



پانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران

بررسی تاثیرات آلودگی گازوئیل بر روی خصوصیات ژئومکانیکی خاک رس

مطالعه موردی: ممل امدات مجتمع مسکونی مهر شیروان

فاطمه رجائی^{۱*}، غلامرضا لشکری پور^۲، محمد غفوری^۲، حمید بهرامی^۳ و احمد باقرپور مقدم^۴

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد F.Rajaie@yahoo.com

۲-استاد گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

۳و۴- کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی

چکیده

زندگی بشر وابسته به منابع انرژی و به ویژه سوخت های فسیلی همچون نفت، گاز، گازوئیل و غیره است. انرژی های پاک اثرات زیست محیطی به مراتب کمتری را نشان می دهند اما مواد هیدروکربنی می توانند محیط پیرامون خود مثل سنگ و خاک را دچار تغییر نمایند. در این تحقیق سعی شده تا تاثیر گازوئیل به عنوان یکی از پرمصرف ترین مواد هیدروکربنی در چرخه سوخت بر روی خصوصیات خاک هایی از پروژه مسکن مهر شهر شیروان بررسی گردد. بدین منظور خاک مورد مطالعه با مقادیر مختلف گازوئیل آغشته گردید و سپس آزمون های ژئوتکنیکی بر روی آن انجام شد و نتایج حاصل با خاک طبیعی مقایسه گردید. نکته حائز اهمیت در نتایج رفتار غیرخطی از خاک در برابر آلودگی به گازوئیل است که در تحقیق حاضر به جزئیات این رفتار پرداخته می شود.

واژه های کلیدی: خاک رس، آلودگی گازوئیل، خصوصیات ژئومکانیکی، شیروان

مقدمه

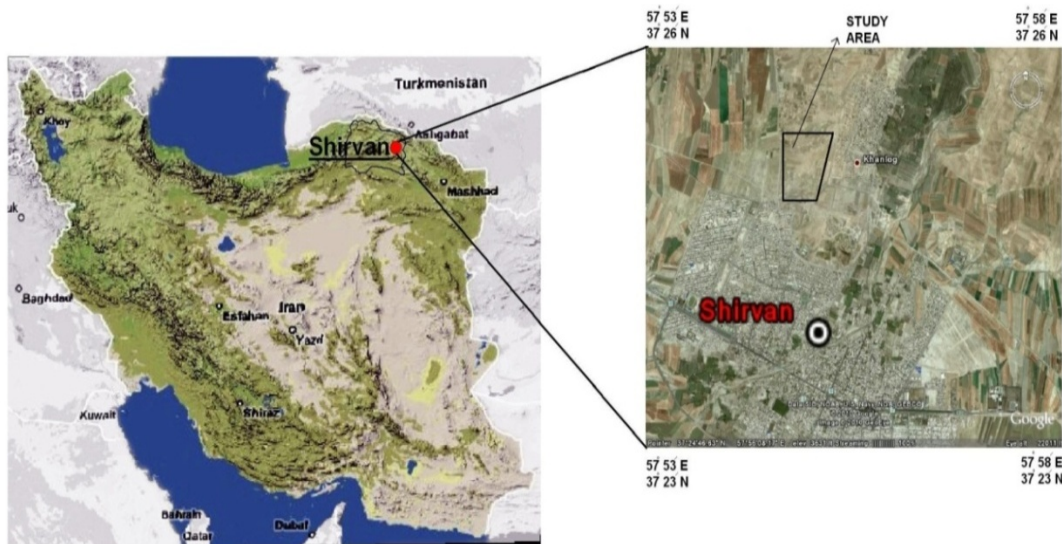
گازوئیل به عنوان یکی از پرمصرف ترین مواد هیدروکربنی به خصوص در صنایع حمل و نقل حائز اهمیت فراوان است. این مایع به دلیل کاربرد زیاد در جای این کره خاکی به طرق مختلف ذخیره یا انتقال داده می شود. نشت آلودگی های هیدروکربنی ممکن است به دلایلی مثل نشت از مخازن، خطوط انتقال قدیمی و پوسیده، انفجار، حوادث طبیعی مثل زمینلرزه و خسارات ناشی از عوامل مصنوعی مانند تصادفات اتفاق افتد. نشت گازوئیل باعث آلودگی آب و خاک شده و آلودگی خاک باعث ایجاد تغییر در خصوصیات ژئومکانیکی آن می شود و می تواند متعاقب آن پایداری شیب، ظرفیت باربری و غیره را دستخوش تغییر کند.

آلودگی خاک ها به مواد نفتی و تاثیر آن بر رفتار مهندسی خاکها در نقاط مختلفی از جهان از جمله در کشورهای نفت خیز بررسی شده است. تاثیر حرارت روی مقاومت، نفوذپذیری و تراکم پذیری ماسه آلوده به نفت در شرق عربستان سعودی توسط آیبان (Aiban) در سال ۱۹۹۸ بررسی شد. در سال ۱۳۸۳ اثر آلودگی به نفت خام بر پارامترهای مقاومت، نشست و تراکم پذیری ماسه توسط صدقیانی و همکارانش و تغییرات خصوصیات مهندسی ماسه ریزدانه مخلوط شده با بنتونیت آلوده به موادنفتی توسط بشیرگنبدی و همکاران بررسی شد. خامه چیان و همکارانش (Khamechiyan et al.) در سال ۱۳۸۳ به اثرات نفت خام بر تراکم پذیری

رسوبات و در ۲۰۰۷ به تاثیر نفت خام روی خصوصیات ژئوتکنیکی خاک رسی و ماسه ای پرداختند. مطالعه میکروسکوپی روی رس آلوده به نفت توسط حبیب و همکارانش (Habib-ur-Rehman et al.) در سال ۲۰۰۷ انجام شد. خسروی و همکاران در سال ۱۳۸۸ با استفاده از آزمایش برش مستقیم به تاثیر گازوئیل بر پارامترهای مقاومت برشی کاتولینیت پرداختند. در سال ۱۳۸۹ بررسی پارامترهای مقاومتی و تراکم پذیری بر خاک رس با پلاستیسیته پایین آلوده به نفت خام توسط خوش نشین لنگرودی و همکاران و روی خاک ماسه ای رس دار آلوده به نفت خام هم توسط محمدی اکبرآبادی انجام شده است. رحمان و همکارانش (Rahman et al.) در سال ۲۰۱۰ به بررسی اثر آلودگی نفتی روی خصوصیات ژئوتکنیکی سیلت پرداخته است. با این وجود تاکنون تاثیر آلودگی گازوئیل بر روی خاک طبیعی بررسی نشده است.

موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه مورد مطالعه محل احداث واحدهای مسکونی طرح مهر در شمال شهرستان شیروان از استان خراسان شمالی است که در عرض جغرافیایی $24^{\circ} 25' 37''$ شمالی و طول $57^{\circ} 55' 39''$ شرقی قرار دارد. منطقه مورد مطالعه در شکل (۱) نشان داده شده است.

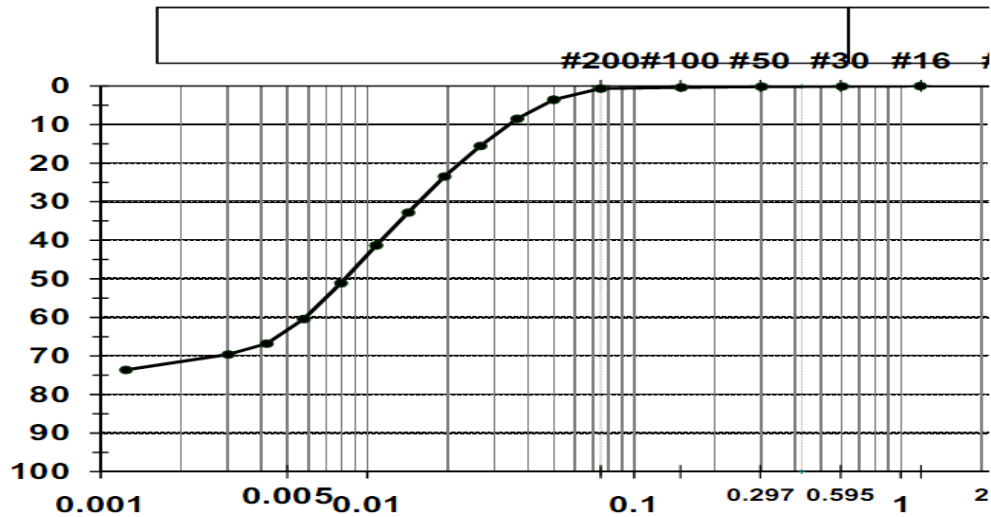


شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی در کشور

بحث

بررسی مشخصات خاک طبیعی و ماده آلوده کننده

خاک مورد مطالعه از محل گمانه های ژئوتکنیک در محدوده مجتمع مسکونی مسکن مهر نمونه برداری شده است. دانه بندی خاک توسط هیدرومتر H ۱۵۲ و به وسیله استاندارد ASTM D ۴۲۲ انجام شد که طبق طبقه بندی یونیفاید، خاک در محدوده رس لاغر CL قرار دارد. منحنی دانه بندی در شکل (۲) نشان داده شده است. چگالی دانه ها طبق استاندارد ASTM D ۸۵۴-۸۷ ۲/۶۵ می باشد. سپس بر روی خاک آزمایش حدود آتبرگ بر طبق استاندارد ASTM D ۴۲۳ انجام شد که نتایج آن در جدول (۱) نشان داده شده است.



شکل ۲- منحنی دانه بندی نمونه خاک رس مورد آزمایش

جدول ۱- حدود آتربریگ خاک رس مورد آزمایش

مقدار	خصوصیت
۴۲/۱	حد روانی (LL%)
۱۸/۷	حد خمیری (PL%)
۲۳/۴	شاخص خمیری (IP)

مشخصات گازوئیل مورد استفاده در آزمایش ها در جدول (۲) نشان داده شده است. برای انجام آزمایش ها حدوداً ۷۵۰ سی سی گازوئیل مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۲- مشخصات گازوئیل

مقدار	خصوصیت
Kg/m ³ ۸۴۰	دانسیته
۱۴۰-۳۸۰ درجه سانتیگراد	دمای جوش
۵۷/۲۲ درجه سانتیگراد	دمای اشتعال

آماده سازی نمونه ها

در ابتدا گازوئیل با صفر (خاک طبیعی)، ۱۰، ۱۲/۵، ۱۵ و ۲۰ درصد وزنی خشک نمونه ها مخلوط شد. برای جلوگیری از دست رفتن بخارات گازوئیل به مدت ۴۸ ساعت در محیط کاملاً عایق نگهداری شد و سپس آزمایش ها در دمای ۲۳ درجه سانتیگراد انجام گرفتند. ابعاد جعبه برش ۳۶ × ۶۰ × ۶۰ میلی متر، تنش های نرمال (σ) ۰/۵، ۱ و ۱/۵ Kg/cm² و سرعت برش نمونه ها ۱ mm/min می باشد. لازم به ذکر است با اینکه در ابتدا سعی بر این شد تا بر روی نمونه ها آزمایش سه محوری نیز انجام شود اما در اثر آلودگی به گازوئیل امکان تهیه نمونه های remold میسر نشد. بر اساس چند تجربه اولیه در آماده سازی نمونه ها مشخص شد که گازوئیل باعث تغییر رفتار خاک رسی به ماسه ای می شود به همین دلیل پارامترهای مقاومتی توسط آزمایش برش مستقیم در حالت تحکیم نیافته زهکشی نشده (uu) طبق استاندارد ASTM D ۳۰۸۰ محک زده شد.

حداکثر خاکی که به صورت خشک قابل کوبیدن در جعبه برش است $220/32$ gr می باشد. از آنجا که با انجام چند آزمایش این مساله روشن شد که حداکثر وزن مخصوص خشک در درصدهای مختلف آب و گازوئیل متفاوت هستند به همین دلیل تمامی آزمایش ها در وزن مخصوص $1/7$ gr/cm³ انجام شد تا قابل مقایسه با هم باشند.

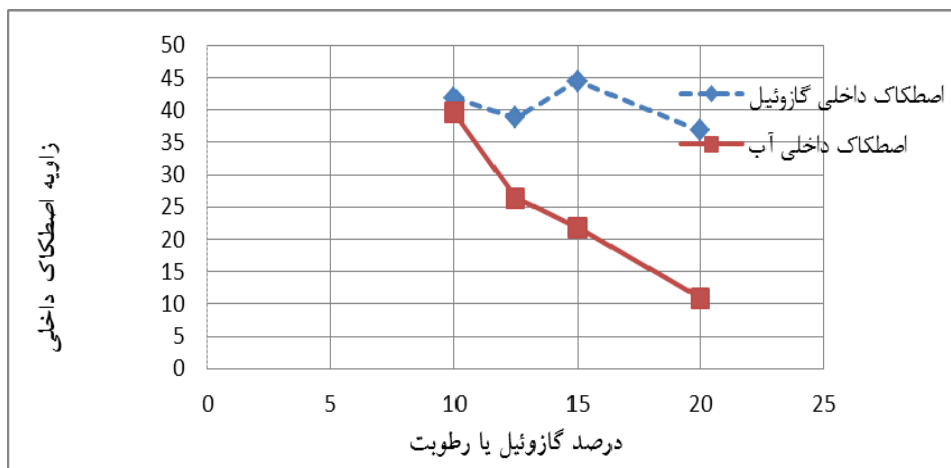
بررسی تغییرات ایجاد شده در خاک طبیعی پس از آلودگی

تغییرات پلاستیسیته

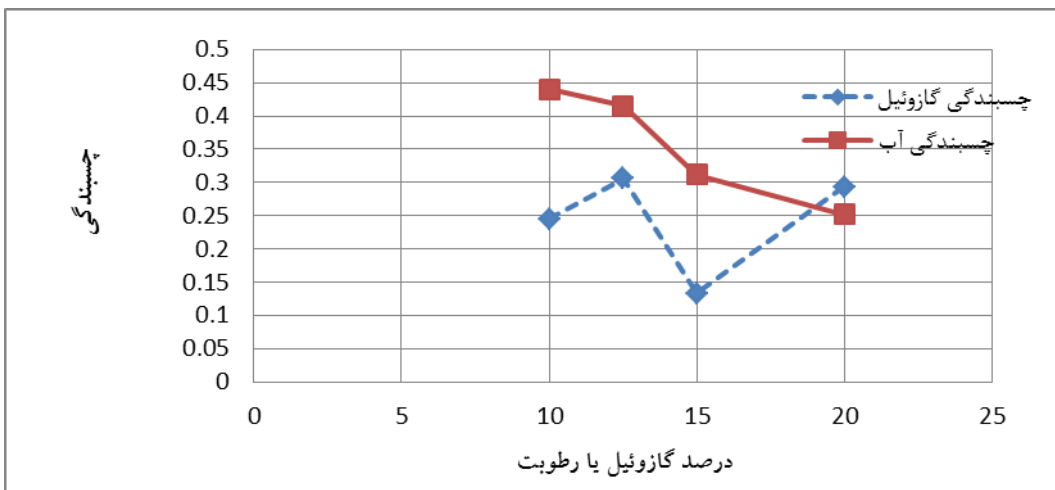
پس از آلوده کردن نمونه ها آزمایش تعیین حدود آتربرگ با استاندارد ASTM D 423 روی نمونه های آلوده به گازوئیل انجام شد. چون ذرات باردار خاک توسط گازوئیل احاطه می شوند گازوئیل مانع تاثیر آب بر ذرات رسی می شود (خوش نشین لنگرودی و همکاران، ۱۳۸۹) و این پدیده سبب تمایل تغییر رفتار خاک رسی به ماسه ای می شود. به همین دلیل نمونه های آلوده به گازوئیل در این تحقیق خاصیت خمیری از خود نشان نمی دهند. از سوی دیگر همانطور که پیش تر اشاره شد خاک طبیعی شاخص خمیری معادل $23/4$ از خود نشان می داد.

تغییرات مقاومت

با استفاده از نتایج آزمایش برش مستقیم چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی در نمونه های مورد آزمایش محاسبه شدند. شکل های (۳ و ۴) به ترتیب به مقایسه بین چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی در حالت های آغشتگی ۱۰، ۱۲/۵، ۱۵ و ۲۰ درصد وزنی خشک خاک با گازوئیل و رطوبت را به صورت نمودار نشان می دهند.



شکل ۳- مقایسه تغییرات زاویه اصطکاک داخلی در درصدهای مختلف آب و گازوئیل



شکل ۴- مقایسه تغییرات چسبندگی در درصدهای مختلف آب و گازوئیل

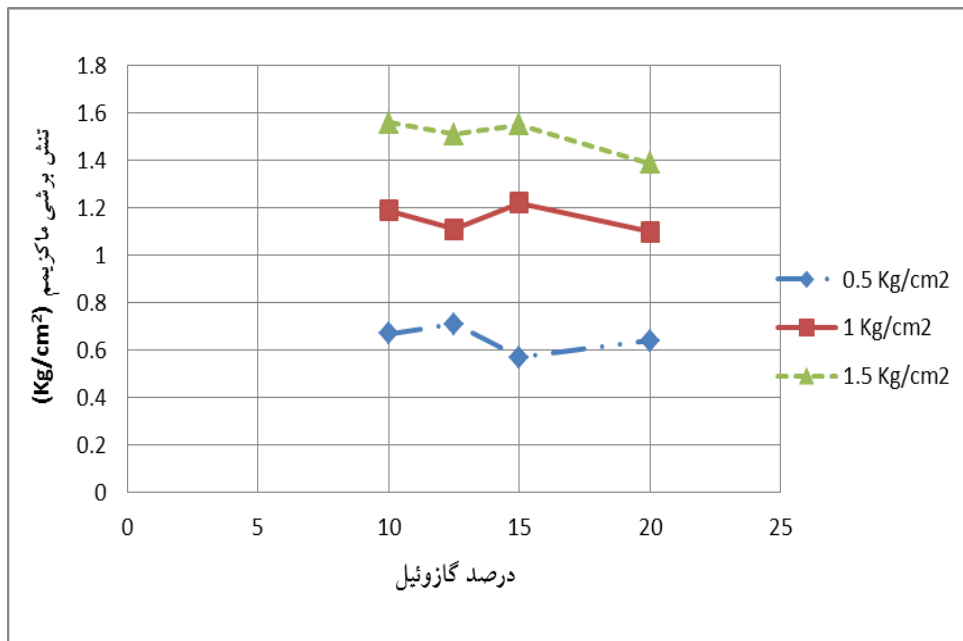
با توجه به اشکال (۳ و ۴) می توان گفت در حالت کلی با افزایش درصد رطوبت در نمونه های طبیعی مقادیر چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی خاک کاهش می یابد. در شکل (۳) با افزایش درصد آلودگی به گازوئیل زاویه اصطکاک داخلی نیز کاهش می یابد. در صورت وجود گازوئیل ذرات باردار رس توسط گازوئیل پوشیده می شوند و به دنبال آن زاویه اصطکاک داخلی کاهش می یابد. برای مقادیر چسبندگی هم که در شکل (۴) نشان داده شده است اگرچه به طور کلی با افزایش درصد آلودگی مقادیر چسبندگی نیز افزایش می یابد اما همین تغییرات، روند کاملاً متفاوتی را نشان می دهد به طوریکه با افزایش درصد رطوبت و گازوئیل تفاوت در میزان زاویه اصطکاک داخلی بیشتر و برای چسبندگی کمتر می شود. ذکر این نکته بسیار ضروری است که با تغییرات درصد آلودگی، تغییرات چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی رفتارهای غیریکنواختی را نشان می دهد. بدین معنا که در ۱۵٪ زاویه اصطکاک داخلی به یکباره زیاد شده و چسبندگی نیز به یکباره کاهش می یابد، به نظر می رسد که در تغییرات این پارامترها در شرایط آلوده نباید به سادگی روند یکنواخت صعودی یا نزولی را در نظر گرفت و حتی می توان از یک نقطه بهینه (optimum) نیز در خصوصیات خاک آلوده نام برد که البته این مورد نیاز به آزمون های بیشتری دارد.

تغییرات تنش برشی ماکزیمم (τ_{max})

در شکل (۵) نمودار تنش برش ماکزیمم (τ_{max}) - درصد رطوبت که در سه تنش نرمال (۰/۵، ۱ و ۱/۵ Kg/cm² رسم شده نشان می دهد که با افزایش درصد رطوبت میزان تنش برشی ماکزیمم کاهش می یابد. میزان کاهش در تنش برشی در بازه ی ۱۰ تا ۲۰ درصد رطوبت برای تنش های نرمال ۰/۵، ۱ و ۱/۵ Kg/cm² به ترتیب ۰/۵۳، ۰/۷۸، ۱/۱۶ Kg/cm² می باشد. بنابراین میزان کاهش در تنش برشی در سربار بیشتر (تنش نرمال ۱/۵ Kg/cm²) زیادتیر است. در ۱۰٪ رطوبت مقادیر τ_{max} در تنش های نرمال ۰/۵، ۱ و ۱/۵ Kg/cm² به ترتیب ۰/۸۶، ۱/۲۵ و ۱/۶۹ و در ۲۰٪ رطوبت ۰/۳۳، ۰/۴۷ و ۰/۵۳ می باشد. تفاوت بیشتر در کاهش τ_{max} در درصد رطوبت کمتر مشاهده می شود.

با توجه به شکل (۶) که تنش برشی ماکزیمم (τ_{max}) نسبت به درصد آلودگی گازوئیل در سه تنش نرمال (۰/۵، ۱ و ۱/۵ Kg/cm²) می باشد میزان τ_{max} با افزایش درصد آلودگی به گازوئیل کمتر می شود. گرچه روند کاملاً نزولی نیست اما می توان در کل آن را به صورت خطی و کاهشی در نظر گرفت. در گازوئیل هم همانند آب میزان کاهش در τ_{max} در تنش نرمال ۱/۵ Kg/cm² نسبت به ۰/۵ و ۱ Kg/cm² بیشترین

مقدار را دارد. نتایج حاصل از آزمایشات به روی خاک رس و آلودگی با نفت خام توسط خوش نشین لنگرودی و همکاران (۱۳۸۹) نیز موارد مشابهی نشان داده شده است. شکل کلی منحنی در تنش نرمال ۱/۵ و ۱ Kg/cm² نسبت به ۰/۵ Kg/cm² متفاوت است، به طوری که در تنش های بالاتر ابتدا کاهش و بعد افزایش داریم در حالی که در تنش نرمال ۰/۵ Kg/cm² عکس این روند رخ می دهد.



شکل ۵- نمودار تنش برشی ماکزیمم (τ_{max}) - درصد آلودگی به گازوئیل

نتیجه گیری

نمونه ها در اثر آلودگی به گازوئیل خاصیت خمیری خود را از دست می دهند و Nonplastic می شوند، چون ذرات باردار خاک توسط گازوئیل احاطه می شوند گازوئیل مانع تاثیر آب بر ذرات رسی می شود و این پدیده سبب تمایل تغییر رفتار خاک رسی به ماسه ای می شود. با تغییرات درصد آلودگی، تغییرات چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی رفتارهای غیریکنواختی را نشان می دهد. بدین معنا که در ۱۵٪ زاویه اصطکاک داخلی به یکباره زیاد شده و چسبندگی نیز به یکباره کاهش می یابد، به نظر می رسد که در تغییرات این پارامترها در شرایط آلوده نباید به سادگی روند یکنواخت صعودی یا نزولی را در نظر گرفت و حتی می توان از یک نقطه بهینه (optimum) نیز در خصوصیات خاک آلوده نام برد که البته این مورد نیاز به آزمون های بیشتری دارد. با اینکه تغییرات غیر یکنواخت است اما در کل با مقایسه مقادیر ۱۰ و ۲۰ درصد آلودگی به گازوئیل می توان گفت با افزایش درصد آلودگی به گازوئیل مقادیر زاویه اصطکاک داخلی کاهش و چسبندگی افزایش می یابد. تنش برشی ماکزیمم با افزایش درصد آلودگی به گازوئیل کاهش می یابد. با افزایش میزان تنش نرمال در نمونه های آلوده به گازوئیل میزان کاهش در تنش برشی ماکزیمم نیز بیشتر می شود.

منابع فارسی

۱- بشیر گنبدی، م.، طاهری، د.، خدادادی، ا.، ۱۳۸۳، ارزیابی تغییرات خصوصیات مهندسی خاک های آلوده به مواد نفتی، هشتمین انجمن زمین شناسی ایران.

- ۲-خامه چیان، م.، چرخایی، ا.ح.، تاجیک، م.، ۱۳۸۳، ارزیابی تاثیر نفت خام بر تراکم پذیری رسوبات، هشتمین انجمن زمین شناسی ایران.
- ۳-خسروی، ا.، صبور، م.، قاسم زاده، ح.، کاهی، ف.، ۱۳۸۸، مطالعه آزمایشگاهی تاثیر گازوئیل بر پارامترهای مقاومت برشی کائولینیت، دومین سمپوزیوم بین المللی مهندسی محیط زیست.
- ۴-خوش نشین لنگرودی، م.، یثربی، ش.، محمدی اکبرآبادی، م.، ۱۳۸۹، بررسی تاثیر آلودگی نفتی بر پارامترهای مقاومتی خاک رسی، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران.
- ۵-صدقیانی، م.ح.، جیریائی شراهی، م.، ۱۳۸۳، بررسی تاثیر آلودگی به نفت خام بر پارامترهای مقاومت، نشست و تراکم پذیری ماسه، اولین کنگره ملی مهندسی عمران.
- ۶-محمدی اکبرآبادی، م.، یثربی، ش.، خوش نشین لنگرودی، م.، ۱۳۸۹، بررسی تاثیر آلودگی نفت خام بر برخی از ویژگی های ژئوتکنیکی خاک ماسه ای، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران.

References :

- 1-Aiban, S. (1998). The effect of temperature on the engineering properties of oil-contaminated sands, *Environment International*, Vol. 24 , pp. 153-161.
- 2-Khamehchiyan, M., Charkhabi, A. H., Tajik, M. (2007). Effects of crude oil contamination on geotechnical properties of clayey and sandy soils, *Engineering Geology*, Vol. 89, pp. 220-229.
- 3-Rahman, Z. A., Umar, H., Raihan Taha, M., Ithnain, N. S., Ahmad, N. (2010). Influence of oil contamination on geotechnical properties of basaltic residual soil, *American Journal of Applied Sciences*, Vol. 7, pp. 954-961.
- 4-Rehman, H., Abduljawad, Sahel N., Akram, T. (2007). Geotechnical Behavior of Oil-Contaminated Fine-Grained Soils, *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, Vol. 12, pp. 1-12.