش می یابد.

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش، آلوده شدن خاک به شیرابه البرز موجب کاهش مقاومت خاک و زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی شد، در نتیجه به منظور جلوگیری از این موارد می‌توان از مدفن های مهندسی استفاده کرد و یا در صورت آلوده شدن خاک باید به کمک مواد بهسازی کننده خاک، این ضعف را جبران کنیم.

## مراجع

حسن زاده، ا. ر.، بیگلری‌فدافن، ع.، موسوی، ی.، طبرسا، ع . ۱۳۹۸. ارزیابی تاثیر شیرابه زائدات شهری بر ویژگی‌های مکانیکی خاک ریزدانه. تحقیقات آب و خاک ایران، دوره۵۱، شماره۵.

حسنلوراد، م .، حسین زاده، م.، نائینی، س. ا . ۲۰۲۱. بررسی تاثیر نیترات سرب بر رفتار و مقاومت برشی ماسه رس دار نشریه مهندسی عمران امیرکبیر،۵۳ (۲)،۵۸۸-۵۷۵.

خدابنده، م. ع.، کرامتی، م، حسینی، م.، نوکنده، ص. ۱۳۹۸ . بررسی تاثیر شیرابه برمیزان فروریزش و پارامترهای مقاومت برشی خاک های رمبنده . نشریه مهندسی عمران امیرکبیر،دوره۵۱،شماره۱: ۵۸-۴۵.

عسگری‌لاسکی، ب و مهرداد، م. ع .۱۳۹۲. بررسی تاثیرنفوذشیرابه زباله های شهری برمقاومت برشی خاک رس. اولین کنفرانس ملی مهندسی ژئوتکنیک ایران.

Ganiyu, S. A., Are, K. S., & Olurin, O. T. (۲۰۲۰). Assessment of geotechnical and physico-chemical properties of age-long greywater-contaminated soils in basement complex areas, southwest Nigeria. Applied Water Science, ۱۰(۵), ۱-۱۵.

Jablonska-Trypuc, A.,Wydro, U.,Wolejko, E., Pietryczuk, A., Cudowski, A., Leszczynski, J., Rodziewicz, J., Janczukowicz, W., Butarewicz, A .۲۰۲۱. Potential toxicity of leachate from the municipal landfill in view of the possibility of their migration to the environment through infiltration into groundwater.Environmental Geochemistry and Health ,٤٣(٩),٣٦٨٣-٣٦٩٨.

Sharma, P., Joia, P, S., Singh, A. ۲۰۲۱. An experimental study to understand the effects of leachate on geotechnical characteristics of silty soil.

Soujanya Kamble, B., Raj Saxena, P., Mohan Kurakalva, R., Shankar K .۲۰۲۰. Evaluation of seasonal and temporal variations of groundwater quality around Jawaharnagar municipal solid waste dumpsite of Hyderabad city,India.

# Effect of leachate of Alborz landfill on the resistance behavior of kaolinite clay and construction

**Reza Irani[۱] , Mahmoud Reza Shahverdi[۲]**

۱-Student,Department of Civil Engineering,Tafresh University
۲-Assistant Professor, Department of Civil Engineering,Tafresh University

## Abstract

Over time, production and accumulation of waste in landfills along with increasing temperature, rainfall, etc. can lead to the production of a dark colored and smelly liquid that contains heavy metals, bacteria and all kinds of organic and inorganic pollution. Investigation of strength behavior of leachate-contaminated soil is very important because the leachate changes soil parameters and bearing capacity on the other hand this parameters be used in different design equation.The aim of this study is to find the trend of changes in internal friction angle and soil adhesion of contaminated soil with leachate. For this purpose, several tests were carry out on kaolinite and construction clay. First, samples were taken from the leachate of Alborz landfill in Qom, then the soil was contaminated with leachate in different proportions. The samples were tested under different loads with simple shear test.Result of tests showed that the bearing capacity of the samples decreases with the increase in the percentage of contamination from ۰ to ۱۲/۵ %. Higher viscosity of leachate compared to water decreased the maximum stress by ۱۳٪ in kaolinite clay and ٤٥٪ in construction clay.Also, the values of internal friction angle and soil adhesion with the increase of leachate contamination of the samples, decreased by ٤۰٪ , ۹/٦٪ in kaolinite clay and ٦۲/۵٪ , ٤۱٪ in construction clay, respectively.

**Keywords: Alborz landfill leachate, simple shear machine, landfill, soil resistance behavior**