

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله



بررسی اثر آهک و خاکستر پوسته برنج بر مقاومت تک محوری خاک‌های رسی با خمیری بالا

حسین عزیزی میرمحله^۱، مهدی سیاوش نیا^۲، محمد فرید آستانه^۳

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد عمران، گرایش خاک و پی، دانشگاه آزاد تهران مرکز

۲، ۳- هیئت علمی دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز

Nimaazizim@gmail.com

خلاصه

خاک‌های رسی که در بسیاری از مناطق ایران وجود دارد برای ساخت سازه‌های عمرانی مناسب نبوده و باید تمهیدات ویژه‌ای برای سازه‌هایی که بر روی اینگونه خاک‌ها بنا می‌شوند در نظر گرفته شود. یکی از روش‌های اصلاح اینگونه خاک‌ها افزودن مواد افزودنی به آن‌ها است.

در این تحقیق از خاکستر پوسته برنج صدری مزارع شمال کشور برای بهبود تاثیرات آهک استفاده شده است. سوزاندن خاکستر در فضای باز انجام شد و آنالیز XRD آمورف بودن خاکستر حاصل را تایید کرد. مخلوط آهک- خاکستر پوسته برنج با نسبت ۱ به ۱ و ۲ به ۳ با هم ترکیب شده و در درصدهای ۴، ۷، ۱۰ و ۱۳ درصد به خاک افزوده شده و در زمانهای ۱، ۷، ۲۸ و ۵۶ روز در دمای محیط عمل‌آوری گردید. اثر تغییرات درصد مخلوط آهک- خاکستر پوسته برنج و زمان عمل‌آوری و ترکیب مختلف آهک - خاکستر پوسته برنج بر روی مقاومت فشاری محدود نشده نمونه خاک بررسی شد.

طبق نتایج آزمایشات، اصلاح خاک با مخلوط آهک- خاکستر پوسته برنج با افزایش زمان عمل‌آوری و درصد مخلوط آهک- خاکستر پوسته برنج باعث افزایش مقاومت تک‌محوری خاک می‌شوند. بهترین نتیجه مربوط به نمونه‌های حاوی ۱۰٪ از مخلوط آهک- خاکستر پوسته برنج با نسبت ۲ به ۳ هستند.

به طور کلی افزودن مخلوط آهک- خاکستر پوسته برنج به نمونه خاک رس تاثیر قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فنی خاک خواهد داشت و بهترین نتیجه در زمان عمل‌آوری ۵۶ روز به دست می‌آید.

کلمات کلیدی: بهسازی خاک، آزمایش تک محوری، آهک، خاکستر پوسته برنج، خاک رس.

^۱ کارشناس وزارت راه و شهرسازی

^۲ استادیار

^۳ دانشیار



۱. مقدمه

بیشترین خاک‌هایی که تا کنون جهت تثبیت شیمیایی آنها مطالعات عدیده‌ای صورت پذیرفته است خاک‌های چسبنده و مهمترین آنها رس می‌باشد. تثبیت این خاک به لحاظ خاصیت خمیری زیاد، حساسیت آن نسبت به جذب آب (تورم) و نشست آن در طول زمان (تحکیم) از طرفی و گستردگی و فراوانی آن در پهنه کشور از طرف دیگر، همواره از عمده ترین مباحث تثبیت خاک بویژه تثبیت شیمیایی آنها بوده است چرا که خاصیت خمیری بالای آن امکان بهره‌گیری مناسب از روشهای کم هزینه تثبیت مکانیکی را برآورده نمی‌سازد.

یکی از روش‌های مورد استفاده برای مقابله با مشکلات ناشی از نشست و تورم خاکهای رسی با خمیری زیاد، بهبود و اصلاح این نوع خاکها با افزودن مواد افزودنی به خاک می‌باشد. از جمله موادی که به عنوان ماده افزودنی به کار برده می‌شود می‌توان آهک، سیمان، امولسیون قیر، خاکستر بادی، خاکستر پوسته برنج و ... را نام برد. یکی از موثرترین افزودنی‌ها به خاک آهک است. استفاده از آهک برای تثبیت خاک برای اولین بار در سال ۱۹۴۵ در آمریکا مورد استفاده قرار گرفت [۱]. علاوه بر افزایش قیمت آهک در سالهای اخیر [۲] و سرعت کم واکنش آهک با خاک [۳] افزودن ماده دیگری که ارزانتر بوده و مقدار آهک مورد نیاز را کم کند و نیز باعث افزایش سرعت واکنش آهک با خاک شود ضروری به نظر می‌رسد.

در بین مواد افزودنی فوق خاکستر پوسته برنج ماده ای است که در حال حاضر تحقیقات بسیاری بر روی آنها انجام می‌گیرد [۴-۶]. در نواحی شمالی ایران، سالیانه به مقدار زیادی پوسته برنج تولید می‌شود. از آنجایی که پوسته برنج برای خوراک دام مناسب نبوده و خارج کردن آن از محیط زیست همواره با مشکلاتی روبروست و تهیه آن با سهولت و هزینه ناچیز امکان‌پذیر است. سیلیکون بی‌شکل^۱ موجود در این مواد با واکنش دادن با کلسیم هیدراته موجود در آهک باعث افزایش چسبندگی و سایر خواص ژئوتکنیکی خاک می‌گردد [۷-۹]. خاکستر پوسته برنج را می‌توان جزو پوزولان‌های مصنوعی به حساب آورد.

هدف از تحقیق حاضر بررسی اثرات ناشی از به کار بردن مخلوط آهک- خاکستر پوسته برنج بر روی ویژگی‌های تغییر شکلی خاک رس با خمیری زیاد می‌باشد. خاک رس به کار رفته در تحقیق از خاک‌های رسی اطراف تهران (منطقه دولت خواه واقع در اطراف جاده ساوه) می‌باشد که در طبقه‌بندی متحد در رده CH قرار می‌گیرد. خاکستر پوسته برنج مورد استفاده در تحقیق، از مزارع شمال کشور و از برنج صدری محلی به دست آمده است.

۲. روش آزمایش

خاک استفاده شده در این پژوهش بر اساس سیستم رده بندی متحد، رس با خمیری بالا (CH) و دارای ویژگیهای زیر است: $G_s = 2.664$, $LL = 52$, $PL = 18$, $PI = 34$, $\gamma = 1.71 \text{ g/cm}^3$, $w_{opt} = 16.9\%$, $C = 37.167 \text{ Kpa}$, $\Phi = 28.83^\circ$. آهک مصرفی در این تحقیق با نام شیمیایی هیدروکسید کلسیم، آهک صنعتی از نوع هیدراته است و شامل ۷۰/۵٪ اکسید آهک بوده و مهمترین ناخالصی آن سیلیس به میزان ۱/۰۴٪ می‌باشد.

پوسته برنج مورد استفاده در این پژوهش از برنج صدری محلی بدست آمده از مزارع شمال کشور می‌باشد که آن را در فضای باز سوزانده و از آن خاکستری به رنگ سفید همراه با دانه های سیاه به دست آمد. دمش هوا و جابجا کردن توده پوسته برنج به منظور خارج شدن گاز دی‌اکسید کربن و سوختن کامل پوسته برنج انجام شد. درصد ترکیبات شیمیایی خاکستر پوسته برنج مورد مطالعه و خاک مورد مطالعه توسط آنالیز XRF تعیین شد. آمورف بودن خاکستر توسط آنالیز پراش اشعه ایکس بررسی شد.

برای به دست آوردن ترکیبات مختلف مخلوط آهک - خاکستر پوسته برنج (LRHA) ابتدا آهک و خاکستر پوسته برنج از الک ۲۰۰ رد شده و سپس به صورت خشک با نسبت های ۱ به ۱ و ۲ به ۳ مخلوط شدند. مخلوط‌های آماده شده با درصدهای ۴، ۷، ۱۰ و ۱۳٪ وزنی با خاک خشک مخلوط شدند. میزان آب مورد استفاده برای عمل‌آوری در این آزمایشات رطوبت بهینه خاک می‌باشد. اما با توجه به اینکه رطوبت بهینه خاک خالص با رطوبت بهینه، ترکیب مخلوط آهک- خاکستر پوسته برنج با خاک خالص، فرق می‌کند آزمایشاتی بدین منظور انجام گرفت. با توجه به نتایج برای درصدهای ۱ و ۴ و ۷٪ نسبت‌های ۱ به ۱ و ۲ به ۳ از ۱۷٪ رطوبت و برای درصدهای ۱۰ و ۱۳ نسبت‌های ۱ به ۱ و ۲ به ۳ از ۳ درصد رطوبت ۱۸٪ استفاده شده است.

¹ Amorphous



برای تهیه نمونه‌های لازم جهت انجام آزمایش، خاک عمل آوری شده در رطوبت بهینه به روش تراکم استاندارد در قالب پروکتور متراکم گردید و سپس از خاک داخل آن مغزه‌گیری به عمل آمد. آزمایشهای تک محوری مطابق با استاندارد ASTM D2166-67 بر روی نمونه‌های آماده شده انجام شد. قطر نمونه‌ها ۳۸ میلی‌متر بود.

۳. نتایج و بحث

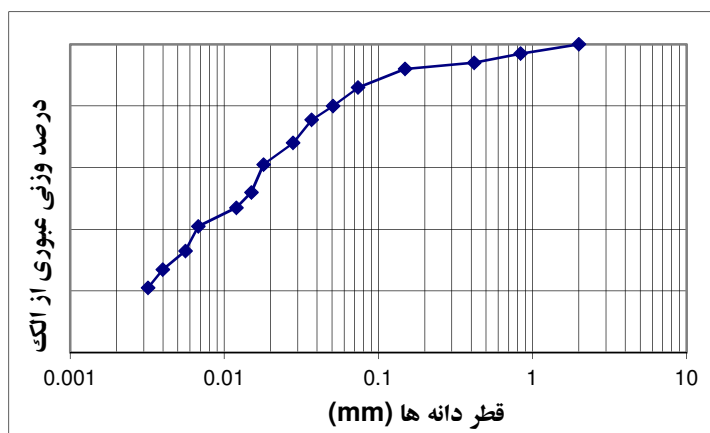
نتایج آنالیز XRF شامل سه ترکیب عمده خاک و خاکستر پوسته برنج مورد استفاده در این تحقیق به ترتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده است. بیش از ۸۵٪ ترکیب خاکستر پوسته برنج از سیلیس تشکیل شده است. مهمترین ترکیبات خاک مورد استفاده نیز سیلیس، آلومینا و هماتیت می‌باشند. شکل ۱ نتایج مربوط به آزمایش دانه‌بندی خاک مورد آزمایش را نشان می‌دهد.

جدول ۱- آنالیز ترکیب شیمیایی خاک مورد استفاده در این تحقیق

Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	ترکیب
۷/۳۷	۱۴/۲۱	۵۵/۵	درصد وزنی

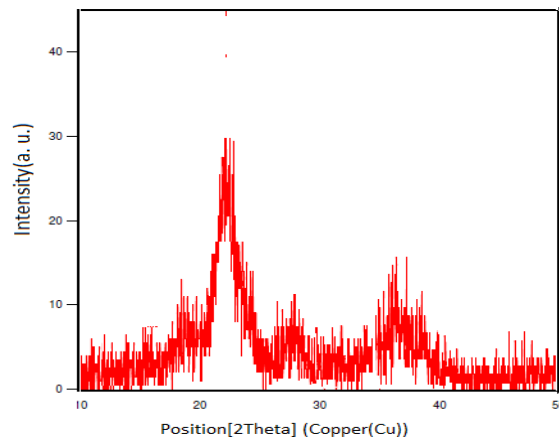
جدول ۲- آنالیز ترکیب شیمیایی خاکستر پوسته برنج مورد استفاده در این تحقیق

K ₂ O	CaO	SiO ₂	ترکیب
۱/۳	۳/۴۱	۸۶/۸	درصد وزنی



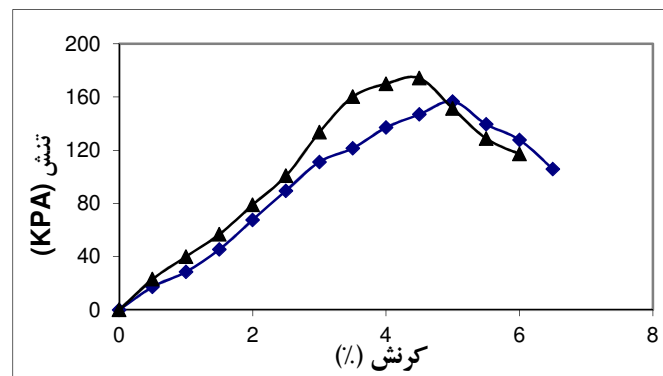
شکل ۱- نمودار دانه‌بندی خاک رس مورد استفاده

شکل ۲ نتیجه آنالیز پراش اشعه ایکس خاکستر پوسته برنج را نشان می‌دهد. نتیجه آمورف بودن خاکستر به دست آمده را تایید می‌کند. تنها بیک مشخص در زاویه حدود ۲۲ درجه و مربوط به کریستوبالیت است. آمورف بودن سیلیس به دست آمده میزان فعالیت خاکستر را تعیین می‌کند. دمای پایین در حین فرآوری پوسته برنج از طرفی آمورف بودن سیلیس را تضمین می‌کند و از طرف دیگر باعث افزایش مقدار کربن می‌شود. روش سوزاندن در فضای باز به دلیل کم بودن دما یکی از بهترین روش‌های مورد استفاده برای تهیه خاکستری با فعالیت بالا به شمار می‌رود و بالاترین میزان فعالیت خاکستر پوسته برنج در این روش گزارش شده است [۹]. در این تحقیق با دم‌ش هوا با جابجا کردن توده خاکستر در حین سوختن سعی شد تا از بالا رفتن دما در قسمتهای میانی جلوگیری شده و نیز با تسهیل خروج دی اکسید کربن از مقدار کربن باقی مانده کاسته شود. کربن باقی مانده باعث کاهش فعالیت خاکستر می‌شود.



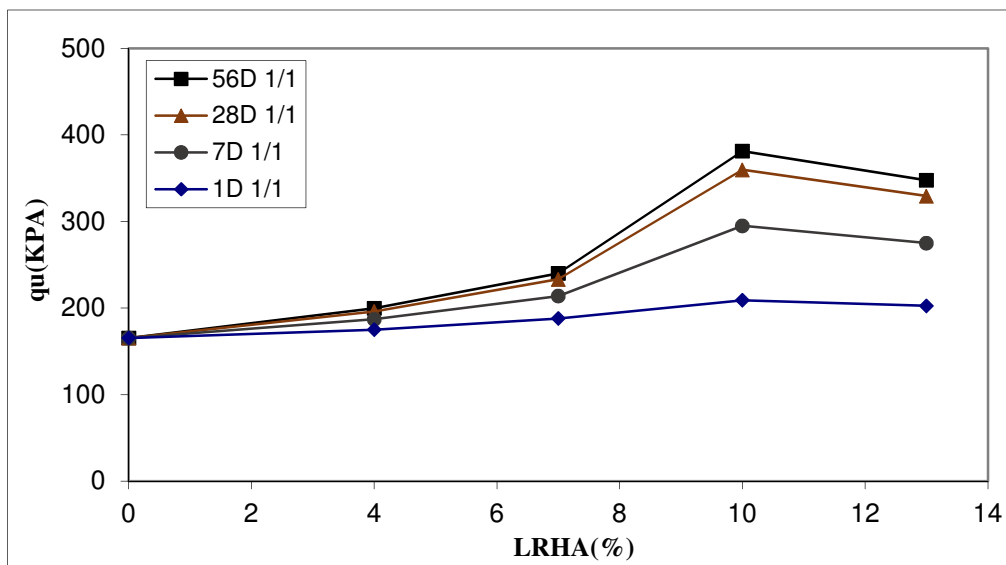
شکل ۲- نتیجه آنالیز پراش اشعه ایکس خاکستر پوسته برنج

شکل ۳ نمودار مربوط به آزمایش تک محوری بر روی خاک خالص را نشان می دهد. طبق نتیجه به دست آمده از آزمایش، مقاومت فشاری تک محوری خاک خالص ۱۶۵/۴۱ kpa می باشد.

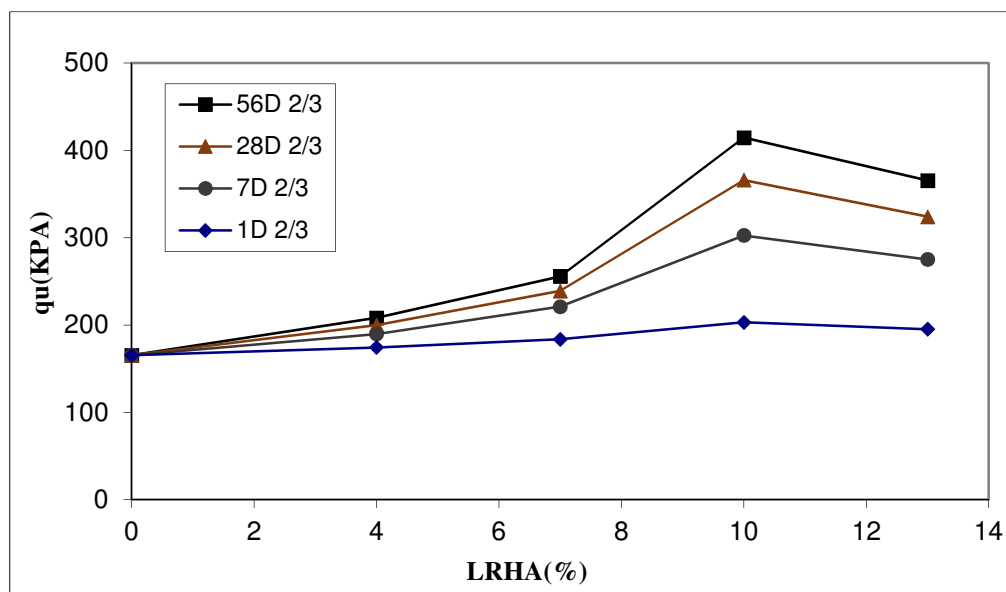


شکل ۳- نمودار تنش-کرنش آزمایش تک محوری خاک خالص

شکل های ۴ و ۵ اثر افزایش درصد مخلوط آهک -خاکستر پوسته برنج در نمونه ها را به مقاومت فشاری تک محوری به ترتیب برای هر دو نسبت ۱ به ۱ و ۲ به ۳ نشان می دهد. هر آزمایش ۲ مرتبه انجام شده و میانگین نتایج به دست آمده برای رسم نمودارها استفاده شده است. همانطور که در شکل ۴ دیده می شود با اضافه کردن مخلوط آهک - خاکستر پوسته برنج (LRHA) به خاک، مقاومت فشاری تک محوری تمامی نمونه ها نسبت به خاک خالص افزایش پیدا کرده است.



شکل ۴- نمودار تغییرات مقاومت فشاری تک محوری، q_u ، به درصد LRHA(1/1)



شکل ۵- نمودار تغییرات مقاومت فشاری تک محوری، q_u ، به درصد LRHA(2/3)

نمونه‌های دارای ۴٪ مخلوط آهک - خاکستر پوسته برنج (LRHA) با نسبت ۱ به ۱ پس از زمان ۷ روز افزایش q_u ، ۱۴ درصدی را نسبت به q_u خاک خالص نشان می‌دهند و این افزایش برای نمونه‌های دارای ۷٪ مخلوط آهک- خاکستر پوسته برنج (LRHA) پس از زمان ۷ روز ۳۳ درصد است.

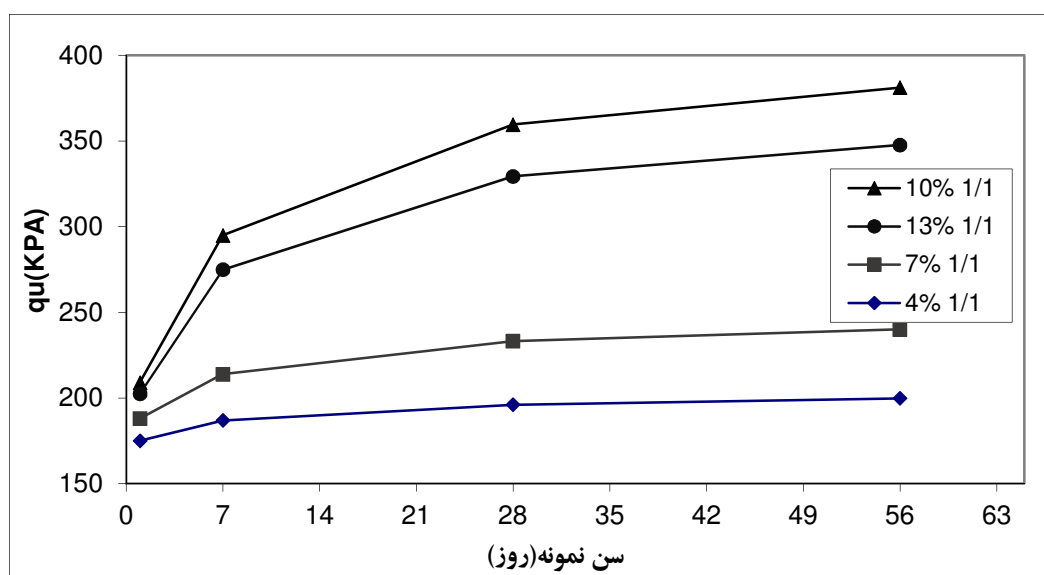
اما هنگامی که درصد LRHA در خاک‌ها به میزان ۱۰ و ۱۳ درصد می‌رسد افزایش نمونه‌ها کاملاً قابل توجه می‌شوند. به طوری که افزایش q_u نسبت به خاک خالص برای میزان مخلوط آهک- خاکستر پوسته برنج (LRHA) برابر با ۱۰ درصد پس از گذشت ۷ روز از زمان عمل آوری به ۷۸ درصد و برای ۱۳ درصد مخلوط LRHA به ۶۶ درصد می‌رسد. همان‌طور که در شکل‌های ۴ و ۵ مشاهده می‌شود بیشترین افزایش q_u برای نمونه‌ها در

LRHA برابر با ۱۰ درصد اتفاق می‌افتد. در واقع خاک و مخلوط آهک و خاکستر برنج مانند کامپوزیتی هستند که حد بحرانی فاز دوم در آن ۱۰٪ وزنی است.

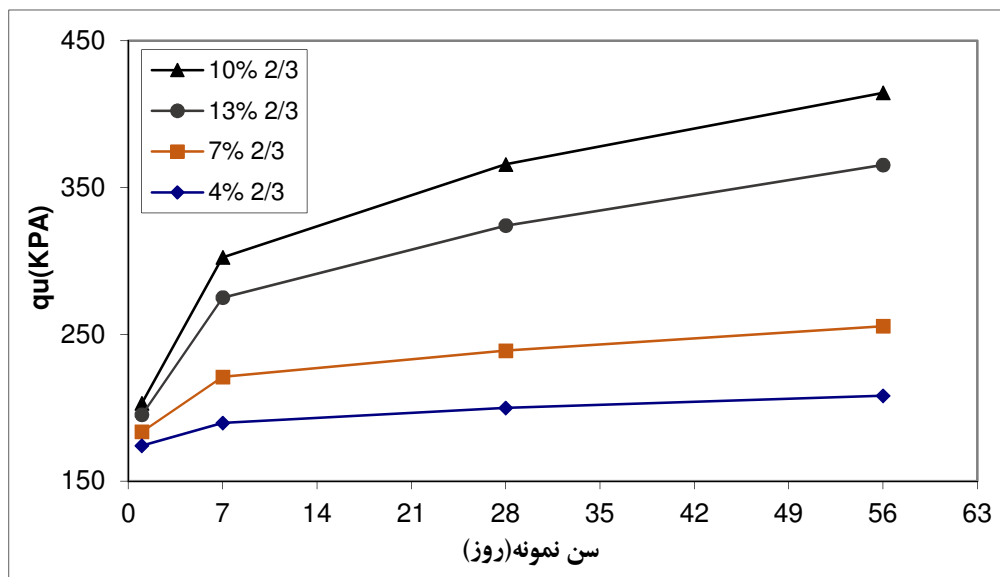
افزایش q_u در ۱۰ درصد از LRHA در تمامی زمان‌ها برای نمونه‌های با نسبت ۲ به ۳ بیش از نمونه‌های با نسبت ۱ به ۱ است. به عنوان نمونه برای نمونه خاک تثبیت شده با ۱۰٪ مخلوط آهک - خاکستر پوسته برنج با نسبت ۱ به ۱ پس از گذشت ۲۸ روز از زمان عمل آوری میزان افزایشی برابر با ۱۱۷ درصد و با نسبت ۲ به ۳ پس از گذشت زمان عمل آوری مشابه ۱۲۱ درصد رشد نسبت به خاک خالص مشاهده می‌شود. شکل‌های ۶ و ۷ نشان‌دهنده افزایش مقاومت تک‌محوری به گذشت زمان عمل آوری می‌باشد.

شیب منحنی‌ها نشان‌دهنده این نکته است که بیشترین نرخ افزایش شیب در ۷ روز اول اتفاق می‌افتد و پس از آن q_u با میزان نرخ کمتری افزایش پیدا می‌کند. این میزان نرخ افزایش شیب در ۷ روز اول برای نمونه‌های تثبیت شده با مخلوط LRHA با نسبت ۲ به ۳ بیشتر از نسبت ۱ به ۱ می‌باشد. برای نمونه تثبیت شده با ۷ درصد مخلوط LRHA با نسبت ۲ به ۳ پس از گذشت ۷ روز از زمان عمل آوری ۳۳ درصد رشد نسبت به خاک خالص مشاهده می‌شود در حالی که برای نسبت ۱ به ۲۸٪ رشد را نسبت به خاک خالص داریم. این امر نشان‌دهنده افزایش سینتیک واکنش پوزولانی خاک با آهک با افزودن خاکستر پوسته برنج می‌باشد. در واقع با افزودن LRHA به خاک واکنش پوزولانی بین آهک، سیلیس و ترکیبات آلومینایی باعث تولید محصولات سیمانی و افزایش مقاومت تک‌محوری خاک می‌شود.

به طور کل بیشترین میزان مقاومت فشاری تک محوری برابر با $q_u = 414/61$ (Kpa) می‌باشد که این نتیجه مربوط به نمونه تثبیت شده با ۱۰ درصد مخلوط آهک - خاکستر پوسته برنج (LRHA) با نسبت ۲ به ۳ و در زمان ۵۶ روز می‌باشد. این مقاومت فشاری به دست آمده نسبت به مقاومت خاک خالص ۱۵۰ درصد رشد را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده تاثیر مثبت مخلوط آهک - خاکستر پوسته برنج بر مقاومت تک محوری خاک رس با خمیری زیاد می‌باشد.



شکل ۶- نمودار مقاومت فشاری نمونه، q_u ، به سن نمونه برای LRHA(1/1)



شکل ۷- نمودار مقاومت فشاری نمونه، q_u ، به سن نمونه برای LRHA(2/3)

۴. نتیجه گیری

مطالعه اخیر تاثیر فوق العاده افزودن خاکستر پوسته برنج بر مقاومت تک محوری خاک رس با خمیری بالا را نشان می دهد. مقاومت تک محوری با افزایش مقدار افزودنی تا ۱۰ درصد وزنی بهبود یافته ولی با افزایش این مقدار به ۱۳٪ کاهش می یابد. در تمامی نمونه ها بهترین زمان عمل آوری برابر با ۵۶ روز تعیین شد. افزودن ۱۰٪ از مخلوط آهک و خاکستر پوسته برنج با نسبت ۲ به ۳ باعث افزایش تنش برشی به میزان ۱۵۰ درصد، یعنی بیش از دو برابر تنش برشی نمونه شاهد، می شود. این افزایش در نمونه با نسبت آهک به خاکستر ۱ به ۱ مقدار کمتری است. بیشترین رشد مقاومت در ۷ روز اول عمل آوری مشاهده می شود و در زمان های بیشتر تغییر زیادی مشاهده نمی شود.

منابع

- [1] براجا، ام. داس (۱۳۷۳)، "اصول مهندسی ژئوتکنیک"، طاحونی؛ شاپور؛ جلد دوم، پارس آیین، تهران.
- [2] Neville, A. M. (2000), "Properties of Concrete", Pearson Education Asia Ltd., Kuala Lumpur, Malaysia.
- [3] Alhassan, M. (2008), "Potentials of Rice Husk Ash for Soil Stabilization," AU J.T., 11, pp 246-250.
- [4] Koteswara Rao, D., Rameswara Rao, G.V.V. and Pranav, P.R.T. (2012), "A Laboratory Study on the Effect of Rice Husk Ash & Lime on the Properties of Marine Clay," International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), 2, pp 345-353.
- [5] Muntohar, A. and Hantoro, S. (2000), "Influence of rice husk ash and lime on engineering properties of a clayey subgrade," Electronic Journal of Geotechnical Engineering, 5, pp 1-9.
- [6] Basha, E.A. , Hashim, R. and Muntohar, A.S. (2003), "Effect of the cement-rice husk ash on the plasticity and compaction of soil," Electronic Journal of Geotechnical Engineering, 8, pp 1-8.
- [7] Behak, L. and Peres Nunez, W. (2013), "Effect of burning temperature on alkaline reactivity of rice husk ash with lime," Road materials and pavement design, 14, pp 570- 585.
- [8] Walker, R. and Pavia, S. (2011), "Physical properties and reactivity of pozzolans, and their influence on the properties of lime-pozzolan pastes," Materials and Structures, 44, pp 1139-1150.
- [9] رمضانیاپور، ع. ا. و جعفر پور، ف. و ماجدی، م. ح. (۱۳۷۴)، "مصارف پوسته برنج و خاکستر آن در صنعت ساختمان"، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله