

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 جهاد دانشگاهی

دوره ترمین

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

دوره ترمین

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دوره ترمین

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



ارزیابی رابطه مقاومت فشاری تک محوری، مدول الاستیسیته، انرژی جذب شده و وزن مخصوص خشک ماکزیمم با ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) در مخلوط ماسه ریز، سیمان و میکروسیلیس

غلام مرادی^۱، داود اسماعیل زاده^۲، یحیی احدی^۳

۱- استادیار، دانشگاه تبریز

۲- کارشناس ارشد مکانیک خاک پی، دانشگاه تبریز

۳- مربی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بین المللی جلفا

esmaeilzadeh.d@gmail.com

خلاصه

خاک موجود در مناطق ساحلی و کویری عمدتاً به صورت ماسه ریز با مشخصه های فیزیکی نامناسب و مقاومت پایین می باشد. هنگام احداث پروژه های راه سازی در این مناطق نیاز به بهبود این مشخصه ها می باشد. این اصلاحات را می توان با افزودن موادی مانند سیمان و میکروسیلیس که به عنوان جایگزین بخشی از سیمان می باشد، انجام داد. در تحقیق حاضر ماسه ریز با نسبت های مختلف سیمان و میکروسیلیس تحت آزمایشات تراکم و مقاومت فشاری تک محوری قرار گرفته است. بعد از انجام آزمایشات تاثیر این مواد بر ارتباط درصد CBR در نفوذ های ۲/۵ و ۵ میلیمتر با مشخصه های فیزیکی مدول الاستیسیته، انرژی جذب شده، مقاومت فشاری تک محوری، وزن مخصوص ص خشک ماکزیمم مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشانگر ارتباط خطی درصد CBR با این پارامتر ها می باشد.

کلمات کلیدی: مدول الاستیسیته، انرژی جذب شده، مقاومت فشاری تک محوری، وزن مخصوص ص خشک ماکزیمم، درصد CBR

۱. مقدمه

مقاومت خاک تاثیر زیادی بر عملکرد و بهره دهی سازه روی خود بعد از اجرای آن دارد. برخی انواع خاک ها از مقاومت لازم برخوردار نمی باشند، برای ارتقاء مقاومت این خاک ها بایستی آنها را جایگزین نمود اما این روش در خیلی از موارد هزینه سنگینی را در بر دارد. لذا با اعمال برخی تغییرات و افزودن موادی مانند سیمان به خاک، ویژگی های مورد نیاز برای پروژه در آن حاصل می شود. اکثر خاک های ریزدانه و درشت دانه قابلیت تثبیت با سیمان را دارند. به طور کلی، هر خاکی که عاری از مواد شیمیایی نظیر سولفات ها و همچنین مواد آلی باشند قابلیت تثبیت شدن با سیمان را دارد [1]، امروزه به علت هزینه زیاد سیمان سعی در جایگزینی بخشی از آن با مواد دیگری مانند میکروسیلیس می باشد. میکروسیلیس ماده ای معدنی است که دارای ذرات بسیار ریزتر از سیمان می باشد، این امر باعث پر شدن حفرات ریز داخل خاک-سیمان می گردد. همچنین میکروسیلیس با سیمان واکنش پوزولانی انجام می دهد و موجب بالا رفتن مقاومت مخلوط ماسه و سیمان می گردد. برای انجام بهتر واکنش پوزولانی بایستی ابتدا سیمان و میکروسیلیس را با هم مخلوط و سپس به ماسه اضافه نمود. مقدار میکروسیلیس تا حدود ۲۰ درصد وزن سیمان در انجام واکنش پوزولانی شرکت می نماید و بیشتر از آن عمدتاً باعث پرکنندگی می باشد [2]. از جمله پژوهش های انجام شده در این مورد به موارد زیر می توان اشاره نمود:

^۱ عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز

^۲ کارشناس ارشد مکانیک خاک و پی

^۳ عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بین المللی جلفا



لنا عصاره مستقیم و مسعود اولی پور [۳] به بررسی مقاومت مخلوط خاک ماسه ریز سیلتی با سیمان، سیمان - میکروسیلیس و خاک رس در تراکم های مختلف پرداختند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد با افزودن سیمان و میکروسیلیس به خاک مقدار مقاومت بسیار افزایش می یابد بطوریکه در تراکم ۹۵ درصد، مقاومت مخلوط خاک با ۳ درصد سیمان نسبت به مخلوط خاک با ۰/۵ سیمان، ۱۴ برابر می شود. همچنین در تراکم های بالاتر مقاومت مخلوط بسیار بالاتر از تراکم های پایین تر ۹۵ درصد می باشد.

رضا عبدالهی و همکاران [۴] تاثیر افزودن سیمان بر خواص ژئوتکنیکی مخلوطهای خاک - سیمان را از طریق آزمایشهای حدود اتربرگ، مقاومت فشاری محدود نشده و برش مستقیم مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آزمایشات ایشان بیانگر افزایش مقاومت فشاری و برشی خاک با افزایش سیمان می باشد.

محمد رضا عسگری و بهرام مختاری [۵] آزمایش های هیدرومتریک، حدود اتربرگ، آزمایش تحکیم، مقاومت فشاری تک محوری و CBR را بر روی خاک رس با خاصیت خمیری کم یکبار مخلوط با سیمان و سپس با آهک انجام دادند. مطابق نتایج آزمایشات آنها در صورت نیازمندی به مقاومت کمتر آهک به لحاظ اقتصادی با صرفه تر از سیمان می باشد.

حسن طاهر خانی و بهنام امانی [۶] با مطالعات آزمایشگاهی به بررسی فنی و اقتصادی استفاده از نخاله های ساختمانی به همراه سیمان در لایه های روسازی راه پرداختند. نخاله های آجر و بتن خرد و دانه بندی شده و در درصد های حجمی مختلف با هم و با درصد های مختلفی از سیمان تثبیت شده و تحت آزمایش تراکم و آزمایش مقاومت فشاری قرار گرفتند. نتایج آزمایش ها نشان می دهد که با افزایش درصد سیمان، وزن مخصوص خشک و رطوبت بهینه روند افزایشی دارد، اما مقاومت فشاری نمونه ها با افزایش مقدار سیمان تا ۹ درصد بیشتر شده و برای درصد سیمان بالاتر از این مقدار، کاهش می یابد.

شیهاتا و همکاران [۷] تثبیت خاک با سیمان را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیقات ایشان نشانگر افزایش سختی و رفتار شکننده خاک و بهبود خصوصیات مهندسی آن با افزودن سیمان می باشد.

عسگر جانعلیزاده چوب بستنی و مهدی رضائپور فومشی [۸] تثبیت خاک رس لای دار با سیمان، آهک، میکروسیلیس و خاکستر پوسته برنج را مورد آزمایش قرار دادند. نتایج حاصل از آزمایشات مقاومت فشاری و تورم، اثر مواد افزودنی بر روی افزایش مقاومت و کاهش تورم آن را مثبت نشان داد. روش امید [۹] با انجام آزمایش مقاومت فشاری تک محوری خاک تثبیت شده با آهک به همراه میکروسیلیس را مورد مطالعه قرار داد. طبق آزمایشات وی افزودن میکروسیلیس به مخلوط خاک مقاومت فشاری محدوده نشده آن را به صورت قابل توجهی افزایش می دهد.

۲. مواد و روش ها

آزمایش های انجام یافته در این تحقیق بر روی ماسه ریز با مشخصات مطابق جدول (۱) سیمان نوع ۲ محصول کارخانه سیمان صوفیان و میکروسیلیس خاکستری رنگ می باشد. با استفاده از آزمایش تراکم استاندارد (ASTM D6 ۹۸-۷۸) رطوبت بهینه و وزن مخصوص خشک ماکزیمم برای مخلوط ماسه، سیمان و میکروسیلیس با نسبت های مطابق جدول (۲) تعیین گردید. برای انجام آزمایش CBR نمونه هایی از مخلوط ماسه با این نسبت های مواد افزودنی و رطوبت بهینه در قالب هایی با قطر ۱۵/۲ سانتی متر و ارتفاع ۱۷/۸ سانتی متر با روش تراکم استاندارد تهیه و بعد از عمل آوری ۷ روزه تحت آزمایش قرار گرفتند (شکل (۱)).

برای انجام آزمایش مقاومت فشاری تک محوری نیز نمونه های استوانه ای (قطر ۳/۳cm و ارتفاع ۸cm) که از مخلوط ماسه، سیمان و میکروسیلیس با درصد تراکم کارگاهی ۹۸ درصد در رطوبت بهینه تهیه گردید. و بعد از عمل آوری ۷ روزه تحت آزمایش قرار داده شد. سپس با توجه به نمودار تنش - کرنش بدست آمده از این آزمایش، مدول الاستیسیته سکانتی برای ۰/۴ تنش گسیختگی محاسبه گردید و مساحت زیر نمودار تا نقطه گسیختگی برابر با انرژی جذب شده حساب شد.

جدول ۱ - مشخصات فیزیکی ماسه ریز به کار رفته در آزمایش ها

نام خاک در طبقه بندی یونفاید	C _c	C _u	D _{max} (mm)	G _s	رطوبت بهینه %
SP	۱/۴	۳/۸۹	۰/۸	۲/۶۶	۱۱/۹



شکل (۱): دستگاه آزمایش مقاومت فشاری تک محوری.

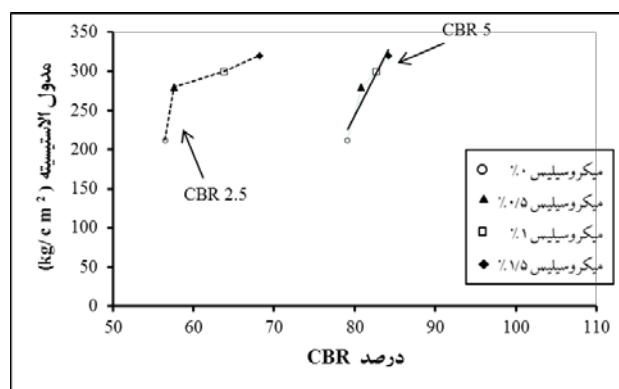
۳. نتایج و بحث

نتایج مربوط به مقاومت فشاری تک محوری، مدول الاستیسیته، انرژی جذب شده و درصد CBR برای نمونه های ماسه مخلوط با سیمان و میکروسیلیس در جدول (۲) ارائه گردیده است، در ادامه ارتباط این پارامترها با درصد CBR به صورت نموداری مورد مقایسه قرار گرفته است.

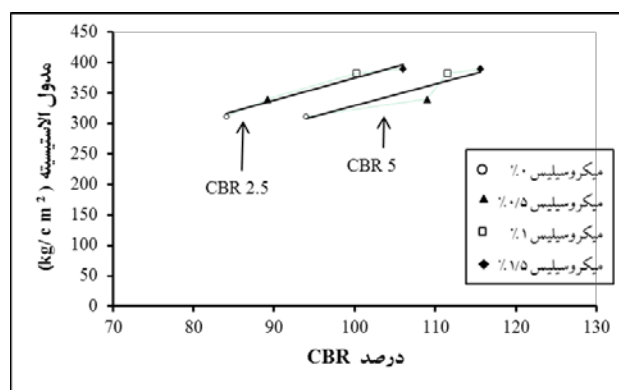
جدول ۲- درصد CBR، مقاومت فشاری تک محوری، مدول الاستیسیته، انرژی جذب شده و وزن مخصوص خشک ماکزیمم نمونه های با نسبت های متفاوت سیمان و میکروسیلیس

وزن مخصوص خشک ماکزیمم (kg/c m^3)	انرژی جذب شده (kg/c m^2)	مدول الاستیسیته (kg/c m^2)	مقاومت فشاری تک محوری (kg/c m^2)	درصد CBR (نفوذ ۵ mm)	درصد CBR (نفوذ ۲/۵ mm)	نسبت میکروسیلیس (%)	نسبت سیمان (%)
1.890	0.000	0	0.00	59.0	37.0	0	0
1.932	0.020	212	2.65	79.1	56.5	0	2
1.938	0.031	280	3.44	80.8	57.6	0.5	
1.951	0.044	300	4.90	82.7	63.8	1	
1.962	0.059	320	5.67	84.2	68.2	1.5	
1.956	0.056	312	5.88	94.0	84.1	0	4
1.958	0.103	340	8.22	109.0	89.2	0.5	
1.967	0.115	383	9.20	111.5	100.2	1	
1.970	0.158	390	11.28	115.6	106.0	1.5	
1.961	0.059	264	6.82	109.3	100.0	0	6
1.965	0.114	403	9.89	115.3	110.0	0.5	
1.972	0.113	444	11.34	124.0	113.0	1	
1.974	0.176	562	14.07	133.0	128.0	1.5	

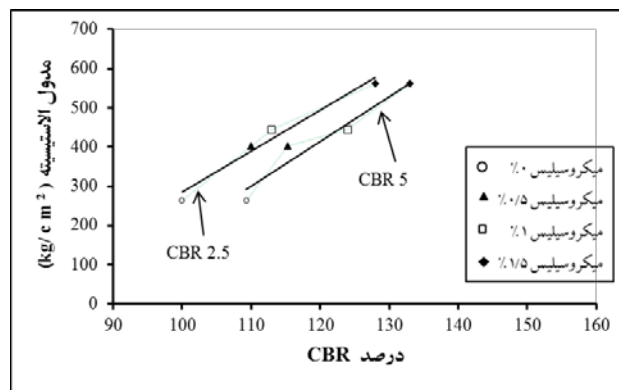
شکل های (۲) تا (۴) بیانگر ارتباط خطی مدول الاستیسیته با درصد CBR در نفوذ ۵ میلیمتری برای همه نسبت های سیمان و میکروسیلیس می باشد، برای نفوذ ۲/۵ میلیمتری در همه نمونه ها به استثنای نمونه های با نسبت سیمان ۲ درصد و نسبت های متفاوت میکروسیلیس بین این دو پارامتر ارتباط خطی وجود دارد. مطابق این شکل ها با افزایش درصد CBR مدول الاستیسیته روند صعودی دارد.



شکل (۲): نمودار مدول الاستیسیته و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۲٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.

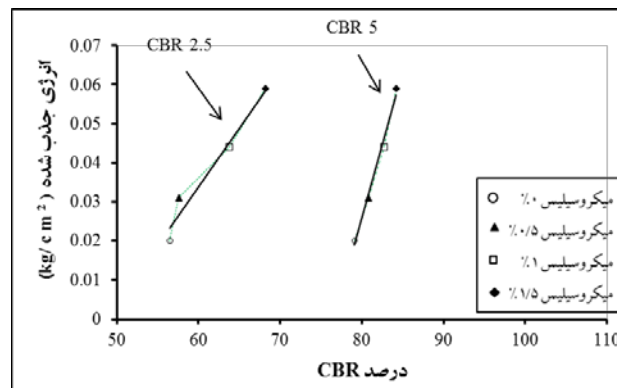


شکل (۳): نمودار مدول الاستیسیته و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۴٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.

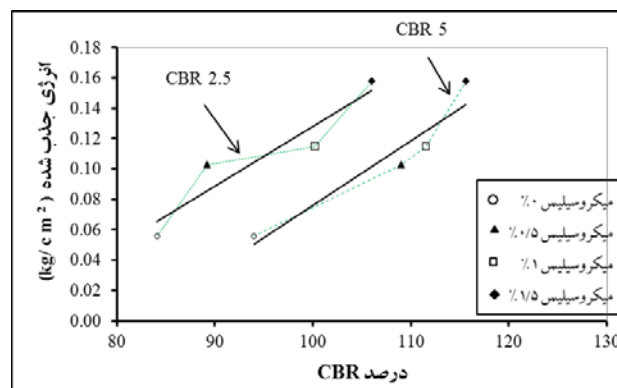


شکل (۴): نمودار مدول الاستیسیته و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۶٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.

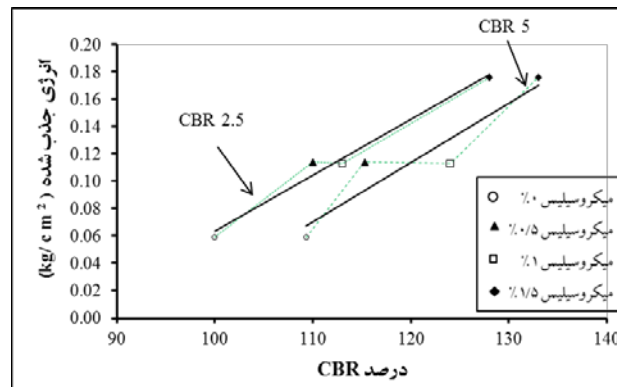
ارتباط انرژی جذب شده با درصد CBR در شکل های (۵) تا (۷) و ارتباط مقاومت فشاری تک محوری با درصد CBR در شکل های (۸) تا (۱۰) مورد بحث واقع شده است. همانگونه که از این شکل ها مشخص است ارتباط این دو پارامتر با درصد CBR به صورت خطی می باشد و با افزایش درصد CBR انرژی جذب شده و مقاومت فشاری تک محوری نیز افزایش می یابد. مطابق این شکل ها در نسبت سیمان ۲ درصد شیب خط برای نفوذ ۲/۵ میلیمتر کمتر از شیب خط با نفوذ ۵ میلیمتر برای هر دو پارامتر ارتباط انرژی جذب شده و مقاومت فشاری تک محوری در مقابل درصد CBR می باشد اما با افزایش مقدار سیمان به ۴ و ۶ درصد شیب دو خط تقریباً یکسان می شود.



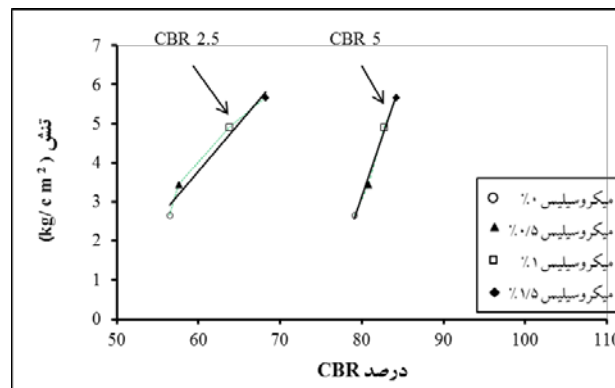
شکل (۵): نمودار انرژی جذب شده و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۲٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.



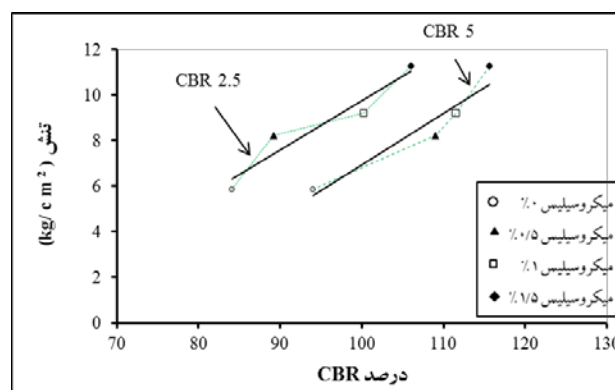
شکل (۶): نمودار انرژی جذب شده و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۴٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.



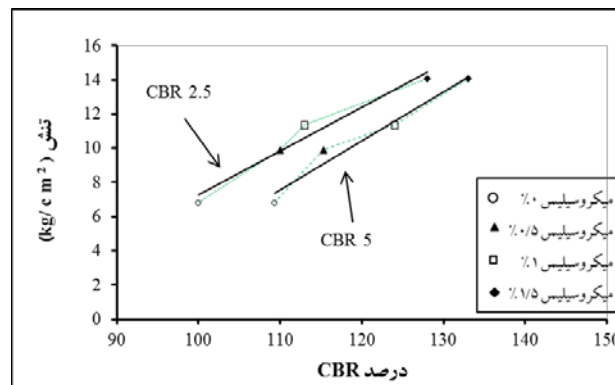
شکل (۷): نمودار انرژی جذب شده و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۶٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.



شکل (۸): نمودار مقاومت فشاری تک محوری و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۲٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.

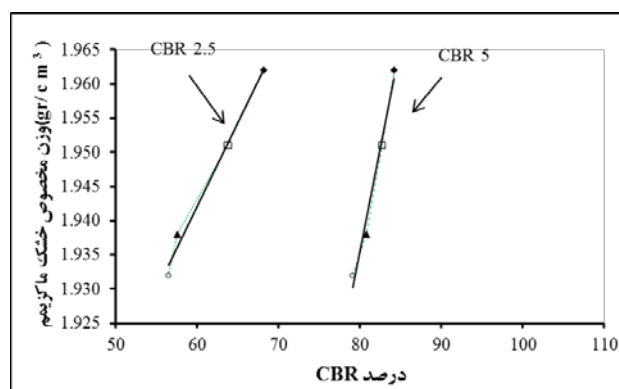


شکل (۹): نمودار مقاومت فشاری تک محوری و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۴٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.

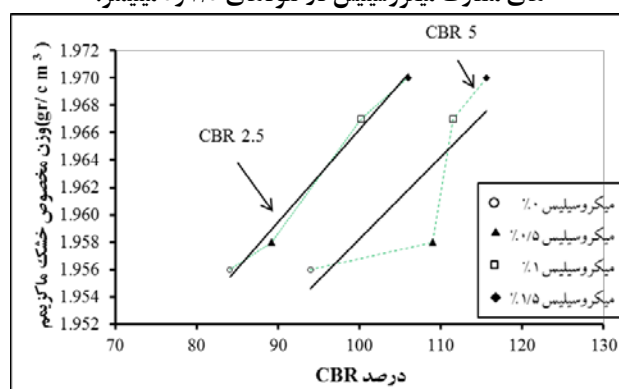


شکل (۱۰): نمودار مقاومت فشاری تک محوری و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۶٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.

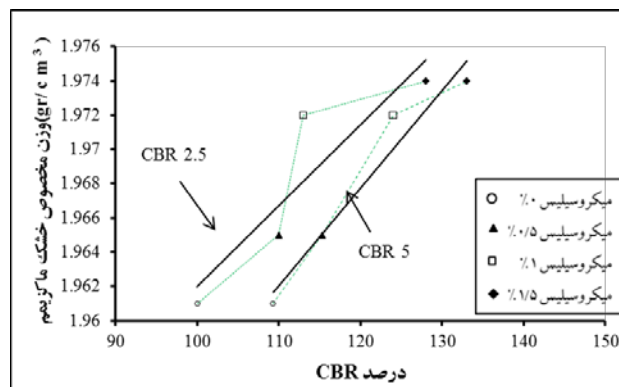
شکل های (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) بیانگر افزایش خطی وزن مخصوص خشک ماکزیمم با افزایش درصد CBR می باشد. در نسبت سیمان ۲ درصد این افزایش برای نفوذ ۵ میلیمتر با شیب بیشتری در مقایسه با نفوذ ۲/۵ میلیمتر صورت می گیرد، با افزایش نسبت سیمان به ۴ و ۶ درصد این اختلاف شیب کاهش می یابد.



شکل (۱۱): نمودار وزن مخصوص خشک ماکزیمم و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۲٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.



شکل (۱۲): نمودار وزن مخصوص خشک ماکزیمم و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۴٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.



شکل (۱۳): نمودار وزن مخصوص خشک ماکزیمم و ظرفیت باربری کالیفرنیا (CBR) برای نمونه های خاک مخلوط با ۶٪ سیمان و نسبت های متفاوت میکروسیلیس در نفوذهای ۲/۵ و ۵ میلیمتر.

۴. نتیجه گیری

پارامترهای مدول الاستیسیته، انرژی جذب شده، مقاومت فشاری تک محوری و وزن مخصوص خشک ماکزیمم با درصد CBR ارتباط خطی دارند و با افزایش درصد CBR این پارامترها نیز افزایش می یابند. در نسبت پایین سیمان شیب خط مربوط به درصد CBR با نفوذ ۵ میلیمتر از نفوذ ۲/۵ میلیمتر و همه پارامترها بیشتر می باشد اما با افزایش سیمان این دو خط تقریباً به حالت موازی در می آیند.



5. مراجع

۱. Bell, F.G., 1993, Engineering Treatment of soils, E & FN Spon.
۲. تاجیک، نصرت‌ا. (۱۳۷۶)، تاثیر دوده سیلیس بر خواص بتن‌های با مقاومت بالا، مجموعه مقالات سمینار بین‌المللی کاربرد میکروسیلیس در بتن، ۷ الی ۱۸ اردیبهشت، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، صفحه ۷۰-۸۳.
۳. عصاره مستقیم، لنا و اولی پور، مسعود (۱۳۹۱)، "ارزیابی مقاومت خاک‌های غیر چسبنده (دشت حمیدیه)، تثبیت شده با سیمان و میکروسیلیس و مقایسه آن با افزودن خاک رس در تراکم‌های مختلف"، مجموعه مقالات سومین سمینار ملی مسائل ژئوتکنیکی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران، ۲۴ خرداد، ۱۱۶-۱۲۳.
۴. عبدالهی، رضا، نظری، افشار و وثوقی فر، حمیدرضا (۱۳۸۵)، "تثبیت خاک‌های ریزدانه به کمک سیمان"، مجموعه مقالات اولین همایش بین‌المللی مقاوم سازی لرزه‌ای، جلد دوم، تهران، ایران، ۷-۱۵ اردیبهشت، ۴۹۵-۵۰۲.
۵. عسگری، محمد رضا و مختاری، بهرام، (۱۳۹۰)، "اصلاح و تثبیت خاک فرمین با استفاده از آهک و سیمان"، مجموعه مقالات چهارمین همایش ملی مقاوم سازی و حفظ بناهای ماندگار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمین، اراک، ایران، ۱۶-۱۵ مهر، ۷۳۹-۷۳۱.
۶. طاهر خانی، حسن و امانی، بهنام (۱۳۹۱)، "ارزیابی فنی استفاده از نخاله‌های ساختمانی تثبیت شده در لایه‌های روسازی"، مجموعه مقالات دومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین در مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، نجف آباد، ایران، ۵-۴ اسفند، ۵۸۹-۵۷۹.
۷. Shihata, S.A. and Baghdadi, Z.A. (2001) Simplified method to assess freeze-thaw durability of soil cement. Journal of materials in civil engineering, July/august, 2001
۸. جانعلیزاده چوب بستی، عسگر و رمضانپور فومشی، مهدی (۱۳۸۶)، "بررسی بهبودخاک‌های رسی در استان مازندران"، مجموعه مقالات سومین کنگره ملی مهندسی عمران، جلد سوم، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، ۱۳-۱۱ اردیبهشت، ۲۷۱-۲۷۹.
۹. روشن، امید (۱۳۸۵)، "تاثیر دوده سیلیسی بر خاک تثبیت شده با آهک در مجاورت سولفات"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

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 جهاد دانشگاهی

توجه: بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

PROPOSAL
پروپوزال

توجه: پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

ISI
Scopus

توجه: آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو