Amirkabir Journal of Civil Engineering

Amirkabir J. Civil Eng., 56(10) (2025) 1309-1320
DOI: 10.22060/ceej.2024.21554.7758

Effects of Gasoline Contamination on Geotechnical Properties of Silty Soils

Masoud Amelsakhi *[1], Afsane Najafpour [1], Mohammad Hadi Meshkatalsadat [2]

[1] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Qom University of Technology
[2] Department of Chemical, Qom University of Technology

ABSTRACT: The environment is faced with various pollution. Pollution with oil and oil derivatives such as gasoline and diesel is one of the most dangerous environmental aspects. Organic chemical materials are the basis of many industries such as fuel refining, petrochemical complexes, pesticides, and detergents. Inappropriate use of organic chemical materials can cause irreparable damage to the environment which has caused increasing concern in different countries. In addition to the harmful environmental effects such as groundwater and seawater pollution, it causes changes in the geotechnical properties of the soil, which manifests itself in cohesive soils with changes in the texture and overall structure of the soil. In this research, the laboratory investigation of the geotechnical properties of silty soil contaminated with different percentages of gasoline (5, 10, 15%) by performing the Atterberg limit tests (the liquid limit and the plastic limit), uniaxial compression strength, direct shear and compaction tests were carried out. The obtained results show that 27% decrease in the liquid limit and 48% decrease in the plastic limit with an increase in the amount of soil pollution with gasoline. Also decreasing trend is observed in the shear strength parameters of silty soil polluted with different percentages of gasoline. The results of both direct shear and uniaxial compression strength tests demonstrate decreasing in the shear strength of polluted soil with the same trend.

Review History:

Received: Jul. 04, 2022
Revised: Aug. 28, 2024
Accepted: Sep. 14, 2024
Available Online: Oct. 03, 2024

Keywords:

Oil Pollution
Gasoline
Geotechnical Parameters
Silty Soils

1- Introduction

The study of the effect of soil contamination on base oil has been carried out by various researchers since 1992. In these researches, soil with different weight percentages (ratio of oil weight to dry soil weight) mixed with oil after a period of one week to one month has been tested. Different types of granular and clay soils, pollution and oils with different characteristics (including viscosity and specific gravity) and different parameters have been tested. In 2007 Khamechian et al. [1] conducted experimental research to investigate the effects of base oil pollution on clay and sandy soils. The samples for this joint experiment were taken from 14 sampling stations through the beaches at depths of 0-10, 10-20 and 20-30 cm. Sieve analysis was done on soil samples. In 2018 Safahian et al. [2] performed experimental tests on illite clay that was polluted with different amounts of gasoline (0-20% by dry soil weight). Ashraf Nazir in 2011 [3] by investigating the effects of motor oil on the geotechnical properties of consolidated clay concluded that oil pollution causes a significant reduction in the unconfined compression stress of the soil, which has a reduction of about 38% compared to the natural value of the soil. Also, it showed a significant decrease in both liquid and plastic limits, which continues with the increase of the oil contamination period up to about 3 months, and after that, they remain constant.

2- Methodology

In this research, a vast laboratory tests are conducted on the ML soil (silty soil with low plasticity). Different plastic limit tests, limit tests, direct shear tests, uniaxial compression tests, and also compaction tests are performed on the base soil and the polluted soil with gasoline. The obtained experimental results are compared with the base soil obtained results. In this research 5, 10, and 15 percent gasoline contents are added to the base ML soil in order to compare the effect of the gasoline and its content effect on the geotechnical soil parameters. The considered geotechnical soil parameters in this experimental research are LL (Liquid limit). PL (plastic limit), unconfined compression strength, and direct shear test results demonstrate the internal soil friction angle and also cohesion.

3- Discussion and Results

By increasing the amount of pollutants up to 15%, a 27% decrease in the liquid limit of the soil and a 48% decrease in the plastic limit is observed. In other words, obtained results

*Corresponding author's email: mamelsakhi@yahoo.com

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to Amirkabir University Press. The content of this article is subject to the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC 4.0) License. For more information, please visit https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.

show that increasing the gasoline, decreases the LL and PL of the base soil. The obtained experimental results show that gasoline decreases the cohesion and the internal soil friction angle of the base soil. This matter is related to the lubrication effect of the gasoline in the middle of the soil particles. This lubrication effect decreases the shear strength of the ML soil mixture with gasoline. This reduction in the shear strength of the ML soil is related to the reduction of its internal soil friction angle and cohesion parameters. It is obvious that gasoline content in the ML soil decreases the uniaxial strength of the polluted ML soil with the gasoline. The gasoline between the soil particles decreases the compression strength of the soil due to its lubrication effect. In Figure 1, an example of the uniaxial compression strength of the ML soil polluted with gasoline is presented.

Fig. 1. An example of a uniaxial compression strength test

4- Conclusion

The obtained results in this experimental laboratory research show that increasing gasoline to the ML soil decreases the shear strength of the polluted ML soil. Gasoline also decreases the uniaxial compression strength of the polluted ML soil. This material also decreases the LL and PL of the ML soil that is mixed with gasoline. The main reason for a decrease in the strength parameters of the soil is related to the lubrication effect of the gasoline that is mixed with the ML soil.

References

[1] Khamehchiyan, Mashalah, Amir Hossein Charkhabi, and Majid Tajik. "Effects of crude oil contamination on geotechnical properties of clayey and sandy soils." Engineering geology 89.3-4 (2007): 220-229.

[2] Safehian, Hossein, Ali M. Rajabi, and Hasan Ghasemzadeh. "Effect of diesel-contamination on geotechnical properties of illite soil." engineering geology 241 (2018): 55-63.

[3] Nazir, Ashraf K. "Effect of motor oil contamination on geotechnical properties of over consolidated clay." Alexandria Engineering Journal 50.4 (2011): 331-335.

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۶، شماره ۱۰، سال ۱۴۰۳، صفحات ۱۳۰۹ تا ۱۳۲۰
DOI: 10.22060/ceej.2024.21554.7758

بررسی اثر گازوئیل بر روی خواص ژئوتکنیکی خاکهای سیلتی

مسعود عامل سخی [1]*، افسانه نجف پور[1]، سید محمد هادی مشکوه السادات[2]

۱- گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه صنعتی قم، قم، ایران،
۲- گروه شیمی، دانشگاه صنعتی قم، قم، ایران.

خلاصه: امروزه محیط زیست با آلودگی‌های مختلفی رو به رو می شود که آلودگی با نفت و مشتقات نفتی از قبیل بنزین و گازوئیل یکی از خطرناک‌ترین آنها است. مواد شیمیایی آلی، پایه و اساس صنایع بسیاری مانند پالایش سوخت، مجتمع‌های پتروشیمی، سموم دفع آفات و مواد شوینده است. استفاده نادرست از مواد شیمیایی آلی می‌تواند خسارات جبران ناپذیری به محیط زیست وارد کند که باعث نگرانی روز افزون کشورهای مختلف شده است. علاوه بر تاثیرات مخرب زیست محیطی مانند آلودگی آبهای زیرزمینی و آب دریاها، باعث تغییراتی در خصوصیات ژئوتکنیکی خاک میشود که در خاکهای چسبنده با تغییر در بافت و ساختار کلی خاک نمود پیدا میکند. در این پژوهش به بررسی آزمایشگاهی خصوصیات ژئوتکنیکی خاک سیلتی آلوده به درصدهای مختلف گازوئیل(۵،۱۰،۱۵٪) با انجام آزمایشهای حدود آتربرگ (تعیین حد روانی و تعیین حد خمیری)، مقاومت فشاری تک محوری، برش مستقیم و آزمایش تراکم پرداخته شده است. نتایج بدست آمده از این تحقیق، نشان دهنده کاهش ۲۷ درصدی حد روانی و کاهش ۴۸ درصدی حد خمیری با افزایش میزان آلودگی خاک با گازوئیل می‌باشد. همچنین روند کاهشی در پارامترهای مقاومت برشی خاک سیلتی آلوده به درصدهای مختلف گازوئیل مشاهده شد. نتایج هر دو آزمایشهای برش مستقیم و مقاومت برشی تک محوری با روند مشابه، کاهش مقاومت برشی خاک آلوده را نشان داده‌اند.

تاریخچه داوری:
دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۳
بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۰۷
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۴
ارائه آنلاین: ۱۴۰۳/۰۷/۱۲

کلمات کلیدی:
آلودگی نفتی
گازوئیل
پارامترهای ژئوتکنیکی
خاک سیلتی

۱- مقدمه

امروزه انسان برای دست‌یابی به اهداف و منافع خود به طبیعت آسیب میزند که در اثر این فعالیت ها نه تنها هوا و آب، بلکه خاک نیز آلوده می‌شود. آلوده شدن زمین علاوه بر آلودگی سفره‌های آب زیرزمینی و به خطر انداختن زندگی افراد جامعه واکوسیستم حول نواحی آلوده، باعث تغییراتی در وضعیت سازه‌های واقع بر روی خاک می‌شود. مواد شیمیایی آلی پایه و اساس صنایع بسیاری همچون پالایش سوخت، مجتمع‌های پتروشیمی، سموم دفع آفات و مواد شوینده است. استفاده نادرست از مواد شیمیایی آلی می‌تواند خسارات جبران ناپذیری به محیط زیست وارد کند که باعث نگرانی روزافزون شده است. بسیاری از این ترکیبات (به عنوان مثال، سوخت هایی مانند بنزین و گازوئیل) در اثر استفاده یا ذخیره نادرست نفتی به روش‌های مختلفی مانند استخراج و حمل و نقل روغن، نشت از مخازن ذخیره شده و خطوط لوله انتقال باعث آلوده شدن خاک و آب می‌شوند. تا به امروز به منظور مطالعه تغییرات ژئوتکنیکی خاکهای آلوده به نفت و مشتقات نفتی و استفاده مجدد از آنها، تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. از جمله مهمترین مشکلات پیش روی مهندسین، کاهش مقاومت برشی خاک در اثر آلودگی و همچنین تغییرات عمده بر روی خواص ژئوتکنیکی آنها بوده است، از این رو شناسایی آلاینده‌ها و بررسی تاثیرات کلی و جزئی روی خواص ژئوتکنیکی خاک برای اهداف مهندسی و زیست محیطی بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

بررسی تأثیر آلودگی انواع خاک به نفت خام، از سال ۱۹۹۲ تاکنون توسط محققین مختلف انجام گرفته است. در این پژوهش‌ها خاک با درصدهای مختلف وزنی (نسبت وزن نفت به وزن خاک خشک) با نفت مخلوط شده پس از گذشت زمانی از یک هفته تا یک ماه، مورد آزمایش قرار گرفته است. انواع خاک‌های دانه‌ای و رسی، آلودگی و نفتهای با مشخصات متفاوت (از جمله لزجت و وزن مخصوص) و پارامترهای مختلف آزمایش شده‌اند.

ماشالله خامه‌چیان و همکاران در سال ۲۰۰۷ [۱] آزمایشاتی به جهت

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: mamelsakhi@yahoo.com

حقوق مؤلفین به نویسندگان و حقوق ناشر به انتشارات دانشگاه امیرکبیر داده شده است. این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License) در دسترس شما قرار گرفته است. برای جزئیات این لیسانس، از آدرس https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode دیدن فرمائید.

بررسی اثرات آلودگی نفت خام بر روی خاک های رسی و ماسه‌ای انجام دادند. نمونه‌ها برای این آزمایش مشترک از ۱۴ ایستگاه نمونه برداری از طریق سواحل از عمق های۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰ سانتی متر انجام شد. تجزیه و تحلیل غربال بر روی نمونه‌های خاک انجام شد. تجزیه و تحلیل خاک با استفاده از اشعه ایکس (XRD) و اشعه ایکس فلورسانس (XRF) برای تعیین کانی شناسی و شناخت ترکیب شیمیایی خاک ها صورت گرفتند و نتایج پژوهش حاکی از ارتباط مستقیم آلودگی روغن با زاویه اصطکاک داخلی Ø خاکCL و رابطه غیر مستقیم آلودگی روغن با زاویه اصطکاک داخلی Ø خاک SP(ماسه ضعیف دانه بندی شده) و SM (ماسه سیلتی) می‌باشد. همچنین محققین گزارش دادند که به طور کلی، آلودگی روغن باعث کاهش نفوذپذیری و مقاومت برشی خاک می‌شود و همچنین با افزایش درصد مقادیر روغن در خاک، مقدار چسبندگی به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد که این کاهش در درصدهای اولیه مقدار چشمگیرتری می‌باشد.

صافحیان و همکاران در سال ۲۰۱۸ [۲] آزمایشاتی بر روی خاک رس ایلیت انجام دادند که با مقادیر مختلف دیزل (۰ تا ۲۰ ٪ با وزن خشک خاک) آلوده شده بود. در این مقاله، ویژگی‌های ژئوتکنیکی نمونه‌های ایلیت تمیز و آلوده به ترتیب شامل مشخصات تراکمی، تراکم پذیری، پارامترهای مقاومت برشی و مقاومت فشاری تک محوری به ترتیب از طریق تراکم، تحکیم، برش مستقیم و مقاومت فشاری محدود نشده مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه ها به صورت دستی آلوده شدند و به منظور جلوگیری از تبخیر مایع، آب و دیزل در یک کیسه پلاستیکی بسته شده روی خاک اسپری شدند. سپس نمونه‌ها به صورت دستی مخلوط شدند. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده کاهش در حداکثر چگالی خشک و افزایش مقدار مایع بهینه در حضور گازوییل است. تراکم پذیری خاک وقتی که در معرض سیال آلی قرار گرفت افزایش یافت. افزودن مقادیر دیزل، چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی و مقاومت فشاری تک محوری خاک را کاهش می‌دهد. اضافه کردن دیزل به ایلیت منجر به افزایش ضریب فشرده سازی (CC) می شود و همچنین باعث تحکیم ایلیت می‌شود.

اشرف نظیر [1] در سال ۲۰۱۱ [3] با بررسی اثرات روغن موتور بر روی خواص ژئوتکنیکی خاک رس تحکیم یافته به این نتیجه رسید که آلودگی روغن باعث کاهش قابل توجهی درتنش فشاری نامحصور خاک می‌شود که در مقایسه با مقدار طبیعی خاک، کاهش حدود۳۸٪ دارد. همچنین کاهش چشمگیر در هر دو حد روانی و خمیری را نشان داد که با افزایش مدت زمان آلودگی روغن تا حدود ۳ ماه ادامه دارد و پس از آن، ثابت می مانند، زیرا خاک رسی به دلیل کاهش ضخامت لایه دوگانه، ساختار را حفظ می‌کند. همچنین سلطانی-جیغه و همکاران [۴] و پوری [۵] پارامترهای ژئوتکنیکی ماسه های آلوده به روغن را مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که زاویه اصطکاک مقاومت و مقاومت برشی ماسه به طور منفی تحت تأثیر محتوای روغن قرار می‌گیرد.

کرمانی در سال ۲۰۱۲ [۶] آزمایشاتی در زمینه آلوگی خاک به نفت خام و تأثیر آلودگی بر خصوصیات ژئوتکنیکی خاک، بر روی خاکهای ماسه ای انجام دادند. با استفاده از آزمایشهای تراکم، مقاومت برشی، نفوذ پذیری و حدود آتربرگ نتایج زیر حاصل شد: کاهش سطح ویژه، افزایش وزن خشک مخصوص حداکثر، افزایش نفوذ پذیری وکاهش مقاومت برشی. در پژوهشی که توسط خسروی و همکاران در سال ۲۰۱۳ [۷] انجام شد مجموعه ای از آزمایشهای تحکیم بر روی نمونه‌های کائولونیت و مخلوطی از کائولونیت و بنتونیت با پلاستیسیته بالا و پایین انجام شد و نتایج زیر حاصل شد: شاخص تراکم پذیری Cc با افزایش غلظت مواد آلی افزایش می‌یابد. با افزایش غلظت مایع آلی روند افزایشی در فشار پیش تحکیمی ایجاد می‌شود.

ال سند [2]در سال ۱۹۹۵ [۸] به صورت آزمایشگاهی تغییر خواص ژئوتکنیکی خاکهای آلوده به روغن را بررسی کرد که شامل تستهای نفوذپذیری آزمون‌های سه محوری و تحکیم بر روی ماسه تمیز و آلوده به چگالی نسبی یکسان بود. نمونه‌ها با مخلوط کردن ماسه کشور کویت با روغن در میزان ۶ ٪ وزنی و یا کم‌تر از شرایط میدانی آماده شدند. نتایج نشان‌دهنده کاهش کمی در مقاومت و نفوذپذیری و افزایش تراکم پذیری ناشی از آلودگی بوده است.

ابوسنینا [3]و همکاران درسال ۲۰۱۵ [۹] اثر آلودگی روغن بر خواص مکانیکی ماسه و بتن را مورد بررسی قرار دادند. برای ماسه‌های نرم آلوده به نفت خام سبک، مشخص شد که چسبندگی به طور قابل‌توجهی تا ۱ ٪ آلودگی نفتی افزایش یافت و سپس با افزایش درصد نفت خام کاهش یافت در حالی که کاهش اندک در زاویه اصطکاک با آلودگی نفتی مشاهده شد. بالاترین مقدار تراکم برای ملات با ۱ ٪ آلودگی روغن به دست آمد و تنها با ۱۸ درصد کاهش در مقاومت ملات با ۱۰ % آلودگی نفتی در مقایسه با نمونه‌های آلوده نشده، بدست آمد.

1 Ashraf nazir

2 AL_sanad

3 Rajab.M.abousnina

جدول ۱. مشخصات فیزیکی خاک

Table 1. Soil physical characteristics

ML	طبقه بندی
۲۰	LLحد روانی
۳	PIنشانه خمیری
-	SEدرصد ارزش ماسه ای
۰/۱ درصد	شن
۲۲/۲ درصد	ماسه
۷۷/۷ درصد	لای و رس

۲- مواد و مصالح آزمایش

خاک و گازوئیل دو ماده اساسی مورد استفاده قرار گرفته در این پژوهش هستند که خواص فیزیکی و مکانیکی هردو ماده در ادامه توضیح داده می‌شود.

۲- ۱- خاک

خاک استفاده شده در این پژوهش خاک لای با خمیری کم می‌باشد. خاک مورد نظر را میتوان با توجه به سیستم طبقه بندی یونیفاید به عنوان ML (خاک لای با خمیری کم) نامگذاری کرد. مشخصات دقیق فیزیکی خاک در جدول ۱ آورده شده است.لای یا سیلت[1] یکی از خاک های ریزدانه می‌باشد که از دانه های بسیار ریز کوارتز وذرات پولکی شکل حاصل از متلاشی شدن کانی های میکادار تشکیل شده است که کمتر از ۱۲ درصد رس و بیشتر از ۸۰ درصد لای را شامل می شود.

۲- ۲- گازوئیل

گازوئیل استفاده شده در این آزمایش از پالایشگاه نفت تهران تهیه شد. بنا به اطلاعات دریافت شده از این شرکت گازوئیل شامل هیدروکربن ها در محدوده (C14-C25) با دامنه نقطه جوش ۲۴۰-۳۸۰ درجه سانتیگراد می باشد.ترکیبات سازنده گازوئیل، پارافین ها و آروماتیک‌ها[2] هستند.

۲- ۳- آب

آب مصرفی در روند آزمایش، آب آشامیدنی از سیستم لوله کشی آزمایشگاه می باشد.

۳- آماده سازی نمونه و روش آزمایش

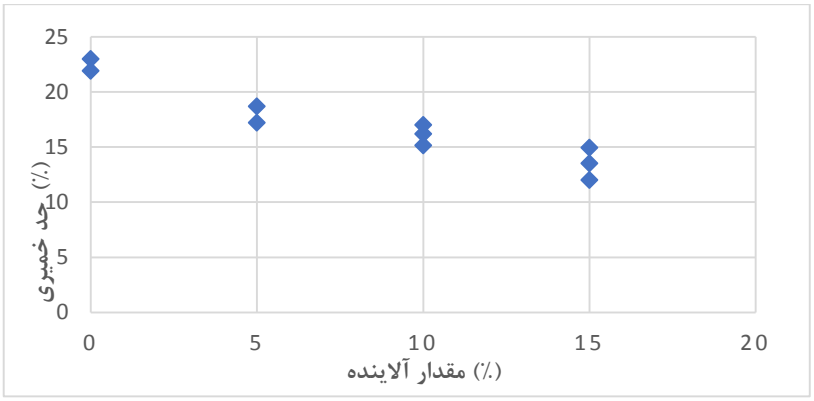
نمونه های موردنظر برای آزمایش، شامل خاک طبیعی و خاک آلوده شده با درصدهای مختلفی از گازوئیل بود .خاک آلوده با اضافه کردن ۵، ۱۰ و ۱۵٪ وزنی گازوئیل به خاک طبیعی [۱۰] ،طبق یافته‌های استبرق[3] و همکاران در سال ۲۰۱۷ [۱۱] و در هوای آزاد خشک شده آماده شد. مقدار مشخص گازوئیل بر روی خاک خشک برای رسیدن به توزیع یکنواخت در سرتاسر نمونه اسپری شد و سپس به مدت دو ساعت برای رسیدن به بافت متعادل به صورت دستی مخلوط شد(شکل۱). میگودا[4] و همکاران [۱۲]نشان دادند که یک هفته برای به تعادل رساندن خاک و مواد شیمیایی آلی کافی می‌باشد، لذا نمونه خاک آلوده آماده شده درون یک ظرف پوشیده برای به تعادل رسیدن خاک و آلاینده و واکنش های احتمالی بین خاک و گازوئیل و حفظ رطوبت خاک به مدت یک هفته در فضای آزمایشگاه نگهداری شد.

آلوده کردن نمونه‌ها می‌تواند به روشهای مختلف مانند روش نفوذ آرام آلاینده و یا اختلاط دستی آلاینده انجام شود. روش نفوذ، آلودگی کوتاه مدت و روش اختلاط، آلودگی بلند مدت را شبیه سازی می‌کند [۱۳].

1 Silt
2 Aromatic
3 R_stabragh
4 Meegoda

شکل ۱. اسپری کردن گازوئیل به صورت دستی بر روی خاک ML

Fig. 1. Spraying gasoline manually on the ML soil



شکل ۲. تاثیر آلودگی گازوئیل روی حد خمیری

Fig. 2. The effect of gasoline pollution on the plastic limit

۳- ۱- آزمایشهای صورت گرفته

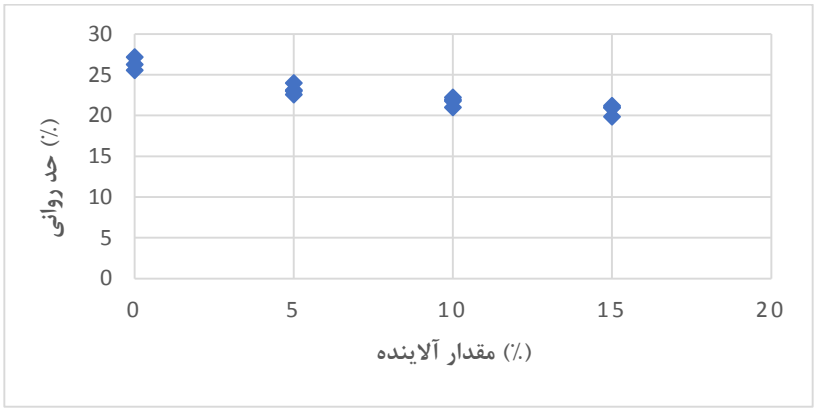
برنامه های آزمایشی مورد استفاده در این تحقیق شامل اندازه گیری حدود آتربرگ[1](حدروانی و حد خمیری)، برش مستقیم[2]، مقاومت فشاری تک محوره برای بررسی اثرات آلودگی گازوئیل بر خصوصیات ژئوتکنیکی نمونه های انتخابی خاک بوده است.

۳- ۱- ۱- آزمایش حدود آتربرگ

به منظور بررسی اثر گازوئیل بر روی خواص خمیری خاک مورد بررسی، حدود روانی و خمیری خاک طبیعی و خاک آلوده با ۵، ۱۰ و ۱۵٪ گازوئیل تعیین شدند که نتایج در شکلهای ۲ و ۳ ارائه شده‌اند.

نتایج نشان داده شده در شکل ۲ و ۳ حاکی از کاهش حدود آتربرگ (PL،LL) در اثر افزایش مقدار آلاینده هستند. با افزایش مقدار آلاینده تا ۱۵ درصد، کاهش ۲۷ درصدی حد روانی خاک و کاهش ۴۸ درصدی حد

1 Atterbergs limits
2 Direct shear tests



شکل ۳. تاثیر آلودگی گازوئیل روی حد روانی

Fig. 3. The effect of gasoline pollution on the liquid limit

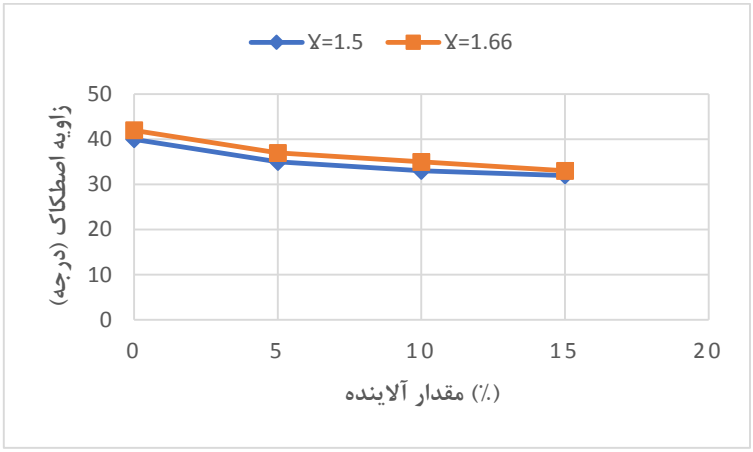
خمیری قابل مشاهده می‌باشد. توجیه این مطلب می‌تواند به این صورت باشد که مولکول‌های آب دوقطبی هستند. یعنی در یک سمت شامل بار مثبت و در سمت دیگر دارای بار منفی می باشند، به علاوه آلاینده استفاده شده یعنی گازوئیل که از نفت خام به دست می‌آید دارای ترکیبات غیر قطبی بیشتر نسبت به ترکیبات معدنی یعنی ترکیبات با فلزات می‌باشد. در نتیجه گازوئیل برخلاف آب یک ترکیب غیرقطبی به حساب می آید و ذرات رس که دارای بار منفی بر روی سطحشان می‌باشند هیچگونه تمایلی به برقراری ارتباط با مولکول‌های گازوئیل ندارند. با اضافه شدن گازوئیل به خاک به دلیل ایجاد فاصله بین پیوند های قطبی آب و خاک نیروی جاذبه ی آب و خاک کاهش می یابد و در نتیجه حدود اتربرگ کاهش می‌یابد [۱۴].

۳- ۱- ۲- تست برش مستقیم

مجموعه‌ای از تستهای برش مستقیم بر روی نمونه های خاک تمیز و آلوده با درصد متفاوت گازوئیل انجام شده است تا تأثیر آلودگی روغن بر زاویه اصطکاک و مقاومت برشی خاک را ارزیابی کند. این آزمایشات در جعبه برشی مربعی (۱۰سانتی متر × ۱۰سانتی متر) در بارهای طبیعی ۲۰ ، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در دو وزن مخصوص متفاوت با تراکم متوسط و تراکم بالا انجام شد. این آزمایشات به منظور جلوگیری از خروج آلاینده روغنی از خاک در شرایط خشک و نیز هر آزمایش حداقل ۴ بار انجام شد. تأثیر گازوئیل بر چسبندگی خاک (cohesion) در شکل ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که با اضافه کردن درصدهای مختلف گازوئیل به نمونه تمیز، مقدار چسبندگی خاک ML و همچنین زاویه اصطکاک Φ کاهش میابد. همچنین تغییرات در زاویه اصطکاک خاکهای آلوده به درصد های مختلف گازوئیل در شکلهای ۴ و ۵ ترسیم شده است. همانطور که مشاهده می شود حضور گازوئیل زاویه اصطکاک داخلی خاک را کاهش می‌دهد.

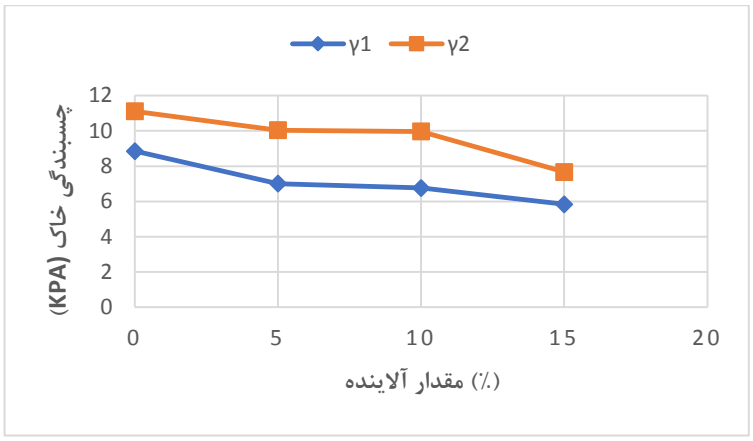
هنگامی که گازوئیل و آب به خاک اضافه می شود، هر دو در تماس با مواد معدنی به عنوان روان کننده عمل می‌کنند که در نتیجه اصطکاک بین ذرات کاهش یافته و ذرات روی هم میلغزند و زاویه اصطکاک را کاهش می‌دهند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهند با اضافه کردن ۵ درصد گازوئیل در هر مرحله زاویه اصطکاک به طور میانگین ۶/۵٪ و چسبندگی به طور میانگین ۹/۵٪ کاهش می‌یابد و این نتایج با یافته‌های خامه چیان [۱] و قاسم زاده [۱۵] و ذوالفهمی [۱۶] همسو می‌باشد.

همانطور که این نمودارها نشان می‌دهند با افزایش مقدار گازوئیل، مقاومت برشی خاک کاهش می‌یابد. زاویه اصطکاک خاک در هر دو تراکم متوسط و بالا به طور میانگین برای هر سه درصد آلودگی ۲۰٪ و چسبندگی خاک به طور میانگین در هر دو تراکم ۳۰٪ کاهش یافته است. علاوه بر این میتوان دریافت که گازوئیل در مقادیر اولیه خود تأثیر بیشتری دارد و بیشترین کاهش در۵ درصد اول آلودگی با گازوئیل است.



شکل ۴. تأثیر مقدار گازوئیل بر زاویه اصطکاک خاک با تراکم متوسط و تراکم بالا

Fig. 4. The effect of gasoline content on the friction angle of medium density and high density soil



شکل ۵. تأثیرمقدار گازوئیل بر چسبندگی خاک نمونه با تراکم متوسط و تراکم بالا

Fig. 5. The effect of gasoline content on cohesion of medium density and high density soil

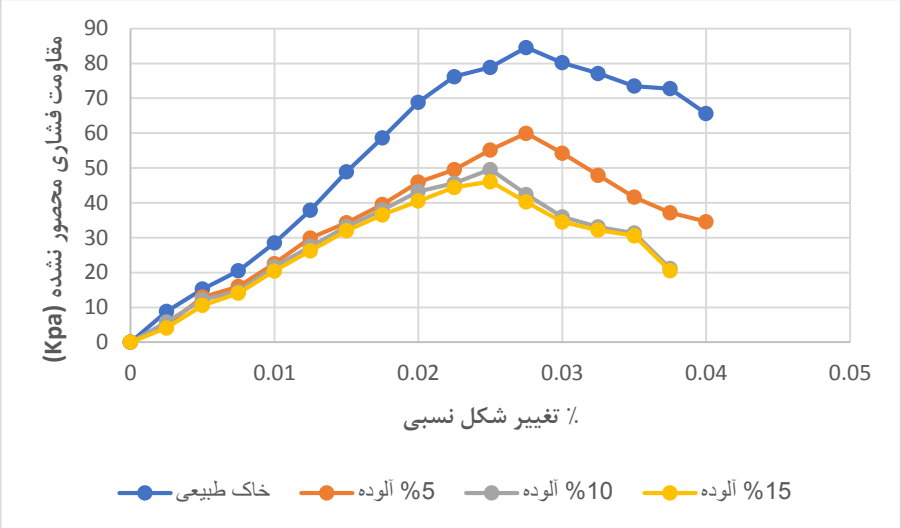
۳- ۱- ۳- تست مقاومت فشاری محصور نشده

در این پژوهش تستهای مقاومت فشاری تک محوره جهت ارزیابی بر روی نمونه‌های خاک طبیعی و آلوده به درصدهای مختلف گازوئیل انجام شد (شکل۶). هر نمونه استوانه‌ای به ابعاد ۵cm*۱۰ بود که با استفاده از قالبهای فلزی تهیه و آماده سازی شدند. شکل ۶ تاثیر گازوئیل را بر روی رفتار تنش-کرنش و مقاومت برشی محصور نشده خاک ML نشان می‌دهد. نتایج رفتار نرم شونده در منحنی تنش-کرنش خاک با افزایش محتوای گازوئیل را نشان می‌دهد. علاوه بر این، هر دو مقاومت فشاری محصور نشده و مدول مماسی ML با آلوده کردن خاک کاهش می‌یابد. مقدار مقاومت فشاری محصور نشده خاک ML با افزودن ۱۵٪ آلاینده به نمونه تمیز تقریبا ۵۴٪ کاهش می‌یابد (شکل ۷ و ۸)

در این مرحله میتوان گفت بین گازوئیل و خاک تعاملی برقرار نمی‌شود و گازوئیل به عنوان یک ماده جدای مخلوط نشده در خاک باقی می‌ماند [۱۲]و به دلیل روغنی بودن ماهیت بنیادین آن به عنوان روان کننده عمل می‌کند و می‌تواند موجب شود که ورقه‌های سیلت به راحتی روی هم بلغزند و مقاومت فشاری محصور نشده کاهش یابد. نتایج این آزمایش و آزمایش برش مستقیم

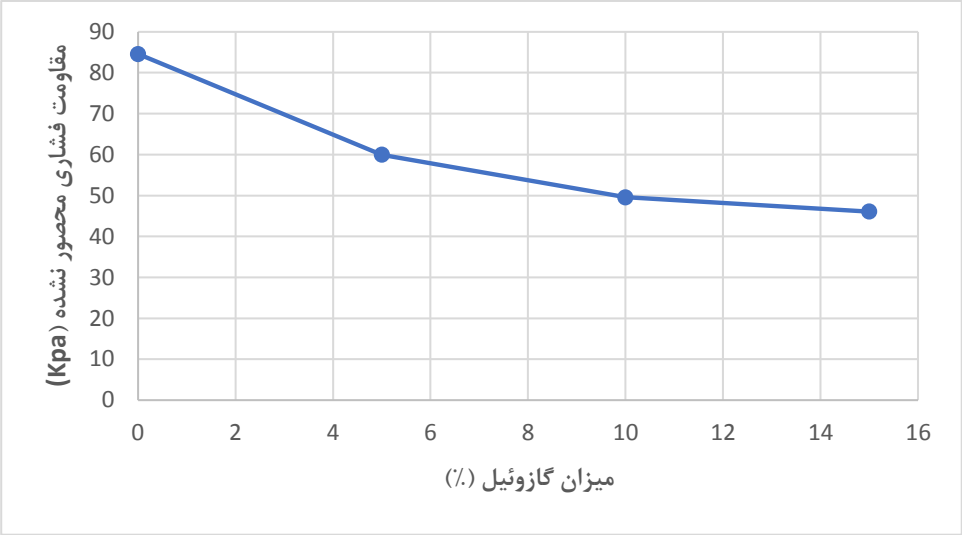
شکل ۶. نمونه‌های تحت بارگذاری تست مقاومت فشاری محصور نشده

Fig. 6. Samples under unconfined compression strength test loading



شکل ۷. تأثیر درصدهای مختلف گازوئیل بر رفتارتنش-کرنش ML

Fig. 7. The effect of different percentages of gasoline on stress-strain behavior of ML soil



شکل ۸. تأثیر مقدار گازوئیل بر مقاومت فشاری محصور نشده

Fig. 8. Effect of gasoline content on unconfined compression strength

از همخوانی نزدیکی با یکدیگر برخوردار هستند. هر دو آزمایش نشان می‌دهد که گازوئیل مقاومت برشی خاک را کاهش می دهد. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهند که بیشترین کاهش در درصد اولیه افزودن گازوئیل به خاک رخ می دهد.

۴- نتایج تحقیق

پژوهش حاضر در مورد تأثیر درصدهای مختلف آلودگی خاک با گازوئیل بر خصوصیات ژئوتکنیکی خاک ML انجام شد و نتایج زیر را می‌توان برای این نوع خاک بر اساس محدودیتهای آزمایشهای انجام شده به طور خلاصه دسته‌بندی نمود:

۱-به طور کلی آلودگی خاک با گازوئیل باعث کاهش حدود خمیری و روانی می‌شود. همانطور که گازوئیل با خاک مخلوط می‌شود، آلاینده ذرات خاک را احاطه می‌کند و باعث کاهش واکنش آب با ذرات خاک و در نتیجه کاهش ضخامت لایه دوگانه آب و کاهش قدرت پیوندهای آب و خاک می‌شود که باعث می‌شود حد روانی و حد خمیری کاهش یابد. نتایج حاکی از حداکثر کاهش ۲۷ درصدی حد روانی خاک و حداکثر کاهش ۴۸ درصدی حد خمیری با افزایش میزان آلودگی خاک با گازوئیل تا ۱۵درصد وزنی می باشد.

۲-با اضافه کردن درصدهای مختلفی(۵،۱۰،۱۵) از گازوئیل به خاک ML مقاومت برشی تمام نمونه‌ها کاهش یافت. هنگامی که گازوئیل به خاک اضافه می‌شود در تماس با مواد معدنی به عنوان روان کننده عمل می‌کند و ذرات می‌توانند به راحتی روی هم حرکت کنند این پدیده منجر به کاهش اصطکاک در بین ذرات و بنابراین کاهش زاویه اصطکاک خاک می شود با این حال، اثر آلودگی گازوئیل به پارامترهای مقاومت برشی یکنواخت نیست و به نوع خاک بستگی دارد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش درصد مقدار گازوئیل زاویه اصطکاک داخلی خاک ML کاهش می‌یابد. به طور میانگین زاویه اصطکاک داخلی خاکML در دو تراکم متوسط و تراکم بالا ۲۰ درصد و چسبندگی ۳۰ درصد کاهش یافت.

۳- نتایج نشان می‌دهد خاک ML تقریبا به صورت خطی تا شکست رفتار می‌کند. علاوه بر این، مقاومت فشاری غیر محصور خاک به طور میانگین برای درصدهای مختلف آلودگی تا ۳۹٪ کاهش می‌یابد که بیشترین مقدار کاهش برای ۵ درصد اولیه آلودگی می‌باشد و به ترتیب با افزایش میزان آلاینده کاهش می‌یابد. نتایج آزمایش فشاری محصور نشده و برش مستقیم همخوانی خوبی با هم داشته و هردو نشان می‌دهند که گازوئیل مقاومت برشی خاک ML را کاهش می‌دهند.

منابع

[1] Khamehchiyan, Mashalah, Amir Hossein Charkhabi, and Majid Tajik. "Effects of crude oil contamination on geotechnical properties of clayey and sandy soils." Engineering geology 89.3-4 (2007): 220-229.

[2] Safehian, Hossein, Ali M. Rajabi, and Hasan Ghasemzadeh. "Effect of diesel-contamination on geotechnical properties of illite soil." engineering geology 241 (2018): 55-63.

[3] Nazir, Ashraf K. "Effect of motor oil contamination on geotechnical properties of over consolidated clay." Alexandria Engineering Journal 50.4 (2011): 331-335.

[4] Soltani-Jigheh, Hossein, et al. "Effect of oil-degrading bacteria on geotechnical properties of crude oil–contaminated sand." Environmental & Engineering Geoscience 24.3 (2018): 333-341.

[5] Puri, Vijay K. "Geotechnical aspects of oil-contaminated sands." Soil and Sediment Contamination 9.4 (2000): 359-374.

[6] Kermani, Mohammad, and Taghi Ebadi. "The effect of oil contamination on the geotechnical properties of fine-grained soils." Soil and Sediment Contamination: An International Journal 21.5 (2012): 655-671.

[7] Khosravi, Elahe, et al. "Geotechnical properties of gas oil-contaminated kaolinite." Engineering Geology 166 (2013): 11-16.

[8] Al-Sanad, H. A., W. K. Eid, and N. F. Ismael. "GEOTECHNICAL PROPERTIES OF OIL-CONTAMINATED KUWAITI SAND. DISCUSSIONS AND CLOSURE." Journal of Geotechnical Engineering 122.9 (1996).

[9] Abousnina, Rajab M., et al. "Oil contaminated sand: An emerging and sustainable construction material." Procedia Engineering 118 (2015): 1119-1126.

[10] ASTM Committee D-18 on Soil and Rock. Standard test methods for one-dimensional consolidation properties of soils using incremental loading. ASTM International, 2011.

[11] Estabragh, A. R., et al. "Impacts of heating and surfactant treatments on the geotechnical properties of a cohesive soil." International Journal of Mechanical Sciences 144 (2018): 909-918.

[12] Ratnaweera, Prasanna, and Jay N. Meegoda. "Shear strength and stress-strain behavior of contaminated soils." Geotechnical Testing Journal 29.2 (2006): 133-140.

[13] Meegoda, Namunu J., and Ruwan A. Rajapakse. "Short-term and long-term permeabilities of contaminated clays." Journal of Environmental Engineering 119.4 (1993): 725-743.

[14] Shin, Eun Chul, and Braja M. Das. "Bearing capacity of unsaturated oil-contaminated sand." International Journal of offshore and polar Engineering 11.03 (2001).

[15] Ghasemzadeh, H., and M. Tabaiyan. "The effect of diesel fuel pollution on the efficiency of soil stabilization method." Geotechnical and Geological Engineering 35 (2017): 475-484.

[16] Rahman, Zulfahmi A., et al. "Influence of oil contamination on geotechnical properties of basaltic residual soil." American journal of applied sciences 7.7 (2010): 954.

[17] Abousnina, Rajab M., et al. "Oil contaminated sand: An emerging and sustainable construction material." Procedia Engineering 118 (2015): 1119-1126.

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

M. Amelsakhi, A. Najafpour, M. H. Meshkatalsadat, Effects of Gasoline Contamination on Geotechnical Properties of Silty Soils, Amirkabir J. Civil Eng., 56(10) (2025) 1309-1320.

DOI: 10.22060/ceej.2024.21554.7758

این صفحه عمداً خالی است