

مطالعه آزمایشگاهی رفتار تغییر حجم و فشار تورمی خاکهای رسی کوبیده شده

ایمان عشایری، دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوتکنیک، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

پست الکترونیکی Ashayeri@asia.com

شهاب الدین یثربی، استادیار گروه ژئوتکنیک، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

پست الکترونیکی Yasrobis@modares.ac.ir

چکیده

رفتار تورمی معمولاً در خاکهایی مشاهده می شود که به اندازه لازم دارای ذرات ریزدانه رسی باشند. تمایل به جذب آب در این ذرات و تغییر در رطوبت طبیعی خاک در اثر تغییر آب و هوای محل موجب می شود که خاک گاه تا حد درصد رطوبت پلاستیک مرطوب شده سپس تا پایین تر از حد انقباض رطوبت خود را از دست بدهد. جذب رطوبت باعث ازدیاد حجم خاک و از دست دادن آن باعث انقباض و کاهش حجم خاک می شود. تغییرات حجمی ناشی از تغییر درصد رطوبت خاک باعث وارد آمدن خسارت به سازه های موجود در سطح خاک می شود که نشان دهنده اهمیت مطالعات لازم برای شناسایی رفتار تغییر حجم و فشار تورمی خاکهای ریزدانه می باشد. پتانسیل تغییر حجم به طور مستقیم به میزان فعالیت کانی رسی غالب در خاک و به عبارت دیگر به پلاستیسیته خاک بستگی دارد. در کنار مجموعه عواملی که بیان کننده ترکیبات خاک می باشند، مجموعه عوامل محیطی نیز در آزاد شدن این پتانسیل مؤثرند. در مطالعه حاضر به منظور ارزیابی میزان تأثیر خصوصیات پلاستیک خاک، شرایط تراکم و درصد رطوبت، ۵ نمونه خاک ریزدانه رسی با شاخص خمیری ۱۰ تا ۶۰ درصد در نظر گرفته شده اند. آزمایش تورم آزاد و فشار تورمی در شرایط حجم ثابت بر روی نمونه های متراکم شده از خاکهای مورد مطالعه انجام شده است. نتایج آزمایشات انجام شده نشان می دهد که پتانسیل تورم با افزایش شاخص خمیری خاک و ازدیاد درصد رس موجود در خاک افزایش می یابد.

کلید واژه ها: خاکهای رسی، خاکهای متورم شونده، تورم آزاد، فشار تورم، شرایط تراکم.

نمود از آن به بعد مهندسين بر اين نکته واقف شدند که دلایل خرابی ساختمانها می تواند چیزی به غیر از نشست در سازه ها باشد [1]. بر طبق تحلیلی که در سال ۱۹۶۹ انجام شده است احتمال وجود خاکهای متورم شونده در کشورهایی چون آرژانتین،

۱ - مقدمه

برای اولین بار در سال ۱۹۳۸ اداره بهسازی زمین ایالات متحده مسأله تورم در خاک را از دیدگاه مکانیک خاک شناسایی

به عبارت دیگر مانع تغییر حجم نمونه می شود. این کمیت با واحد کیلو پاسکال اندازه گیری میگردد.

۲- عوامل مؤثر بر تورم خاکهای رسی

به منظور مطالعه خاکهای متورم شونده طبقه بندی عوامل مؤثر بر تورم الزامی است زیرا در صورت نا آگاهی از میزان تأثیر و چگونگی تأثیر هر کدام از عوامل، تفسیر نتایج بدست آمده بسیار مشکل خواهد بود. مجموعه عواملی که بر پتانسیل تورم یک خاک تأثیر میگذارند را میتوان به سه دسته ترکیب خاک، شرایط محیطی و ترکیب سیال طبقه بندی نمود.

۲-۱- ترکیب خاک

ترکیب خاک عبارت است از پارمترهایی چون نوع کانی های رسی موجود در خاک، مقدار هر کانی، کاتیونهای جذب شده به کانی ها، دانه بندی خاک و درصد رس موجود در خاک. به منظور شناسایی ترکیب خاک میتوان از پارامترهایی چون ریزدانه، درصد ذرات رس (ذرات کوچکتر از ۲ میکرون)، حدود روانی و خمیری و یا درصد ذرات کلئیدی موجود در خاک (ذرات کوچکتر از ۱ میکرون) استفاده نمود. به طور کلی هر چه مقدار کانیهای فعال در خاک بیشتر باشد خاک دارای پتانسیل تورم بیشتری است. از میان کاتیونهای جذب شده، کاتیون Na^+ پتانسیل تورم بیشتری ایجاد مینماید [4]. مطالعات انجام شده بر روی میزان تأثیر درصد ذرات درشت دانه در دانه بندی خاک نشان میدهد که افزایش درصد ذرات درشت دانه در نمونه با وجود افزایش دانسیته خشک نمونه باعث کاهش دانسیته خشک بخش ریزدانه شده و در نتیجه باعث کاهش پتانسیل تورم می شود [5]. مطالعات انجام شده بر روی اثر درصد وزنی ذرات رس (ذرات کوچکتر از ۲ میکرون) نشان میدهد که به طور عمومی با افزایش درصد رس در یک نمونه پتانسیل تورم افزایش می یابد مشابه چنین نتایجی برای درصد ذرات کلئیدی و حدود روانی و خمیری بدست آمده است [6]. اما باید به این نکته توجه داشت که برای دو کانی مختلف نتیجه بدست آمده قابل تعمیم نیست. بخش عمده مطالعاتی که تاکنون انجام شده به طور عمده به بررسی اثر درصد ذرات رس و شاخص خمیری بر پتانسیل تورم می پردازد [7,8].

استرالیا، برمه، کانادا، کوبا، اتیوپی، غنا، هند، ایران، مکزیک، موراگو، آفریقای جنوبی، اسپانیا، ترکیه، ایالات متحده و ونزوئلا اشاره شده است. بعد از آن تاریخ نیز سایر کشورها موارد زیادی از رویارویی با خاکهای متورم شونده را گزارش نموده اند که از آن جمله چین، رس (Black Cotton) در سودان، قبرس، ژاپن و عربستان سعودی است [2].

منشاء خاکهای متورم شونده مربوط است به ترکیب پیچیده ای از شرایط و فرآیندها که تشکیل کانی های رسی را نتیجه میدهد. این شرایط و فرآیندها شامل ترکیب مواد اولیه سازنده و درجه هوازدگی این مواد میباشد. در مسایل خاک، سه کانی رسی مونت موریلونیت، ایلیت و کائولینیت بیشتر مورد توجه هستند. مونت موریلونیت کانی رسی است که در اغلب خاکهای متورم شونده مشاهده شده است. تشکیل رسهای متورم شونده با مونت موریلونیت به وجود محیط های بازی و حضور کانی های فلزی مثل آهن و منیزیم در شرایطی که کاتیونهای موجود در محیط از سیستم خارج نشوند وابسته است. در صورت بالا بودن درجه حرارت و طولانی بودن مدت زمان هوازدگی و سنگهای آهنی در محیط احتمال تشکیل کائولینیت و در صورت حضور پتاسیم احتمال تشکیل ایلیت بیشتر می باشد [3].

در میان مجموعه روشهای موجود برای ارزیابی میزان تورم در خاکهای رسی مطمئن ترین روش اندازه گیری مستقیم با انجام آزمایشات مربوط میباشد. در ادبیات علمی مکانیک خاکهای متورم شونده، کمیتهایی با تشابه اسمی مورد استفاده قرار گرفته اند که آشنایی با آنها به منظور درک درست مطلب لازم میباشد. به همین منظور در ادامه معنای کمیتهایی که در مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفته است معرفی میشود.

پتانسیل تورم، به معنای مقدار تغییر حجم یک بعدی نمونه در شرایط مشخصی از دانسیته، درصد رطوبت و سربار در صورت تأمین شدن کلیه شرایط لازم برای ایجاد حداکثر تورم میباشد. این تعریف بیشتر کیفی است و با قیودی چون فوق العاده بحرانی، بحرانی، متوسط و ضعیف بیان میشود.

تورم آزاد، به معنای درصد تغییر حجم یک بعدی نمونه در شرایط مشخصی از دانسیته و درصد رطوبت است که در شرایط بدون سربار نمونه در طول تورم کامل انجام میدهد. این کمیت به صورت نسبت تغییر ارتفاع نمونه ای که در حلقه ای از اطراف محصور است به ارتفاع اولیه آن به درصد تعیین میشود.

فشار تورم، به معنای مقدار فشار سرباری است که از تورم نمونه ای با دانسیته و درصد رطوبت مشخص جلوگیری میکند و

۲-۲- شرایط محیطی

آنچه که از ابتدای بحث تاکنون مورد توجه و تأکید بوده است، تأمین شرایط محیطی لازم برای رخ دادن تورم یا آزاد شدن پتانسیل تورم موجود در خاک است. این عوامل و شرایط محیطی عبارتند از:

درصد رطوبت و دانسیته های متفاوت نمونه مشخصی از خاک و یا علاوه بر این وضعیت فعلی و تاریخچه تنش که نمونه تحت آن قرار دارد. تغییر شرایط آب و هوایی مانند تغییر در درجه حرارت، در دوره های خشک و ترشدگی و یخیندان نیز بر رفتار تغییر حجمی خاک تأثیر می گذارند. مطالعات گسترده ای به منظور بررسی آثار خستگی تورمی (خشک و تر شدگی تناوبی) بر پتانسیل تورم خاک انجام شده است. نتایج این تحقیقات بطور کلی نشان میدهد که رفتار خاک تابع نحوه اعمال شرایط خشک شدگی و تر شدگی است و برخی از تحقیقات کاهش پتانسیل تورم را گزارش نموده اند [9]، که این دسته عموماً نمونه را پس از کاملاً متورم شدن به درصد رطوبت اولیه رسانده اند. از سوی دیگر برخی افزایش پتانسیل تورم را گزارش کرده اند [10]، که این دسته عموماً نمونه را به طور کامل خشک نموده اند. اما هر دو گروه بر به تعادل رسیدن پتانسیل تورم بعد از تعداد دوره معینی تأکید کرده اند. از میان عوامل محیطی که به آنها اشاره شد آن دسته که بافت خاک را به صورت اولیه تحت تأثیر قرار میدهند

بیشتر در طراحی اولیه مورد نظر و دسته دیگر در کنترل شرایط محلی اهمیت دارند.

۳-۲- ترکیب سیال

ترکیب سیال عبور کننده از میان خلل و فرج خاک بر بافت خاک تأثیر می گذارد، به عبارت دیگر بافت نمونه خاک مستقل از درصد رطوبت و ترکیب شیمیایی سیال قابل تعریف نیست. مطالعات بسیار جامع ای در این زمینه انجام نشده است به منظور شناخت نحوه تأثیر این عوامل باید به میزان تغییر در خصوصیات میکروسکوپی بافت خاک نظیر ضخامت لایه دوگانه به علت غلظت و ظرفیت کاتیونهای موجود در الکترولیت آب - خاک و ثابت دی الکتریک سیال توجه نمود. خصوصیات سیال می تواند پتانسیل تورم در ذرات خاک را کاهش و یا افزایش دهد. به عنوان مثال افزایش غلظت و ظرفیت کاتیونها موجب افزایش نیروهای جاذبه بین ذرات کوچکتر شدن ضخامت لایه دوگانه، نزدیکتر شدن ذرات خاک و در نهایت کاهش پتانسیل تورم می شود.

۳- آزمایشات تورم آزاد و فشار تورمی با حجم ثابت

به منظور مطالعه رفتار تورم آزاد و فشار تورمی پنج نمونه خاک رس با پلاستیسیته متفاوت برای انجام آزمایشات انتخاب گردید. مشخصات فیزیکی خاکهای مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: خصوصیات ژئوتکنیکی خاکهای مورد مطالعه

| نوع خاک | درصد ریز دانه (ذرات کوچکتر از ۷۵ میکرون) | درصد رس (ذرات کوچکتر از ۲ میکرون) | حد روانی (%) | شاخص خمیری (%) | فعالیت خاک | وزن مخصوص | طبقه بندی USCS |
|---------|--|-----------------------------------|--------------|----------------|------------|-----------|----------------|
| S1 | ۷۵ | ۲۱ | ۲۸ | ۸ | ۰/۴ | ۲/۸۳ | CL |
| S2 | ۹۴ | ۲۶ | ۳۶ | ۱۶ | ۰/۶ | ۲/۸۴ | CL |
| S3 | ۷۹ | ۲۸ | ۴۸ | ۱۹ | ۰/۷ | ۲/۷۲ | ML |
| S4 | ۷۰ | ۲۹ | ۵۸ | ۳۹ | ۱/۳ | ۲/۵۱ | CH |
| S5 | ۶۹ | ۳۸ | ۷۶ | ۵۰ | ۱/۳ | ۲/۶۵ | CH |

ثابت نگهداشته می شود. انجام آزمایش در حالت دوم دقیقتر و واقعی تر به نظر می رسد زیرا بافت و دانسیته خشک نمونه دست نخورده باقی می ماند. آزمایش فشار تورم با حجم ثابت را میتوان بصورت دقیقتر با دستگاه دیگری انجام داد. دستگاه دارای یک قالب ثابت به همراه نیروسنجی با ظرفیت حدود ۵ کیلو نیوتن میباشد. تغییر شکل نمونه با موتور الکتریکی که قالب روی آن قرار دارد کنترل می شود. کرنش سنج کنترل کننده تغییر شکل نمونه به تغییر شکلی معادل 0.002 میلیمتر حساس می باشد و بصورت دقیق تر با دستگاه دیگری انجام داد. دستگاه دارای یک قالب ثابت به همراه نیروسنجی با ظرفیت حدود ۵ کیلو نیوتن می باشد. تغییر شکل نمونه با موتور الکتریکی که قالب روی آن هنگامی که این گیج تغییر شکلی برابر 0.001 میلیمتر را در نمونه نشان داد موتور الکتریکی روشن شده و به سمت بالا حرکت می کند تا تغییر شکل ایجاد شده، خنثی شود. مقدار نیروسنج پس از ۳ روز و یا پس از عدم مشاهده تغییر شکل بیشتر در نمونه به عنوان فشار تورم خاک در نظر گرفته می شود.

۴ - نتایج آزمایشات

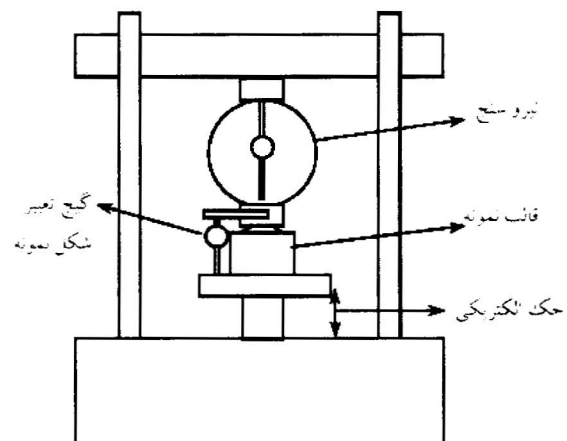
نتایج آزمایشگاه تورم آزاد و فشار تورمی که مطابق دستورالعمل ارایه شده بر روی ۵ نمونه خاک معرفی شده انجام شده است در جدول ۲ آورده شده است. اشکال ۲ و ۳ نیز نحوه تغییرات درصد تورم آزاد را در نقاط متناظر تراکم برای نمونه های S4 و S5 نشان میدهد. همانطوریکه در این اشکال و جدول شماره ۲ مشاهده میشود رفتار تغییر حجم و فشار تورمی خاکهای رسی مانند منحنی تراکم دارای نقطه اوج است اما این مقدار بیشینه در ناحیه خشک منحنی تراکم و با فاصله ۲ تا ۳ درصدی از نقطه درصد رطوبت بهینه اتفاق می افتد. جدول ۳ مقدار بیشینه تورم (S_{iMax}) و فشار تورمی (S_{pMax}) و اختلاف درصد رطوبت متناظر با درصد رطوبت بهینه ($WS_{iMax} - W_{opt}$) را به همراه مقدار تورم آزاد و فشار تورمی در رطوبت بهینه (S_{iopt} ، S_{popt}) نمایش می دهد. این نتایج نشان میدهد که مقدار تورم آزاد در نقطه درصد رطوبت بهینه برای چهار نمونه خاک S2 تا S5 بیش از ۷۵٪ مقدار تورم بیشینه در خاک در انرژی تراکم مربوطه میباشد. برای فشار تورم خاکهای مورد مطالعه این مقدار بین ۶۰٪ تا ۷۵٪ مقدار فشار تورم بیشینه بوده است. کاهش فشار تورمی خاک در نواحی خشک تر منحنی تراکم به علت کاهش توانایی بافت سست خاک در آن ناحیه و درشت تر بودن حفرات موجود در خاک می باشد. همانطور که در جدول ۳

۳-۱- اندازه گیری تورم آزاد

اندازه گیری این کمیت تا حد بسیار زیادی مشابه آزمایش تحکیم می باشد. نمونه مطابق آزمایش تحکیم در درون یک حلقه با قطر و ارتفاع مشخص با درصد رطوبت و دانسیته مناسب ساخته می شود. نمونه پس از جاگذاری در قالب مربوط از بالا و پایین توسط دو سنگ متخلخل در تماس با آب قرار می گیرد. به این ترتیب بر اساس پدیده مویبندی آب جذب نمونه شده و باعث بروز تغییر ارتفاع بوسیله گیج تغییر شکل که بر بالای نمونه نصب شده است قرائت می شود. نمونه در این آزمایش تحت سربار ناچیزی معادل مقدار وزن سرپوش قالب (حدود ۱ کیلو پاسکال) قرار دارد. به عبارت دیگر می توان از تأثیر حالات تنش در نمونه صرفنظر نمود و آزمایش به صورت کاملاً مستقل از تنش اجرا میشود، شکل ۱.

۳-۲- اندازه گیری فشار تورم

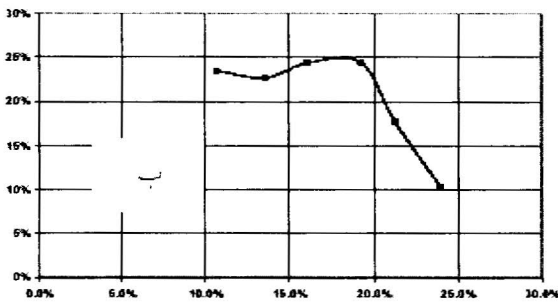
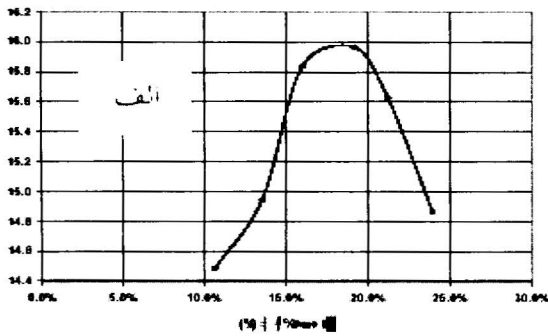
این آزمایش نیز مشابه آزمایش تورم آزاد با دستگاه تحکیم قابل انجام است مقدار فشار تورم خاک را در دو شرایط می توان اندازه گیری کرد. حالت اول هنگامیکه به نمونه اجازه داده شود که به طور آزاد تورم نماید و سپس با اضافه کردن سربار تورم نمونه خنثی شود. در این حالت آزمایش فشار تورم بعد از آزمایش تورم آزاد قابل انجام است. در حالت دوم به نمونه از همان ابتدا اجازه تورم داده نمی شود به عبارت دیگر حجم نمونه پیوسته



شکل ۱: شماتیک دستگاه اندازه گیری فشار تورمی در حجم ثابت

جدول ۲: نتایج آزمایشات تورم آزاد و فشار تورمی

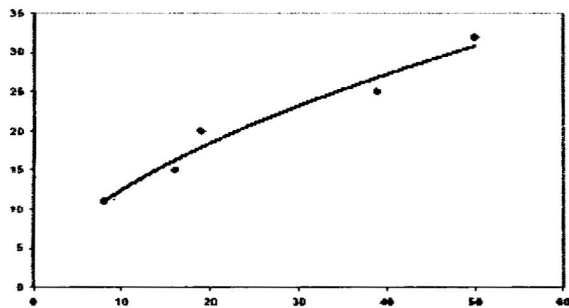
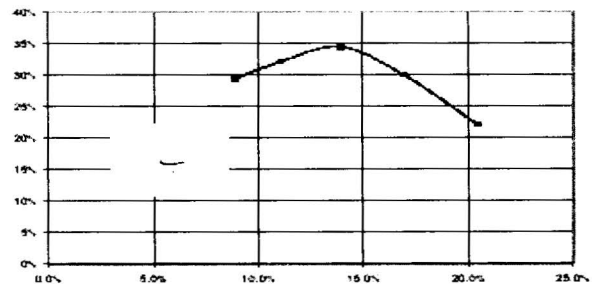
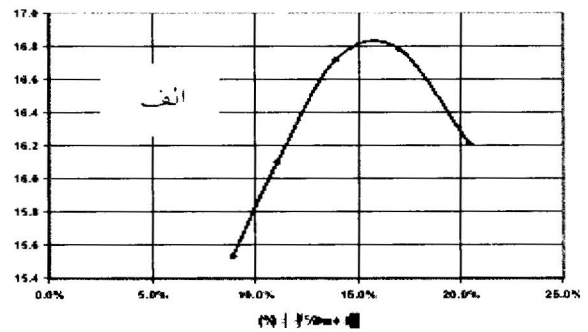
| نمونه خاک | رطوبت تراکم (%) | دالسنه خنک (kN/m ³) | فشار تورم (kPa) | رطوبت تراکم (%) | دالسنه خنک (kN/m ³) | تورم آزاد (%) |
|-----------|-----------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|---------------|
| S5 | 7.2 | 14.5 | 155 | 9.0 | 15.5 | 29.3 |
| | 8.7 | 15.4 | 200 | 11.1 | 16.1 | 32.1 |
| | 10.9 | 16.1 | 250 | 13.9 | 16.7 | 34.4 |
| | 14.3 | 16.7 | 280 | 15.4 | 16.2 | 32.2 |
| | 17.0 | 17.1 | 212 | 16.9 | 16.8 | 30.0 |
| | 20.7 | 16.2 | 76 | 20.4 | 16.2 | 22.1 |
| S4 | 10.8 | 14.6 | 180 | 10.7 | 14.5 | 23.5 |
| | 13.9 | 15.4 | 303 | 13.6 | 14.9 | 22.7 |
| | 15.9 | 16.3 | 308 | 16.0 | 15.8 | 24.4 |
| | 18.6 | 16.1 | 150 | 19.2 | 16.0 | 24.4 |
| | 21.0 | 15.9 | 98 | 21.3 | 15.6 | 17.7 |
| | 23.7 | 15.0 | 46 | 24.0 | 14.9 | 10.4 |
| S3 | 8.8 | 15.9 | 238 | 9.3 | 15.8 | 21.0 |
| | 12.1 | 16.1 | 292 | 10.5 | 16.0 | 20.6 |
| | 14.6 | 17.0 | 261 | 14.7 | 16.6 | 21.4 |
| | 16.1 | 17.0 | 184 | 16.0 | 16.7 | 20.0 |
| | 19.8 | 16.3 | 72 | 20.1 | 16.3 | 14.7 |
| | 23.5 | 15.4 | 30 | 23.5 | 15.3 | 8.2 |
| S2 | 8.1 | 17.1 | 109 | 7.9 | 16.5 | 19.0 |
| | 9.4 | 17.6 | 111 | 8.9 | 17.4 | 20.3 |
| | 10.3 | 17.9 | 113 | 9.8 | 17.9 | 19.5 |
| | 14.7 | 18.9 | 60 | 14.0 | 18.8 | 15.4 |
| | 17.5 | 17.6 | 17 | 17.3 | 17.7 | 3.8 |
| | 15.6 | 18.2 | 10 | 15.7 | 18.5 | 4.4 |
| S1 | 9.8 | 19.0 | 63 | 8.0 | 19.1 | 16.8 |
| | 13.4 | 19.2 | 25 | 9.7 | 19.4 | 15.3 |



شکل ۳: تورم آزاد متناظر با نقاط تراکم خاک S4، الف: منحنی تراکم نمونه ب: نتایج آزمایشات تورم آزاد

جدول ۳: مقدار تورم آزاد و فشار تورم شاخص بدست آمده از آزمایشات

| نمونه خاک | $S_{i\max}$ (%) | $S_{p\max}$ (kpa) | $W_{S_{i\max}} - W_{opt}$ | $S_{i\opt}$ (%) | $S_{p\opt}$ (kpa) |
|-----------|-----------------|-------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| S5 | 34.4 | 285 | -2 | 31 | 210 |
| S4 | 25 | 310 | 0 | 25 | 160 |
| S3 | 21.4 | 292 | -1.5 | 20 | 180 |
| S2 | 20 | 110 | -4 | 15.4 | 70 |



شکل ۲: تورم آزاد متناظر با نقاط تراکم خاک S5، الف: منحنی تراکم نمونه ب: نتایج آزمایشات تورم آزاد

شکل ۴: همبستگی بین درصد تورم آزاد نمونه ها در رطوبت بهینه نسبت به شاخص خمیری خاک

[5]Day, R. W., "Expansion of compacted Gravelly clay", Journal of Geotechnical Eng., ASCE, Vol. 117, No. 6, 1991.

[6]Basma, A. A, "Prediction of Expansion Degree for Natural Compacted clays", Geotechnical Testing Journal, Gtjodj, Vol. 16, No. 4, 1993.

[7]Seed, B.H., Woodward, R. J., Lundgren, R., "Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays", Journal of "Soil Mechanics and Foundation Division", ASCE, Vol. 88, No. SM3, 1962.

[8]Bandyopadhyay, S.S., "Prediction of Swelling Potential for Natural Soils ", Journal of Geotechnical Eng. Division, ASCE, Vol. 107, No. GT5, 1981.

[9]Dif, A.E., Bluemel, W. F., "Expansive Soils Under Cyclic Drying and Wetting", Geotechnical Testing Journal, Gtjodj, Vol. 14, No. 1, 1991.

[10]Day, R. W., "Swell-Shrink Behavior of Compacted Clay", Journal of Geotechnical Eng., ASCE, Vol. 120, No.2, 1994.

مشاهده می شود نتایج آزمایش تورم آزاد با شاخص خمیری خاکهای مورد مطالعه همبستگی بیشتری دارد (شکل ۴). این رفتار برای نتایج آزمایشات فشار تورمی به خوبی مشاهده نمیشود. از آنجا که در آزمایش فشار تورم علاوه بر تأثیر ترکیب خاک عوامل محیطی مانند تنش نیز تأثیر گذار است رفتار نمونه بیشتر تابعی از بافت نمونه و مقدار پایداری ساختمان خاک در برابر تنشهای موجود بر روی نمونه میباشد.

۵- نتیجه گیری و جمع بندی

آزمایشات انجام شده بر روی ۵ نمونه خاک رس در این تحقیق، نتایج زیر را در بر داشته است:

۱- وجود کانیهای فعال مانند مونت موریلونیت در ترکیب خاک تأمین کننده پتانسیل تورم می باشد اما آزاد شدن پتانسیل تورم خاک به تأمین سایر شرایط محیطی مربوط می باشد. مهمترین شرط، تأمین رطوبت کافی در محیط می باشد.

۲- متراکم تر نمودن خاک در درصد رطوبت مشخص باعث افزایش تورم و فشار تورم خاک میشود.

۳- نمونه های متراکم شده در درصد رطوبت های بسیار کم نسبت به نمونه هایی که در درصد رطوبت بیشتری متراکم شده اند، سست تر بوده و تورم آزاد و فشار تورم کمتری داشته اند. بیشینه تورم آزاد و فشار تورم در رطوبتی کمتر از رطوبت بهینه رخ می دهد.

۴- آزمایشات انجام شده وجود نسبت مستقیم بین درصد تورم آزاد نمونه در نقطه تراکم بهینه و شاخص خمیری خاک را تأیید میکند.

مراجع

[1]Chen, F.H., "Foundations on Expansive Soils", Elsevier, 1988.

[2]Donaldson, G. W, "The Occurrence of Problems of Heave and the factors affecting its Nature," Second International Research and Engineering conference on Expansive clay soils, Texas A & M Press 1969.

[3]Twenhofel, W.H, "Principles of Sedimentation", Second Ed., McGraw- Hill Book Co., Inc., 1950.

[4]Mitchell, J.K, "Fundamentals of Soil Behavior", John Wiley & Sons Inc., 1993.

Experimental study of volume change and swelling pressure of compacting of clay soil

Iman Ashayeri

Tarbiyat Modares University, Tehran

Ashayeri@asia.com

Shahabadin Yasrobi

Tarbiyat Modares University, Tehran

Yasrobis@modares.ac.ir

Expansive behavior is usually observed in Soils, Which Contain fractions of clay minerals in their composition. Water absorption of clay particles and change of natural water content of soil up to plastic limit and down to shrinkage limit will cause significant volume change in expansive soils and will result in severe damages to the structures, buildings and foundations. Swelling potential is directly related to clay minerals activity and soil plasticity. Besides all the parameters expressing composition of a soil environmental conditions provide conditions to free the swelling potential.

In the present study , in order to observe effects of soil mineralogy , plasticity and compaction indices such as water content and dry unit weight swelling behavior of five clay soils with plasticity index of 10 to 60 has been investigated .Free swelling and constant volume swelling pressure tests have been done on compacted samples .Results of experiments indicate the swelling potential increases by increasing plasticity Index , and clay size fraction in soil composition .

Key Words: Clay soils, Expansive soils, Free swelling, Swelling pressure
Compaction, Conditions.