

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی



بررسی رفتار زهکشی نشده ماسه سیلت‌دار با استفاده از پارامتر حالت

حامد هاشمی صنعتی^۱، هادی بهادری^۲

۱- کارشناس ارشد عمران خاک و پی دانشگاه ارومیه

۲- استادیار گروه عمران دانشکده فنی دانشگاه ارومیه

h.hashemisanati@gmail.com

h.bahadori@urmia.ac.ir

خلاصه

بحث در مورد تاثیر افزودنی ریزدانه به ماسه به منظور بررسی تاثیر مقاومت خاک مورد توجه بسیاری از محققان بوده است. مجموعه عوامل زیادی در ارزیابی رفتار ماسه سیلت دار موثر می‌باشد، که یکی از مهمترین پارامترها ارزیابی تغییرات مقاومت سیلت اضافه شده به ماسه توسط پارامتر حالت است. تعدادی آزمایش با استفاده از دستگاه سه محوری مونوتونیک با مقدار درصدهای متفاوت سیلت با فشار تحکیمی مختلف و نسبت تخلخل - های متفاوت تحت حالت زهکشی نشده بر روی ماسه انجام شده‌اند. با استفاده از نتایج بدست آمده و بررسی منحنی‌های مسیبر تنش نمونه‌های آزمایش شده، نمودارهای حالت پایدار برای هر درصد وزنی از مخلوط ماسه سیلت‌دار بدست آمده است، در ادامه مقادیر پارامتر حالت با نسبت تخلخل هر نمونه ارائه شده و بحث در مورد پیشبینی رفتار نمونه‌ها صورت گرفته شده است. با استفاده از پارامتر حالت می‌توان رفتار نمونه‌های با نسبت تخلخل متفاوت را پیش‌بینی کرد.

کلمات کلیدی ماسه سیلت‌دار، زهکشی نشده، سه محوری، حالت پایدار، پارامتر حالت.

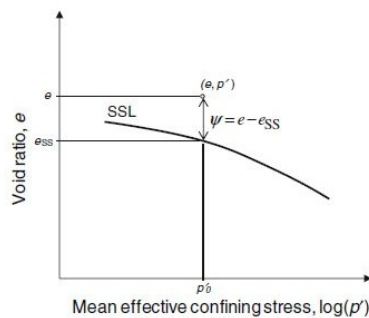
۱. مقدمه

مبنای مقایسه بین رفتار خاک‌های ماسه‌ای با خاکهای ماسه‌ای سیلت‌دار یا خاک‌های ماسه‌ای سیلت‌دار با درصد سیلت‌های مختلف توسط محققین مختلف اغلب روشن نیست و یک مبنای منطقی برای برون‌یابی تفاوت‌های مشاهده شده در درصدهای مختلف ریزدانه لازم است. [1] بطور سنتی که شاید به کار ترزاقی در رابطه با منحنی $e-\log p$ برگردد، نسبت تخلخل (e)، معمولاً یکی از مهمترین متغیرهای حالت برای مشخص کردن رفتار خاک‌ها انتخاب شده است و این کار، روسکو و همکاران را نیز در انتخاب (p, q, e) بعنوان متغیرهای مکانیک خاک حالت بحرانی تحت تاثیر قرار داده است. همچنین فورمولاسیون حالت پایدار نیز از این ادبیات تاثیر گرفته است. نمونه‌های ماسه‌ای که حالت اولیه آنها بالای خط حالت پایدار (SSL) قرار دارد رفتار نرم شونده و نمونه‌هایی که حالت اولیه آنها زیر این خط قرار دارد رفتار سخت‌شونده از خود نشان می‌دهند و اگر حالت اولیه در حول و حوش SSL باشد رفتار تنش - کرنش معمولاً ابتدا نرم شونده و سپس سخت شونده خواهد بود. ترکیب تاثیرات نسبت تخلخل و تنش تحکیم بر روی رفتار تنش - کرنش ماسه‌ها باعث بوجود آمدن متغیرهای حالت متفاوت دیگری نظیر پارامتر حالت [2,3] و اندیس حالت [4] شده است. مقادیر مثبت برای ν رفتار انقباضی و مقادیر منفی برای ν رفتار انبساطی را رقم می‌زنند. اگر بحث را به ماسه‌های یکنواخت محدود کنیم و تست‌های زهکشی نشده سه‌محوری فشاری را در نظر بگیریم تماس‌های فعال در طی تمام پروسه تغییر شکل زهکشی نشده در یک نسبت تخلخل یکسان نمی‌توانند یکسان بمانند. اگر یک حالت پایدار نهایی وجود داشته باشد در این حالت نسبت تخلخل یک شاخص تقریبی تماس‌های فعال فقط در حالت پایدار نهایی می‌تواند باشد و پارامترهای (p, q, e) مربوط به حالت نهایی اند که کرنش‌های برشی اضافی، زنجیره نیرو و تماس‌های فعال را تغییر نمی‌دهند و تراکم حجمی پلاستیک اضافی بوجود نمی‌آید. لذا نسبت تخلخل شاخصی از میکروساختار ذرات فعال در حالت بحرانی است. در رفتار ماسه‌ها اختلاف بین حالت موجود (p, q, e) و حالت نهایی (p, q, e) موجب تغییرات پیش‌بینی شده در تماس‌های فعال و مشخصات تغییر شکلی وابسته در ماسه می‌شود.



در چهارچوب حالت بحرانی، ψ به تراکم پذیری حجمی پلاستیک خاک اشاره دارد درحالیکه e فقط به حالت نهایی مربوط است. در حالیکه فرض انرژی دقیقاً مکانیزم‌های داخلی تغییر شکل را توضیح نمی‌دهد می‌توان از آن صرفاً بعنوان راهنما استفاده کرد و $(\psi$ و $e)$ مشخصات تغییر شکل و حالت نهایی خاک را بیان می‌کنند.

بطور خلاصه می‌توان چنین بیان کرد که در ماسه‌ها تماس‌های فعال بین دانه‌ها معرف تراکم‌پذیری پلاستیک بوده و تغییر شکلها را رقم می‌زنند. تماسهای فعال نیز در حالت معمولی می‌تواند بصورت تقریبی (با فرضهای روش انرژی) با ψ و در حالت نهایی (بحرانی) با e تعیین شوند لذا در ماسه‌های تمیز مجموعه متغیرهای حالت $(\psi$ و $e)$ کارآیی نسبی داشته و می‌توانند برای ارزیابی و پیش‌بینی رفتار خاک مورد استفاده واقع شوند. اختلاف بین نسبت تخلخل موجود و نسبت تخلخل واقع در تنش موثر میانگین خط حالت پایدار در شکل ۱ ارائه شده است.

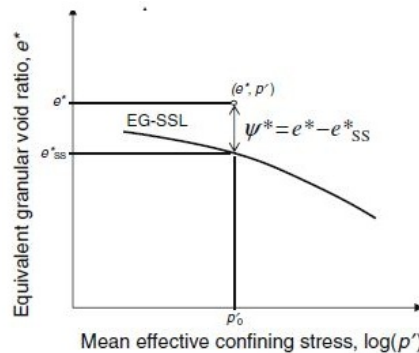


شکل ۱- تعریف حالت پایدار [3]

مشابه آنچه در مورد ماسه اشاره شد در ماسه‌های سیلت‌دار نیز صرف پارامتر نسبت تخلخل (در مورد اخیر نسبت تخلخل بین‌دانه‌ای) نمی‌تواند رفتار را در غیر از حالت بحرانی توضیح دهد. از این‌رو در مورد ماسه‌های سیلت‌دار نیز پارامتر حالت بصورت بین‌دانه‌ای و نیز بین ریزدانه‌ها قابل تعریف است. اگر خاک سیلت‌دار به ۲ زیرماتریس درشت‌دانه و ریزدانه تقسیم شود و اندرکنش آنها برهم تحلیل گردد مساله ساده‌تر می‌گردد، همانند نمونه ماسه‌ها، پارامتر حالت در فرم بین دانه‌ای به صورت زیر برای ماسه سیلت دار تعریف می‌شود:

$$\Psi_s = e_s - (e_s)_{ssl} \quad (1)$$

رابطه بالا مربوط به محتوی ریزدانه کمتر از مقدار آستانه ریزدانه می‌باشد.



شکل ۲- تعریف خط حال پایدار برای ماسه سیلت دار [5]

معادلات فوق نشان می‌دهند که خواه اگر پارامتر حالت یا پارامتر حالت بین‌دانه‌ای استفاده شود بطور کیفی یک پاسخ تنش- کرنش تقریباً مشابه پیش‌بینی می‌شود اگر مقدار ریزدانه‌ها از مقدار آستانه تجاوز نکند. البته استثنائایی نیز بخاطر مشارکت کمتر ریزدانه‌ها می‌تواند متصور باشد. به نظر می‌رسد ترکیب e_s و تنش تحکیم بتواند رفتار تنش- کرنش یکسان را نتیجه دهد.

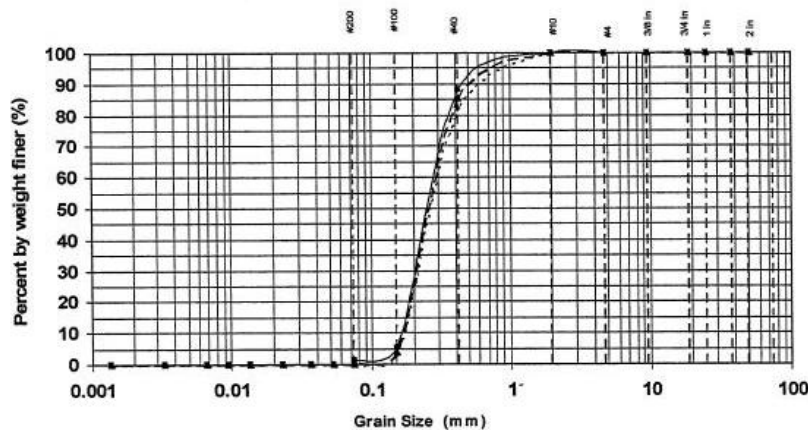


در نسبت‌های تخلخل یکسان با افزایش درصد ریزدانه (FC)، افزایش e_s (از $e_s=e$ شروع می‌شود)، ψ_s افزایش (از $\psi_s = \psi$ شروع می‌شود) می‌یابد. در FC های کم ماتریس ریزدانه شدیداً تراکم‌پذیر است و پارامترهای بین‌دانه‌ای (e_s و ψ_s) رفتار تنش-کرنش را تحت تاثیر قرار می‌دهند. با این چارچوب مفهومی با فرض اینکه متغیرهای (e_s و ψ_s) شاخصهای کیفی رفتار زیرماتریسها در ریزدانه‌های کم هستند و با استفاده از مفاهیم توسعه یافته مکانیک خاک حالت بحرانی می‌توان رفتار ماسه سیلت‌دار را برحسب رفتار ماسه میزبان یا سیلت میزبان پیش‌بینی نمود. ابتدا رفتار پیش‌بینی شده ماسه سیلت‌دار با افزایش نسبت تخلخل در ریزدانه ثابت و کم ارائه می‌شود و با بحث روی رفتار با افزایش ریزدانه در تخلخل ثابت ادامه می‌یابد. لذا در ماسه‌های سیلت‌دار بجای پارامتر نسبت تخلخل عمومی از پارامترهای نسبت تخلخل بین‌دانه‌ای بایستی استفاده شود. البته این شاخصها باهم مشابه ماسه‌ها رفتار را در حالت بحرانی (نهایی) کنترل می‌کنند. برای ارزیابی رفتار تنش - کرنش، پارامتر حالت بین‌دانه‌ای و پارامتر حالت عمومی می‌توانند جایگزین شوند که این بسیار می‌تواند در مطالعه رفتار سودمند باشد هرچند که به سبب استفاده از فرض‌های روش انرژی اساساً استفاده از شاخص حالت در ارزیابی رفتار (تماسهای فعال دانه‌ها و تراکم‌پذیری پلاستیک) در حد راهنما می‌تواند مورد اتکا قرار گیرد. نهایتاً پارامترهای ترکیبی e_s و ψ_s و e_s و ψ و e_s و p^*c به عنوان کنترل کننده رفتار خاک‌های دانه‌ای حاوی ریزدانه تا مرز ریزدانه آستانه می‌توانند پیشنهاد گردند.

با در نظر گرفتن اینکه ψ_s بطور خطی به ψ_s مرتبط است، طبیعت انقباضی ماسه سیلت‌دار می‌تواند با ψ_s یا ψ تعیین شود. در ریزدانه‌های کم تفاوت بین ψ_s و ψ قابل چشم‌پوشی است و می‌توان خواه ψ_s و یا ψ را برای مقایسه ماسه سیلت‌دار با ماسه میزبان با ψ یکسان استفاده کرد. نیز می‌توان از ψ_s یا ψ برای مقایسه دو ماسه سیلت‌دار باهم وقتی که مقدار سیلت‌ها خیلی متفاوت نباشند استفاده کرد. در ψ_s یا ψ یکسان رفتار تنش-کرنش مشابه (نه یکسان) پیش‌بینی می‌شود. وقتی میزان ریزدانه زیاد می‌شود تفاوت ψ_s و ψ افزایش می‌یابد. ماسه سیلت‌دار و ماسه میزبان با ψ یکسان ψ_s های بسیار متفاوتی خواهند داشت. نمی‌توان انتظار رفتار یکسانی را در ψ_s یا ψ ثابت خصوصاً در ریزدانه‌های بالا داشت.

۲. مصالح آزمایش شده

مصالحی که در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفته اند، ماسه سیلیسی شکسته ی فیروز کوه (شماره ۱۶۱) می باشد. نمودار دانه بندی ماسه فیروز کوه در شکل ۳ نشان داده شده است. همچنین مشخصات فیزیکی نیز در جدول ۱ آورده شده است. سیلت استفاده شده نیز سیلت غیرپلاستیک می باشد و مشخصات خمیری این نوع سیلت در جدول ۲ نشان داده شده است.



شکل ۳- نمودار دانه بندی ماسه ۱۶۱ فیروز کوه

جدول ۱- مشخصات فیزیکی ماسه فیروز کوه

ماسه	GS	e_{max}	e_{min}	$D_{50}(mm)$	%FC	C_s	C_c
فیروز کوه	۲/۶۵	۰/۸۷۴	۰/۵۴۸	۰/۲۷	۱	۱/۸۷	۰/۸۸



جدول ۲- مشخصات خمیری سیلت فیروزکوه

نشانه ی خمیری (PI)	حد خمیری (PL)	حد روانی (LL)
٪۲	٪۲۴	٪۲۶

۳. روند آزمایش

تحقیقات انجام یافته در مورد چگونگی نمونه سازی به این نتیجه رسیده است که این مرحله از آزمایش تاثیر بسزایی در مقاومت نمونه و نسبت تخلخل دارد. در این تحقیق از روش ریزش خشک استفاده شده است. قطر نمونه های ساخته شده ۳۸ میلیمتر می باشد. با توجه به این که نمونه ها به روش خشک تولید می گردد. ابتدا مخلوط ماسه و سیلت به نسبت ذرصد وزنی که دارند با هم مخلوط می شوند. پس از ساخت نمونه با توجه به درصد ریزدانه اضافه شده حداقل ۳۰ دقیقه گاز CO₂ از نمونه عبور داده می شود. سپس نمونه اشباع می شود با توجه به استاندارد ASTM D 4767-92 [۵] کلیه نمونه ها باید کاملاً اشباع شوند و مقدار حداقل B که به صورت رابطه ۶ تعریف می شود، ۹۵ درصد در نظر گرفته می شود. پس از مرحله اشباع کلیه نمونه ها قبل از تحکیم فشار سلول آنها را به ۲۵۰ کیلوپاسکال رسانده می شود.

$$B = \frac{\Delta U}{\Delta \sigma_3} \quad (2)$$

$\Delta \sigma_3$: مقدار فشار همه جانبه در هر مرحله از عملیات اشباع کردن

ΔU : اضافه فشار آب حفره ای در اثر بالا بردن فشار همه جانبه به میزان $\Delta \sigma_3$

۴. نتایج آزمایش ها

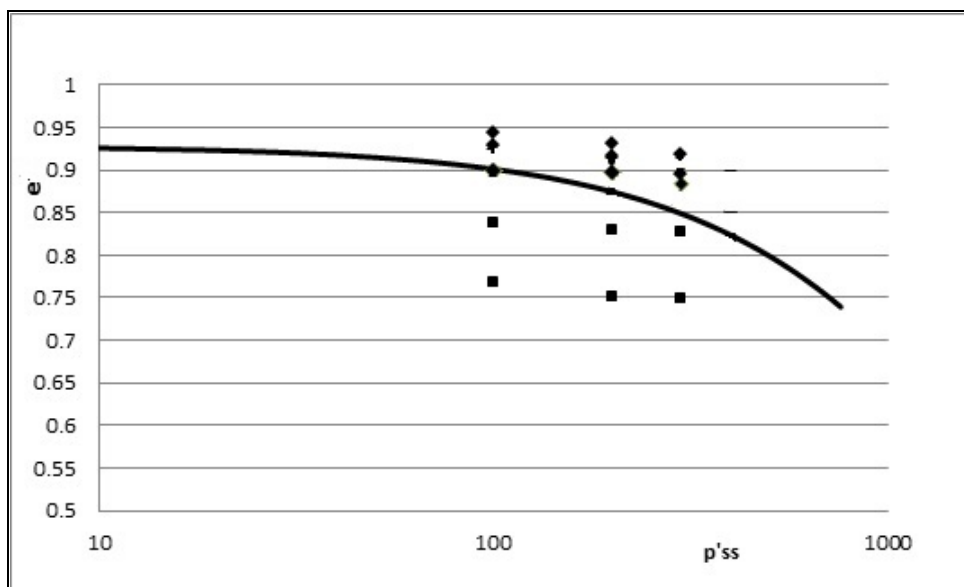
در این تحقیق مجموعاً به تعداد ۳۰ آزمایش سه محوری مونوتونیک به صورت کنترل کرنش با سرعت ۱ mm/min صورت پذیرفته شده است. برای بالا بردن دقت آزمایشها هر کدام از آنها ۲ بار انجام شده است. خلاصه ای از آزمایش ها در جدول ۳ آمده است. نتایج مربوط به آزمایش نیز در نمودار شکل ۴ ارائه شده است، همانطوریکه مشخص است خط رسم شده همان خط حالت پایدار می باشد که برای فشار های تحکیمی مختلف سعی گردیده به صورت واحد تعریف شود، به ازای هر نسبت تخلخل اولیه قبل آزمایش که در جدول ۳ نیز بیان شده است رفتار خاک قابل پیشبینی می باشد، اشکال مربع زیر خط حالت پایدار بیانگر رفتار مقاوم نمونه ها می باشد که مربوط ۵ درصد مخلوط ماسه و سیلت و نیز برای ماسه خالی می باشد، اما سایر نقاط که در بالای خط حالت پایدار نمایش دهنده حالت جریان و افت شدید نمونه ها در آزمایش می باشد. در حالت کلی برای ψ_s های مثبت حالت افت مقاومت و برای مقادیر ψ_s منفی عدم افت مقاومت مشاهده می شود.

با اتکا به شکل ، رفتار ماسه سیلت دار بر اساس پارامتر حالت معادل برابر، مشابه یکدیگر می باشد. نقاط بالای خط به عنوان حالات جریان و جریان محدود و نقاط زیر خط به عنوان رفتار عدم جریان معرفی می شوند.



جدول ۳ - خلاصه آزمایش‌های انجام یافته

شماره آزمایش	FC%	σ_3	es
۱	۰	۱۰۰ Kpa	۰/۷۶
۲	۰	۲۰۰ kpa	۰/۷۵
۳	۰	۳۰۰ kpa	۰/۷۴
۴	۵	۱۰۰ Kpa	۰/۸۴
۵	۵	۲۰۰ kpa	۰/۸۳
۶	۵	۳۰۰ kpa	۰/۸۳
۷	۱۵	۱۰۰ Kpa	۰/۸۹
۸	۱۵	۲۰۰ kpa	۰/۸۸
۹	۱۵	۳۰۰ kpa	۰/۸۷
۱۰	۳۰	۱۰۰ Kpa	۰/۹۳
۱۱	۳۰	۲۰۰ kpa	۰/۹۱
۱۲	۳۰	۳۰۰ kpa	۰/۸۹
۱۳	۴۰	۱۰۰ Kpa	۰/۹۴
۱۴	۴۰	۲۰۰ kpa	۰/۹۳
۱۵	۴۰	۳۰۰ kpa	۰/۹۲



شکل ۴- نمودار حالت پایدار برای بررسی پارامتر حالت با استفاده از نسبت تخلخل معادل

۵. نتیجه گیری

به منظور بررسی رفتار ماسه‌های سیلت‌دار در این مقاله مجموعه‌ای از آزمایش‌ها توسط دستگاه سه‌محوری مونوتونیک کامپیوتری بصورت کنترل کرنش در طیف وسیعی از ریزدانه انجام شده است. نتایج نشان دهنده کاهش مقاومت نمونه‌های ماسه‌ای با افزایش درصد‌های مختلف سیلت می‌باشد. کاهش



مقاومت ماسه سیلت‌دار تا حد خاصی از مقدار درصد سیلت اضافه شده، محسوس می‌باشد و پس از آن با کمی افزایش در مقاومت همراه می‌باشد. پارامترهای مختلفی برای بررسی رفتار زهکشی‌نشده نمونه‌های ماسه‌ای سیلت‌دار استفاده شده است که در این تحقیق از پارامتر حالت پایدار استفاده شده است. در جهت انتخاب معیاری مناسب برای پیش‌بینی رفتار ماسه سیلت‌دار با استفاده از تخلخل بین‌دانه‌ای برای ارزیابی و پیش‌بینی رفتار ماسه سیلت‌دار پیشنهاد شده است، که اساس طرح چهارچوب بر طبق دسته‌بندی رفتار ماسه خالص می‌باشد.

با توجه به آزمایشات صورت گرفته مشاهده گردیده شد که با افزودن مقادیر مختلف سیلت به صورت درصد وزنی افت مقاومت زهکشی‌نشده نمونه‌ها رخ می‌دهد که این نوع رفتار را می‌توان با استفاده از پارامتر حالت توضیح داد. با مشاهده نمودار بدست آمده برای پارامتر حالت برای مقادیر پارامترهای حالت برابر، رفتار مشابهی را حین بارگذاری می‌توان پیش‌بینی نمود. مقادیر مثبت پارامتر حالت نشان دهنده رفتار جریانی و افت مقاومت نمونه‌ها می‌باشد و برای مقادیر منفی عدم افت مقاومت را می‌توان پیش‌بینی نمود. با توجه به تحقیقاتی که در که در مورد این مورد از نوع خاک انجام شده است می‌توان برای سایر نوع ماسه‌ها هم چنین رفتاری را تشبیه نمود.



۱۲. مراجع

1. Thevanayagam, S. and Mohan, S. (2000) “Intergranular state variables and stress-strain behaviour of silty sands”, *Geotechnique*, 50(1), London, 1-23.
2. Been, K., Jefferies, M. G. (1985): “A state parameter for sands,” *Geotechnique*, Vol. 35, No. 2, pp. 99–112.
3. Jefferies, M.G. and Been, K. (1987). “Use of critical state representations of sand in the method of stress characteristics”, *Can. Geotech. J.*, Vol. 24, No. 3, pp. 441-446.
4. Ishihara, K. (1993).” Liquefaction and flow failure during earthquakes”. *Géotechnique* 43, No. 3, pp. 351-415
5. Rahman MM, Lo SR (2007) “On intergranular void ratio of loose sand with small amount of fines.” In: 16th South East Asian geotechnical conference. Kuala Lumpur, Malaysia, pp 255–260.

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی