

## بررسی رفتار مقاومتی خاکهای شهر کرمان با توجه به محیط رسوبی آنها

محمد رضا امینی زاده بزنجانی<sup>1</sup>، غلامرضا لشکری پور<sup>2</sup>، محمد غفوری<sup>3</sup>، ناصر حافظی مقدس<sup>4</sup>

1- دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد

2 و 3- استاد گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

4- دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

[Ab.aminizadeh@yahoo.com](mailto:Ab.aminizadeh@yahoo.com)

### چکیده

در این تحقیق تاثیر محیط رسوبی بر رفتار مقاومتی خاک های محدوده شهر کرمان بررسی و تحلیل شده است. بدین منظور از مقایسه نتایج آزمایشهای سه محوری بر روی خاک های طبیعی و بازسازی شده در حالت های زهکشی نشده و زهکشی شده استفاده شده است. بعضی از نمونه ها با رطوبتی معادل ۱/۲۵ تا ۱/۵ برابر حد روانی خاک بازسازی شدند که این امر موجب ایجاد ساختار پایدار و حذف نقش محیط رسوبی در قوام خاک گردید. سپس بر روی این نمونه های بازسازی شده آزمایش سه محوری انجام و با نتایج آزمایش های سه محوری انجام شده بر روی نمونه های طبیعی مقایسه شدند. در آزمایشهای سه محوری که بر روی خاکهای بازسازی شده انجام گرفته اند، نسبت تنشهای محفظه ای و تنش های انحرافی بگونه ای در نظر گرفته شده اند که بعضی از نمونه ها شرایط خاک های فوق تحکیم یافته و برخی شرایط خاک های عادی تحکیم یافته را پیدا کنند تا بتوان به نقش تاثیر محیط رسوبی بر خواص مهندسی خاک با توجه به پروسه تحکیم پذیری آن پی برد. بررسی منحنی های تنش - کرنش در نمونه های طبیعی و بازسازی شده در حالات مختلف تایید می کند که خاکهای محدوده شهر کرمان تحت تاثیر محیط رسوبی نسبتا همگن، و یکنواخت و فاقد ساختار توسعه یافته و سیمان شدگی زیاد می باشند و عامل فشردگی و تحکیم یافتگی در پایداری و قوام آنها نقش بیشتری دارد.

کلمات کلیدی: محیط رسوبی، منحنی تنش-کرنش، شهر کرمان، خاکهای بازسازی شده، ساختار خاک، آزمایش های سه محوری

### 1- مقدمه

خاکهای ریزدانه در شهر کرمان گسترش وسیعی دارند و جنس، شکل و نحوه پراکنش آنها در گستره شهر متفاوت می باشد. این خاکها از نظر زمین شناسی در محیط های رسوبی خاصی تشکیل شده و عوامل محیط رسوبی تأثیر مهمی در پارامترهای مهندسی آنها دارند. در بررسیهای جامع و جستجوهای مختلف مشخص گردیده که هر چند تحقیقات بسیاری در مورد خصوصیات ژئوتکنیکی و زمین شناسی مهندسی مصالح ریزدانه وجود دارد، اما ارتباط این ویژگیها با تاریخچه زمین شناسی و بطور واضحتر با محیط رسوبی تشکیل این نهشته ها کمتر مورد توجه بوده است. خاکهای طبیعی معمولا با گذشت زمان و تاثیر عوامل محیطی، دارای ساختار می شوند. این ساختار بر مقاومت برشی افزوده و تاثیر بسزایی بر پارامترهای ژئوتکنیکی خاک می گذارد (اصغری، ۱۳۸۱).

به منظور بررسی تاثیر محیط رسوبی و تاریخچه زمین شناسی بر ویژگی های مهندسی نهشته های شهر کرمان و پروسه تشکیل ساختار خاک، از نتایج آزمایش سه محوری بر روی خاکها در حالت طبیعی و بازسازی شده استفاده گردیده است. بررسی منحنی های تنش - کرنش خاکها و تعیین حساسیت مقاومتی آنها از جمله اهداف مهم انجام این آزمایشها است. ساختار خاک یکی از عوامل مهم تعیین کننده در تاثیر محیط رسوبی بر خواص مهندسی خاک می باشد. فلايدر و همکاران (Pfleiderer et al. 2005)، در تحقیقی اهمیت تاریخچه رسوبگذاری و دیاژنز را در تخمین و تفسیر خصوصیات ژئوتکنیکی رسوبات حوضه وین کشور اتریش بررسی کرده اند. برانسکی (Barański, 2008) خواص زمین شناسی مهندسی و رفتار مکانیکی تیلهای یخچالی منطقه پلوکا را با توجه به ویژگی های محیط رسوبی آنها بررسی کرده است. سراتو (Cerato, 2001) در تحقیقی تاثیر ساختار و شرایط محیط رسوبی بر رفتار مکانیکی خاک رسی را در کشورهای مختلف مورد مقایسه و بررسی قرار داده است. برای بررسی تاثیر محیط رسوبی بر خواص مهندسی خاکهای ریزدانه مقایسه رفتاری مکانیکی خاکهای دست نخورده و بازسازی شده پیشنهاد شده است (Burland, 1990). گاسپاری (Gaspree, 2005)، با مقایسه خاکهای بازسازی شده و خاکهای طبیعی، تاثیر ساختار و تاریخچه زمین شناسی بر مشخصات مکانیکی خاکهای ریزدانه گستره شهر لندن را مطالعه کرده است. اورتیگو (Ortigo, 1995) منحنی های تنش - کرنش ایده آل برای خاکهای باز سازی شده در حالت تحکیم عادی و فوق تحکیم یافته را بر روی خاکهای باز سازی شده منطقه ریودوژانیرو بدست آورده است. کمال الدین (Kamal udin, 1990) به منظور پیدا کردن یک مرجع برای ارزیابی رفتار برجای خاکهای رس طبیعی داکا (Dhaka) از خواص ذاتی آنها استفاده نمود و تحقیقاتی در رابطه با خواص تنش - کرنش خاکهای رسی انجام داد.

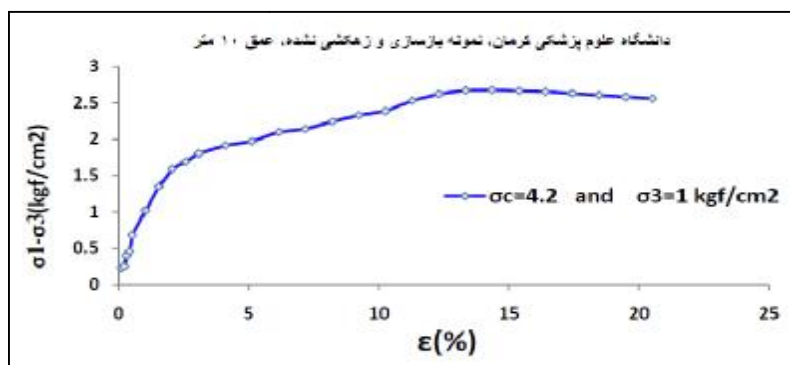
## 2- مواد و روش ها

ابزار مورد استفاده شامل دستگاه آزمایش سه محوری دارای تجهیزات ثبت الکترونیکی داده ها بوده که در آن قطر نمونه ها ۳۸ و ارتفاع آنها ۷۶ میلیمتر می باشد. آزمایش های سه محوری در سه حالت: تحکیم نیافته زهکشی نشده (UU) تحکیم یافته زهکشی نشده (CU)، و تحکیم یافته زهکشی شده (CD) توسط دستگاه فوق در اداره کل آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان کرمان انجام شده اند. به منظور بررسی تاثیر محیط رسوبی بر خواص مهندسی خاک بعضی از نمونه ها با رطوبتی معادل ۱/۲۵ تا ۱/۵ برابر حد روانی خاک بازسازی شدند که این امر موجب تخریب ساختار خاک و ایجاد ساختار پایدار در آن و حذف نقش محیط رسوبی در قوام خاک گردید. سپس بر روی این نمونه های بازسازی شده آزمایش سه محوری انجام و با نمونه های طبیعی مقایسه شدند. در آزمایشهای سه محوری که بر روی خاکهای بازسازی شده انجام گرفته اند، نسبت تشهای محفظه ای و تنش های

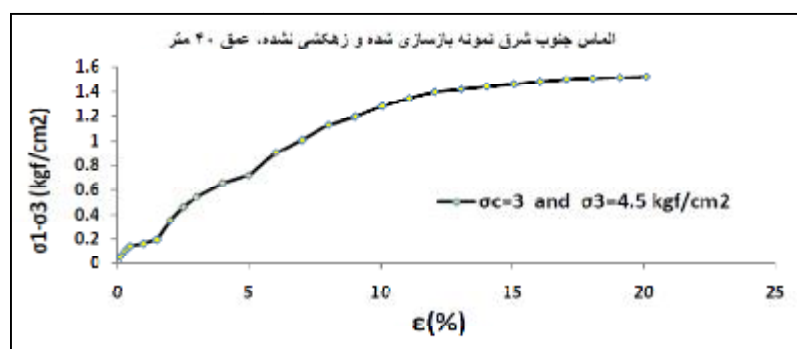
انحرافی بگونه ای در نظر گرفته شده اند که بعضی از نمونه ها شرایط خاک های فوق تحکیم یافته و برخی شرایط خاک های عادی تحکیم یافته را پیدا کنند.

### 3-مقایسه منحنی های تنش محوری- کرنش در حالت زهکشی نشده برای نمونه های طبیعی و بازسازی شده

در آزمایشهای سه محوری که بر روی خاکهای بازسازی شده انجام گرفته اند، نسبت تنشهای محفظه ای و تنش های انحرافی بگونه ای در نظر گرفته شده اند که بتوان شرایط مختلف مربوط به پیشینه خاک و تاثیر محیط رسوبی را بازسازی کرد. نمونه هایی که در آنها تفاوت تنش تحکیم با تنش برش بیشتر می شود نشان دهنده رفتار خاک های با تحکیم نرمال می باشند. شیب صعودی منحنی تا تغییر شکل حدود ۵ درصد نسبتا تند بوده و پس از آن روند شیب صعودی با شیب کمتر همچنان ادامه می یابد و بعد از رسیدن به تغییر شکلهای حدود ۱۰ درصد به روند ثابتی میل می کند و در تغییر شکلهای ۱۵ تا ۲۰ درصد نمونه ها گسیخته می شوند (شکل ۱). برای نمونه های بازسازی شده در صورتی که فشار برش کمتر از فشار تحکیم ایزوتروپ باشد، نمونه رفتار خاکهای فوق تحکیم یافته را خواهد داشت (شکل ۲).



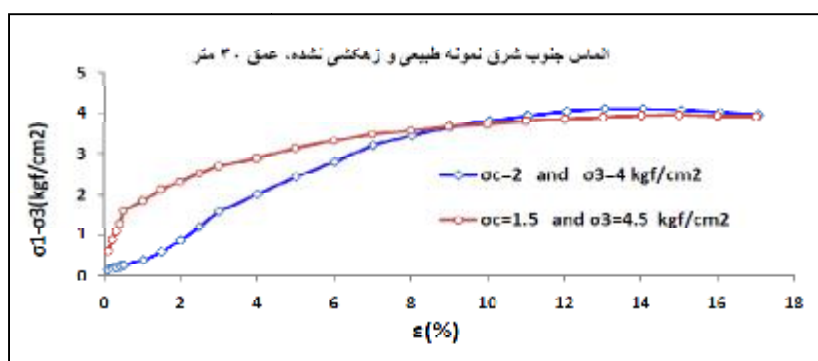
شکل 1 منحنی تنش - کرنش محوری نمونه بازسازی شده و زهکشی نشده، سایت دانشگاه علوم پزشکی کرمان عمق 10 متر



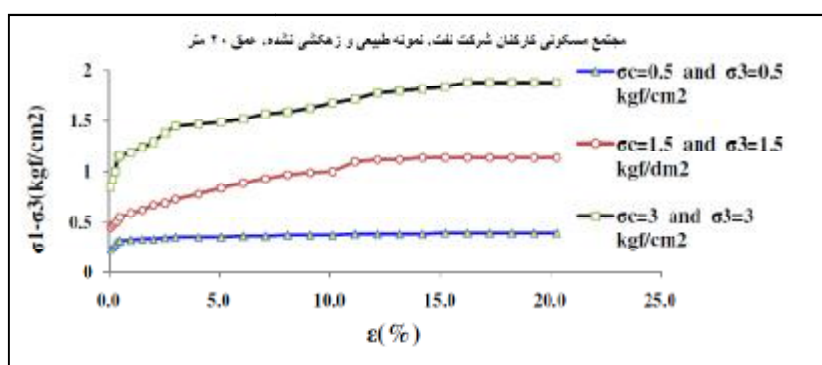
شکل 2 منحنی های تنش - کرنش محوری نمونه بازسازی شده و زهکشی نشده، سایت الماس جنوب شرق عمق 40 متر

منحنی تنش-تغییر شکل این نمونه ها در ابتداء تا تغییر شکل حدود ۵ درصد دارای شیب تند و صعودی بوده و از شیب ۵ تا حدود ۱۵ درصد منحنی با شیب صعودی کمتر ادامه می یابد و در تغییر شکل ۱۵ درصد به نقطه اوج رسیده و پس از آن روند نزولی منحنی شروع می شود تا خاک در تغییر شکل حدود ۲۰ درصد گسیخته شود.

به منظور بررسی شرایط مختلف زمین شناسی که خاکهای محدوده شهر کرمان در گذشته تحمل کرده اند، تعدادی آزمایش سه محوری زهکشی نشده بر روی نمونه های طبیعی و دست نخورده انجام گردید تا با مقایسه نتایج آنها با نمونه های بازسازی شده، بتوان تاثیر پذیری خصوصیات مهندسی خاکهای محدوده شهر از شرایط گذشته محیط رسوبی را بررسی نمود. نمونه ای از این منحنی ها در شکلهای (۳ و ۴) نشان داده شده است.



شکل 3 - منحنی تغییرات تنش - کرنش محوری نمونه های طبیعی و زهکشی نشده، سایت الماس جنوب شرق عمق 30 متر



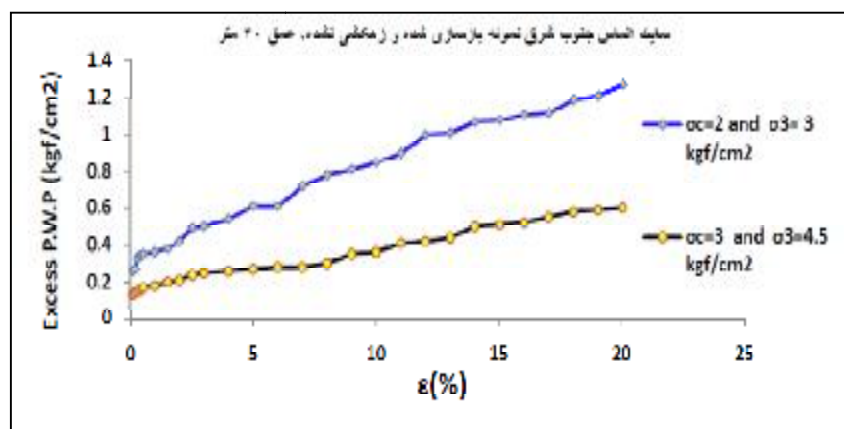
شکل 4 - منحنی های تنش - کرنش نمونه های طبیعی زهکشی نشده، مجتمع مسکونی کارکنان شرکت نفت عمق 20-20.45 متر

مقایسه و بررسی منحنی های تنش-کرنش نمونه های زهکشی نشده می دهند که هر چه فوق تحکیم یافتگی بیشتر باشد، مقاومت حداکثر خاک در کرنش های بالا (۱۰ تا ۱۵ درصد) خود را نشان می دهد. بعد از نقطه اوج مقدار مقاومت خاک افتی نشان نداده و منحنی تنش کرنش بعد از نقطه اوج به صورت یک منحنی تخت مشاهده می گردد. شکست نمونه خاک در این وضعیت به صورت شکست خمیره ای بوده و رفتار آن به صورت غیرحساس و شکل پذیر می باشد (حیدری ۱۳۸۱). در مقایسه

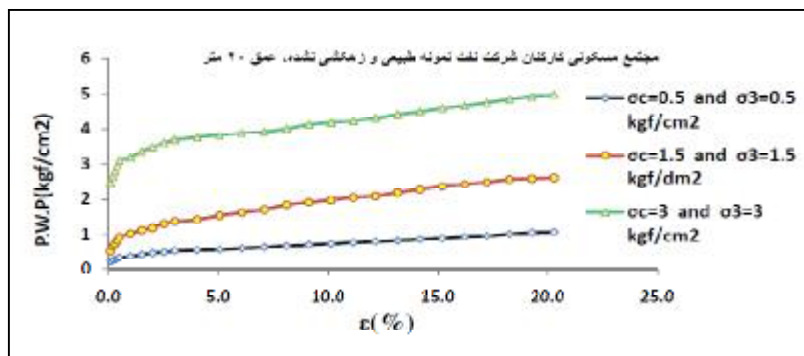
منحنی ها مشخص می شود که روند منحنی های تنش- کرنش در نمونه های بازسازی شده و طبیعی مطابقت و سازگاری قابل قبولی با یکدیگر دارند و منحنی تنش- کرنش نمونه های دست نخورده رفتاری مشابه خاکهای بازسازی شده و دارای ساختار پایدار از خود نشان می دهند. این موضوع موید عدم توسعه قابل توجه ساختار و فابریک و همچنین پیش تحکیم بودن خاک کرمان در بسیاری از نقاط شهر می باشد.

#### 4-مقایسه منحنی های کرنش محوری- فشار منفذی برای نمونه های طبیعی و بازسازی شده

منحنی های کرنش محوری- فشار منفذی در شرایط بازسازی شده دارای روند مثبت، پیشرونده و با شیب متوسط بوده که تا پایان آزمایش و وقوع گسیختگی در خاک، این روندها بدون تغییرات قابل توجه ادامه می یابد. دلیل وجود این شرایط این است که خاک بازسازی شده دارای ساختار پایدار و بدون سیمان شدگی و یا فابریک می باشد. برای نمونه های طبیعی در ابتدا برای تغییرات کرنش تا حدود ۵ درصد روند منحنی ها دارای شیب تند و صعودی بوده و پس از آن با شیب کمتر و به صورت پیشرونده ادامه پیدا کرده اند. این روند صعودی و پیشرونده به صورت تقریباً یکنواخت تا حدود کرنش ۲۰ درصد و وقوع گسیختگی در خاک وجود دارد. بنا بر این نتیجه می شود که خاک های طبیعی و دست نخورد در محدوده شهر کرمان دارای سیمان شدگی و ساختار پیشرفته و توسعه یافته نمی باشند. این امر موجب شده در ابتدا روند تغییرات کرنش محوری فشار منفذی صعودی و با شیب تند باشد و با اضافه شدن کرنش بیشتر از ۵ درصد روند تغییرات مشابه با مدل تغییر پذیری خاک بازسازی شده گردد. پس برای کرنش های بیش از ۵ درصد بین منحنی های کرنش محوری- فشار منفذی در شرایط طبیعی و باز سازی شده هماهنگی قابل توجهی وجود دارد. در شکل (۵ و ۶) نمونه هایی از منحنی های کرنش محوری - فشار منفذی خاک بازسازی شده و طبیعی در حالت زهکشی نشده مربوط به رسوبات شهر کرمان نشان داده شده است.



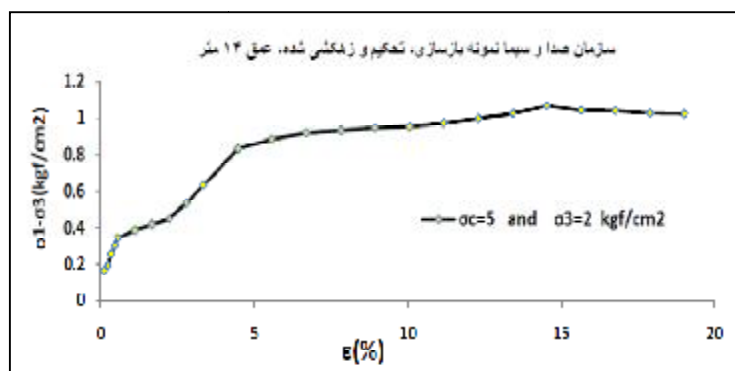
شکل 10 منحنی های کرنش محوری - فشار منفذی نمونه های بازسازی شده زهکشی نشده، الماس جنوب شرق عمق 40 متر



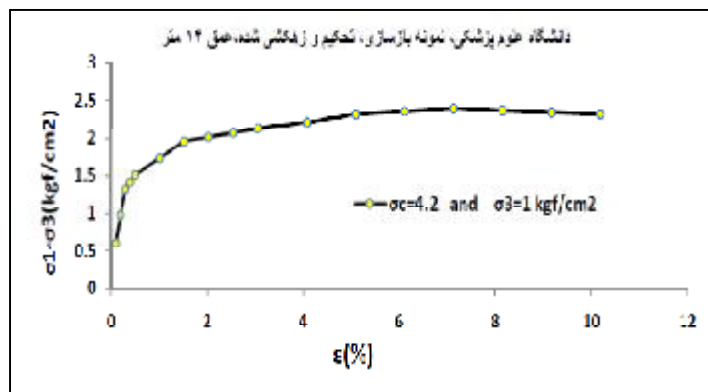
شکل 12 منحنی های کرنش- فشار منفذی نمونه های طبیعی زهکشی نشده، مجتمع کارکنان شرکت نفت عمق 20-20.45 متر

### 5-مقایسه منحنی های تنش - کرنش در حالت زهکشی شده بای نمونه های بازسازی شده و طبیعی

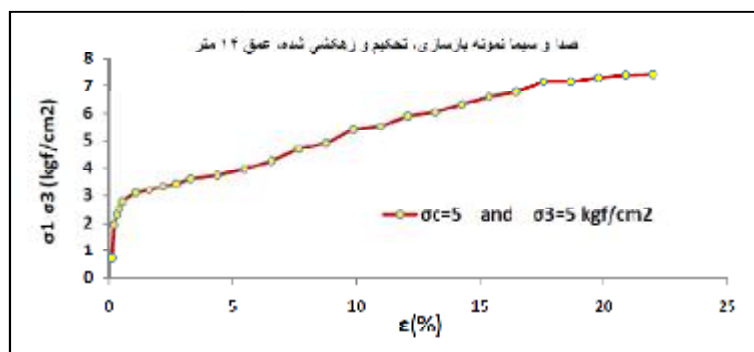
در آزمایش های سه محوری زهکشی شده بر روی خاکهای بازسازی شده نیز شرایط خاکهای عادی تحکیم یافته و فوق تحکیم یافته مدل شده است. مثلا برای سایت سازمان صدا و سیمای مرکز کرمان، نمونه خاک تحت فشار ایزوتروپ ۵۰۰ کیلو پاسکال تحکیم یافته و در مرحله برش، تحت فشارهای ایزوتروپ ۲۰۰ کیلو پاسکال گسیخته شده است. برای سایت دانشگاه علو پزشکی کرمان در عمق ۱۴ متر، فشار تحکیم ۴/۲ و فشار برش ۱ کیلو نیوتن بر متر مربع می باشد. در این حالت نمونه های خاک به ترتیب دارای YSR برابر ۲/۵ و ۴/۲ می باشند. در آزمایش های بارگذاری پله ای نمونه هایی که YSR بزرگتر از یک داشته باشند، شرایط خاک فوق تحکیم را القا می کنند (شکل های ۷ و ۸). این منحنی ها تقریبا دارای یک نقطه اوج هستند و خاک تا قبل از نقطه اوج به صورت انقباضی رفتار می کند و بعد از آن خاک رفتار نرم شونده از خود نشان می دهد. مقاومت خاک با افزایش کرنش محوری به مقدار ثابتی می رسد. برای حصول شرایط تحکیم یافتگی عادی برای بعضی از نمونه ها فشار تحکیمی برابر با و یا کمتر از فشار مرحله برش در نظر گرفته شده است لذا YSR کوچکتر یا مساوی یک خواهند داشت (شکل ۹).



شکل 7 منحنی تغییرات تنش - کرنش محوری نمونه بازسازی و زهکشی شده، سایت سازمان صدا و سیما عمق 14-14.45 متر



شکل 8 منحنی تغییرات تنش - کرنش محوری نمونه بازسازی و زهکشی شده، دانشگاه علوم پزشکی کرمان عمق 10.45-10 متر



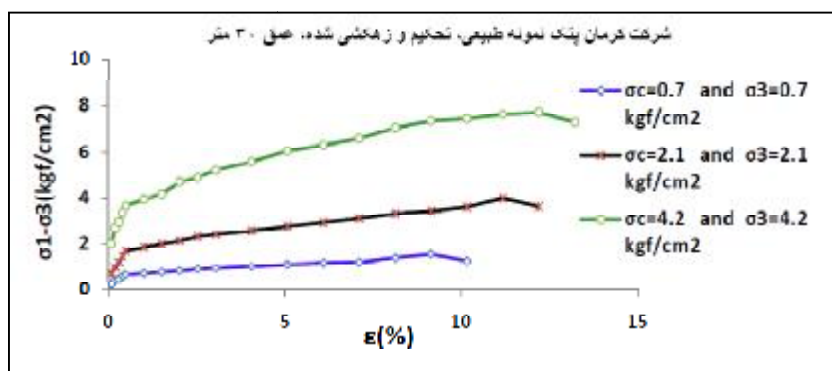
شکل 9 منحنی تغییرات تنش - کرنش محوری نمونه بازسازی و زهکشی شده، سایت سازمان صدا و سیما عمق 14.45-14 متر

تعداد زیادی آزمایش سه محوری در شرایط زهکشی شده بر روی خاک دست نخورده در نقاط مختلف شهر کرمان توسط اداره کل آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک انجام شده است که تفسیر نتایج آنها می تواند نقش محیط رسوبی دیرینه در تحول ویژگی های مهندسی خاک در گستره شهر کرمان را نشان دهد. نمونه ای منحنی های تنش - کرنش در شکل (۱۰) نشان داده شده است.

نتایج حاصل از مقایسه منحنی های تنش - کرنش خاکهای محدوده شهر کرمان در حالت زهکشی شده نشان می دهد که برای نمونه های بازسازی شده، منحنی ها در بخش ابتدایی یک حالت انقباضی و بالا رونده و با شیب تند داشته و با افزایش استرین محوری حالت صعودی و بالا رونده منحنی با شیب ملایم تر ادامه می یابد و در نهایت به یک نقطه اوج رسیده که بعد از آن خاک رفتار نرم شونده از خود نشان می دهد. مقدار مقاومت خاک با افزایش کرنش محوری کاهش می یابد و به مقدار ثابتی می رسد. در نمونه های عادی تحکیم یافته هر چه مقدار فشار جانبی در مرحله تحکیم خاک بالاتر باشد، مقدار مقاومت بالاتر خواهد بود. کرنش حجمی خاک نیز با افزایش کرنش محوری اضافه می گردد. در نمونه های فوق تحکیم یافته منحنی ها دارای

یک نقطه اوج هستند که بعد از آن خاک رفتار نرم شونده نشان می دهد و مقاومت خاک با افزایش کرنش محوری کاهش می یابد و به مقدار ثابتی می رسد.

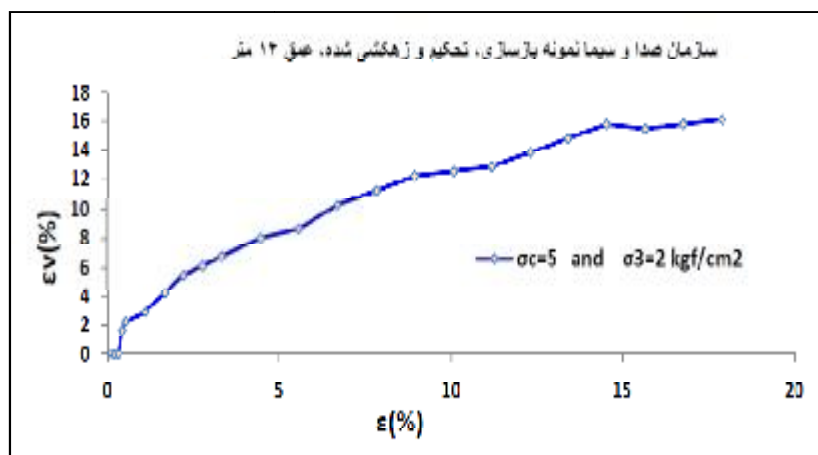
مقایسه رفتار تنش - کرنش نمونه های بازسازی شده و دست نخورده نشان می دهد که مشابهت و هماهنگی نسبی خوبی بین نتایج وجود دارد و تفاوت اندک آنها در میزان شیب بخش های بالارونده قسمت های ابتدایی منحنی ها می باشد. دلیل این امر هم وجود سیمان شدگی کم و تاثیر ساختار ضعیفی است که در خاک شکل گرفته است.



شکل 10 منحنی تغییرات تنش - کرنش محوری نمونه های طبیعی زهکشی شده، سایت شرکت کرمان پتک عمق 30.45-30متر

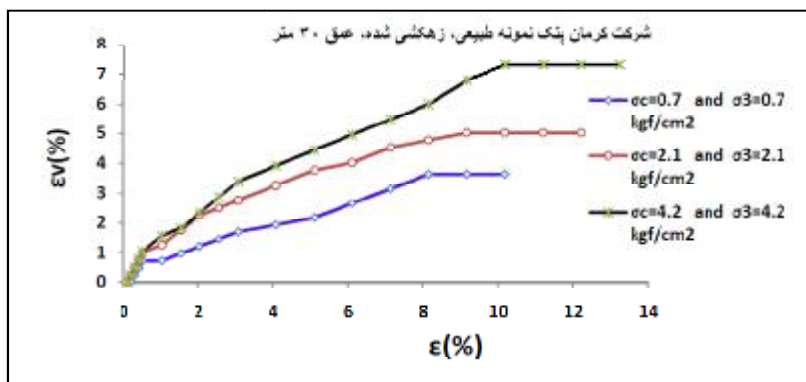
#### 6-مقایسه منحنی های کرنش محوری - کرنش حجمی برای نمونه های طبیعی و بازسازی شده

بررسی منحنی های تنش - کرنش حجمی در نمونه های طبیعی و بازسازی شده (شکل های 11 و 12) نشان می دهند که در هر دو حالت در ابتدا نمونه های خاک کاهش جزئی را نشان می دهند و شیب منحنی تند می باشد اما در کرنشهای 2 تا 5 درصد مجدداً حجم خاک اضافه شده شیب منحنی کمتر می شود و در کرنش 15 درصد به مقدار ثابتی میل می کند. رفتار خاک در این حالت شکننده می باشد. تفاوت رفتار نمونه های طبیعی و بازسازی شده این است که به دلیل ساختار جزئی شکل گرفته در نمونه های طبیعی، شیب منحنی ها در محدوده تغییر شکل های 2 تا 5 درصد تند تر می باشد.





شکل 11 منحنی کرنش محوری - کرنش حجمی نمونه بازسازی و زهکشی شده، سایت سازمان صدا و سیما عمق 14.45-14 متر



شکل 12 منحنی های کرنش محوری - کرنش حجمی نمونه های طبیعی زهکشی شده، شرکت کرمان پتک عمق 30.45-30 متر

#### 7- تاریخچه رسوبات گستره شهر کرمان

از انتهای پلیستوسن پایینی به بعد تغییرات آب و هوایی مهمی در حوضه رسوبی کرمان بوقوع پیوست که هم زمان با شکل گیری دوره یخچالی بوده است. این دوره های سرد یخچالی فازهای مهمی از پروسه های فرسایش و رسوب بوده اند. عوامل فوق به همراه کوهزایی آلپین پایانی و فازهای تکتونیکی مربوط به آن از میوسن تا امروز، مهمترین فاکتورهای تکامل محیط رسوبی نئوژن و کواترنری در ناحیه کرمان بوده اند (قاجار و همکاران، ۱۳۷۵). دشت کرمان در طول پلیستوسن به گونه یک حوضه بسته دریافت کننده همه جریان های سیلابی صادره از زمین های مرتفع حواشی دشت بوده است. در طول آخرین دوره یخچالی، باز هم شرایط یک حوضه کم ژرفا را تجربه می کرده و قریب یکصد متر رسوب ریزدانه به سبزی نهشته های قبلی اضافه شده است. در همین هنگام به دلیل جنبش های پراهمیت پلیستوسن زبرین، از حالت حوضه بسته خارج و به آرامی به سوی شمال و شمال باختری شیب بر داشته است. لذا حجم زیادی از رسوبات نهشته شده در دوره های گذشته به سمت نواحی پایین دست جابجا شده اند.

#### 8- نتیجه گیری

مقایسه منحنی های تنش کرنش نمونه های بازسازی شده با نمونه های طبیعی و دست نخورده در حالت زهکشی نشده نشان می دهند که مطابقت و سازگاری قابل قبولی با یکدیگر دارند و رفتار خاکهای دارای ساختار پایدار را از خود نشان می دهند. این موضوع موید این است که ساختار و فابریک در خاکهای محدوده شهر کرمان دارای توسعه قابل توجه نمی باشد. مقایسه منحنی

های بازسازی شده که مدل پیش تحکیمی در آنها بازسازی شده است، مبین پیش تحکیم بودن خاک کرمان در بسیاری از نقاط شهر می باشد.

مقایسه منحنی های کرنش محوری- فشار منفذی در شرایط بازسازی شده با نمونه های طبیعی نشان می دهد که خاک های طبیعی و دست نخورد در محدوده شهر کرمان دارای سیمان شدگی و ساختار پیشرفته و توسعه یافته نمی باشند. نتایج حاصل از مقایسه منحنی های تنش-کرنش خاکهای بازسازی شده و نمونه های طبیعی و دست نخورده در حالت زهکشی شده نشان می دهند که مشابهت و هماهنگی نسبی بین نمونه های بازسازی شده و طبیعی وجود دارد و تفاوت اندک آنها در شیب بخش های بالارونده قسمت های ابتدایی می باشد. شاید دلیل این امر وجود سیمان شدگی کم و تاثیر ساختار ضعیفی است که در خاک شکل گرفته است.

بطور کلی ساختار و فابریک در خاکهای محدوده شهر کرمان دارای توسعه قابل توجه نمی باشد که علت این امر شاید ویژگی محیط رسوبی باشد که در آن پرده های فرسایش و رسوب فعال بوده بیشتر موجب فشردگی و تحکیم پذیری خاک می شده است. از طرفی به دلیل اینکه در دوره های کوتاهی حجم قابل توجهی از رسوبات با ضخامت زیاد نهشته شده اند، رسوبات محدوده شهر کرمان نسبتاً یکنواخت و همگن می باشند.

## منابع

- حیدری، م.، (۱۳۸۰)، "بررسی ارتباط خصوصیات مکانیکی و ساختار خاکهای ریزدانه جنوب تهران"، پایان نامه دکتری زمین شناسی مهندسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس، ۳۱۰ صفحه.
- Pfleiderer, S., Hofmann, T., and Auer, J., (2005). Geological interpretation of geotechnical properties of sediments in Vienna basin, *Geophysical Research Abstracts*, 7:04537.
- Gaspere, A., (2005). Advanced laboratory characterization of London clay, Thesis for degree of doctor of philosophy, University of London (Imperial College London), Department of Civil and Environmental Engineering, 598 pages.
- Burland, J. B., (1990). On the compressibility and shear strength of natural clays *Geotechnique*, vol. 40, No. 3, pp. 329-378.
- Barański, M., (2008). Engineering-geological properties of normally consolidated tills from Plock area. *Vilnius. Geologija*. Vol. 50, PP 40-48.
- Cerato, A. B. and Lutenegeger, A. J. (2004), Determining intrinsic compressibility of fine-grained soils, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 130, 872-877
- Kamaluddin, M., (1999). Intrinsic compressibility, strength properties and some strength models for Dhaka clay. *Journal of civil engineering*, The institution of Engineers, Bangladesh. Vol. 27, No. 2, pp. 155-173.
- Ortigo, J.A.R., (1995). *Soil mechanics in the light of critical state theories* Rotterdam: A.A. Balkema, 299 Pages.
- Kadjar, M.H., Nazemzadeh, M., Azizan, H., and Rowshanravan, J., (1996). The history of Kerman Basin during the Neogene and Quaternary, *Geological Survey of Iran, Regional Center for S.E. Iran (Kerman)*, 74 Pages.