اولین همایش ملی
معماری ماندگار
واحد دماوند
DAMAVANDIAU.AC.IR

بررسی و مقایسه اثرات سیمان آب زدا و ضد آب به عنوان تثبیت کننده خاک های ماسه ای و رسی استان مازندران در CBR در مقایسه با آهک وسیمان نوع۲

۱-غزاله معنوی آذر[1]

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد دماوند

چکیده:

در این مقاله دو تحقیق در مورددو نوع وماده تثبیت کننده در دو نوع خاک متفاوت در یک مکان مشترک در نظر گرفته شده است. خاک های ماسه ای و خاک های رسی بخش عمده ای از خک های شمال کشور را تشکیل می دهند.خاک های ماسه ای در اثر اشباع شدن افزایش حجم می دهند که برای روسازی خطرساز است. در این تحقیق اثر سیمان ضد آب و آب زدا را به عنوان تثبیت کننده روی این خاک دیده شده و با آهک و سیمان نوع ۲ مقایسه شده است.برای تولید سیمان ضد آب در زمان آسیاب ۱ الی ۲ درصد اسید چرب اضافه شده است که سبب دوام آن در برابر رطوبت می شود و برای تولید سیمان آب زدا در مرحله ی آسیاب کردن حدود ۲ درصد اسید چرب اضافه شده است که مانند سیمان ضد آب سبب دوام آن در برابر رطوبت می شود.بر طبق آزمایش انجام شده در نهایت این نتیجه حاصل شده است که اثرات سیمان ضد آب و نوع ۲ در هر دو خاک ، ولی آهک فقط برای خاک های رسی مناسب است و استفاده از سیمان آب زدا اثرات مطلوبی بر مقاومت خاک ها داشته که با توجه به هم قیمت بودن آن با سیمان معمولی برای استفاده کننده مفید تر است.

کلمات کلیدی:خاک رس- خاک ماسه ای- سیمان ضد آب- سیمان آب زدا- CBR- تثبیت خاک

[1] Ghazale.manavi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱-مقدمه:

بهسازی خاک از موارد بسیار مهم در اصلاح ویژگی های خاک و تثبیت آن است.این روش که در پروژه های عمرانی و راه سازی بیشترین کاربرد را دارد،به منظور اصلاح و افزایش مقاومت خاک های نرم،بهبود مشخصاتت فنی خاک ها و مصالح شنی، ایجاد لایه های اساس و زیر اساس با قابلیت باربزی زیاد ,بازسازی روسازی های فرسوده با استفاده از مصالح موجود و کاهش گرد و خاک و یا کاهش رطوبت مورد استفاده قرار می گیرند[1,3] . این روش که نسبت به تعویض خاک یا ایجاد خاک ریزهای مرتفع دارای صرفه اقتصادی بیشتری است،بستگی به عواملی مانند جنس خاک،شرایط جوی منطقه و میزان رشد دارد.

در این زمینه مطالعات بسیاری در شرایط و مکان های متفاوتی صورت گرفته است،به عنوان نمونهدکتر طباطبایی در سال ۱۳۶۱ کاربرد خاک و مصالح شنی تثبیت شده با آهک را در راهسازی مورد بررسی قرار داده است،همچنین جسمانی و معماریان و جمشیدی در سال ۱۳۸۷ مطالعاتی را بر روی ویژگی های ژئوتکنیکی خاک کویر میقان به منظور اصلاح و تثبیت آن انجام داده اند،در خاک های حاشیه دریای خزر نیز مطالعاتی برای بررسی اثرات سیمان ضد آب بر CBRو تورم خاک های حاشیه دریای خزر در مقایسه با آهک و سیمان نوع۲ توسط مقدس نژاد و مدرس انجام شده است.این دو همچنین مطالعاتی را در زمینه تثبیت خاک با استفاده از سیمان آب زدا جهت استفاده در پروژه های راهسازی انجام داده اند که در این مقاله به منظور مقایسه از دو تحقیق آخر استفاده شده است.

۲-مکان های مورد مطالعه:

در مقاله بررسی اثرات سیمان ضد آب بر CBRو تورم خاک های حاشیه دریای خزر در مقایسه با آهک و سیمان نوع ۲ که توسط مقدس نژاد و مدرس انجام شده است ،بیان میشود که در بسیاری از نقاط پر جمعیت کشور مانند بخش وسیعی از شمال کشور و دریای خزر برای دستیابی به راه هایی با کیفیت بالا خاک های مناسبی وجود ندارد. در این تحقیق اثرات سیمان ضد آب و آب زدا به عنوان تثبیت کننده جدید بر مقدار CBR خاک های ریز دانه و ماسه ساحلی مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج به دست آمده با سیمان نوع ۲ و آهک مورد مقایسه قرار گرفته است.این آزمایش در فواصل ۱۰۰ تا ۱۵۰ متری ساحل و در ۶ نقطه از مناطق حاشیه استان مازندران برداشت شده است زیرا خاک های اطراف ساحل درشت دانه بوده و نمی توان از آن ها استفاده نمودسپس اعداد با استفاده از CBR به نتیجه رسانده شده است.

۳-مشخصات خاک های مورد مطالعه:

مشخصات خاک های مورد مطاله در جدول زیر آمده است.

جدول ۱: مشخصات خاک های مورد آزمایش

مشخصات	استاندارد	ماسیه بادی(A)	خاک رسی(B)
درصد شن	ASTM D422-87	-	-
درصد ماسه	ASTM D422-87	98.7	34.87
درصد ریز دانه	ASTM D422-87	2.2	65.13
وزن مخصوص خشک	AASHTO T99-90	1.734	1.67
درصد رطوبت بهینه	AASHTO T99-90	15.59	23.4

Archive of SID
www.SID.ir

گروه اول از خاک های مورد آزمایش شامل ماسه بادی یا ماسه ساحلی می باشد.که این خاک دارای دانه بندی یکنواخت بوده و در حالت محدود شده دارای مقاومت قابل توجهی است ولی به دلیل عدم وجود چسبندگی بین دانه ها در حالت محدود نشده در صورتیکه در مسیر جریان آب قرار گیرند شسته شده و باعث از بین رفتن تکیه گاه روسازی می گردد..[۲]

در مطالعه انجام شده توسط مدرس و مقدس نژاد نمونه های این ماسه در فواصل ۱۰۰ تا ۱۵۰ متری ساحل در ۶ نقطه از مناطق حاشیه ای استان مازندران برداشت شده است. گروه دوم شامل خاک ریز دانه که از نوع رسی با دامنه خمیری بالا است. در حالت خشک مقاومت نسبتا خوبی دارد ولی در حالت اشباع مقاومت پایینی دارد.نمونه های این رس در عمق بیش از ۵۰ سانتی متر و در ۶ نقطه از مناطق حاشیه ای استان مازندران برداشت شده است.

۴-مشخصات مواد تثبیت کننده مورد نیاز:

۴-۱ – آهک

آهک از پر کاربردترین و ارزانترین مواد تثبیت کننده خاک است. .[۶] با اعمال آهک به خاک واکنش تجمع – تراکم سریعا انجام می گیرد. در طی این واکنش یون کلسیم موجود در آهک جایگزین یون های تک ظرفیتی موجود در کانی های رسی خاک می گردد. در اثر ایجاد جاذبه بیشتر بین یون های ۲ ظرفیتی کلسیم ذرات خاک به هم نزدیک شده اند و بافت خاک از حالت ریز دانه خارج می شو.[۱و۷] در اثر اشباع شدن بار های منفی موجود بر روی ذرات رس تمایل آن ها به جذب آب کمتر شده و در نتیجه خواص خمیری خاک بهبود می یابد.در صورت وجود مواد پوزولانی شامل مواد سیلسی دار و آلومین دار در خاک واکنش پوزولانی نیز در مخلوط آهک – خاک رخ داده و مواد سیمانی تولید شده سبب بهبود وضعیت خاک می شوند.[۸و۹] این آزمایش بسیار کند است و حتی بر اساس مطالعت انجام شده تا چندین سال طول می کشد.

۴-۲- سیمان ضد آب

سیمان انبار شده در اثر جذب آب یا CO_2 فاسد مي شود. در صورتيكه بخواهند سيماني را براي مدت طولاني يا در محيط مرطوب انبار كنند،آن را به صورت ضد آب مي سازند. بدين صورت كه هنگام آسياب كلينكر، درصدي اسيدهاي چرب (اسيد اولئيك ، اسيد استئاريك يا اسيد لاكتيك) به آن مي افزايند . در اين صورت لايه اي از چربي دور دانه هاي سيمان را گرفته ، از رسيدن رطوبت يا CO_2 به آنها جلوگيري مي كند. لذا اين سيمان در انبار فاسد نمي شود. اما هنگاميكه با شن و ماسه در ميكسر مي ريزد، لايه چربي به علت اصطكاك بين سنگدانه ها و ذرات سيمان از بين مي رود و سيمان به صورت عادي عمل مي كند.[۱۰]استفاده از این سیمان در مناطق مرطوب بسیار رواج دارد.در این تحقیق خصوصیات مهندسی خاک تثبیت شده با این سیمان جهت کنترل اثرات اسید های چرب بر خواص این سیمان مورد مطالعه قرار گرفته است.

۴-۳- سیمان اب زدا

برای تولید این سیمان در مرحله آسیاب کلینکر سیمان پرتلند معمولی به میزان حداکثر ۲ درصد اسید لاکتیک یا اسید اولئیک به آن اضافه می شود. با توجه به تغییرات اندک اعمالی در این سیمان ، ترکیب شیمیایی این سیمان مشابه سیمان نوع ۱ می باشد. در اثر اعمال اسید های چرب (اسید لاکتیک یا اسید اولئیک) دوام این سیمان در برابر رطوبت افزایش یافته و در مجاورت رطوبت به سرعت هیدراته نمی گردد.در روش های متداول تثبیت ابتدا سیمان با استفاده از پخش کننده مناسب و با توجه به درصد بهینه تعیین شده در طرح اختلاط آزمایشگاهی بر روی لایه خاکی مورد نظر در یک طول مشخص از راه پخش شده و پس از تایید مقدار آن با آزمایش سینی عمیات اختلاط آغاز می گردد.[۱۱] از خصوصیات این خاک می توان به نداشتن نیاز به بسته بندی و افزایش دوام در برابر رطوبت که برای منطقه مورد نظر ما مناسب است اشاره کرد و همچنین مدت زمان نگهداری این خاک در مکان های مرطوب از دیگر نمونه های سیمان بیشتر بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

٤-٤- سیمان نوع ۲

این سیمان از نظر خواص در حد متوسط قرار دارد، بدین معنی که تا حدی کند گیر بوده و تا حدی در مقابل حمله سولفات ها مقاوم است و برای ساختن کانالهای فاضلاب و غیره مناسب می باشد. برای ساخت این سیمان سعی می شود تا حد ممکن از مقدار S_3C و A_3C کاسته و S_2C را افزایش دهند. درجه حرارت (حرارت هیدراسیون) تولید شده این سیمان نسبت به سیمان نوع ۱ کمتر است، به همین علت برای بتن ریزی در هوای گرم مناسب می باشد.[۱۲]در مناطقی که مقدار نمک های سولفاته در خاک بیش از ۰/۲ در صد وزنی آن باشد خطر حملات سولفاته وجود دارد..[۱۲] در این تحقیق به دلیل بالا بودن مقدار سولفات خاک در مناطق شمالی و نزدیک به دریا از این نوع سیمان به عنوان تثبیت کننده استفاده شده است.

جدول ۲: مشخصات سیمان مورد استفاده [۱۲]

نوع سیمان	C3S	C2S	C3A	اسیدهای چرب
ضد آب	48/5	24/5	12	1/5
آب زدا	48/5	24/5	12	1/5
نوع ۲	46	29/6	6	0

۵- روش تحقیق:

مقدس نژاد و مدرس برای انجام تحقیقات ذکر شده، مقداری از خاک ها را که در فاصله ی ۱۰۰ تا ۱۵۰ متری از ساحل دریای خزر که۶ نقاطه از استان مازندران را در بر می گرفت را با تثبیت کننده ها مخلوط کرده ودرصد های CBR آن ها را به منظور نمایش بهترین تثبیت کننده، نشان میدهند. در نهایت آزمایش های انجام گرفته توسط آقایان مقدس نژاد و مدرس به نتایجی رسیدند که در ادامه به بررسی آن ها می پردازیم.توجه میشود که،CBR بستر و لایه های خاکی رو سازی یکی از مهمترین پارامتر های طراحی در محاسبه ضخامت لایه ها در این تحقیق بوده است.

۵-۱- آزمایش توسط تثبیت کننده سیمان آب زدا به عنوان تثبیت کننده:

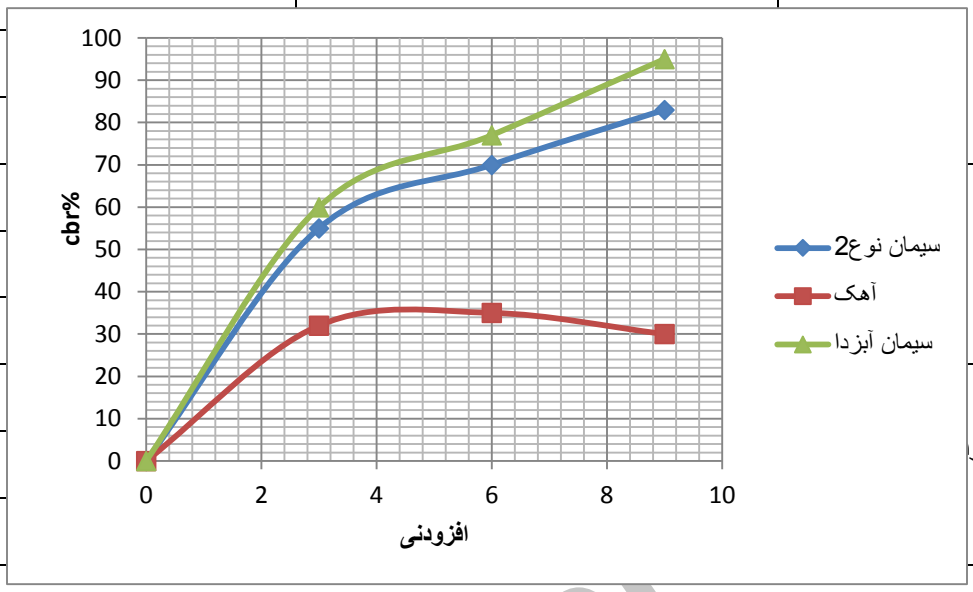
این آزمایش روی خاک های مورد مطالعه از نوع نمونه های خشک و اشباع انجام گرفته است.آزمایشات در ابتدا بر روی خاک های ماسه بادی صورت گرفته است.نتایج آزمایشات صورت گرفته به این صورت بیان شده است که آهک اثر چندانی بر باربری خاک ماسه ای ندارد. به دلیل نداشتن کفایت کانی های رسی موجود در این خاک واکنش پذیری پیشرفت محسوسی نداشته و آهک همچون بخشی از ذرات خاک عمل نموده و با توجه به پایین تر بودن وزن مخصوص آهک نسبت به خاک ماسه ای وزن مخصوص ترکیب خاک – آهک کاهش یافته و قابلیت باربری آن کاهش می یابد.این مورد در مطالعات مشابه انجام گرفته نیز اشاره شده است[۳].همچنین این آزمایش بر روی خاک های رسی نیز انجام گرفته و نتایج آن در جدول شماره ۴ نشان دادهه شده است.آزمایشات نشان داده اند که سه ماده آهک,سیمان آب زدا و سیمان نوع ۲ به میزان قابل توجهی CBR خاک رسی را افزایش میدهند. در نهایت نتیجه حاصل شدهCBR نشان داده است که سیمان آب زدا عملکرد مناسبی برای تثبیت این خاک ها داشته است.

جدول۳ : مقادیر تثبیت کننده ها در خاک ماسه بادی

تثبیت کننده	CBR(%)	مقدار افزودنی

Archive of SID
www.SID.ir

سیمان نوع	۵۵	۳
آهک		
سیمان آب ز		



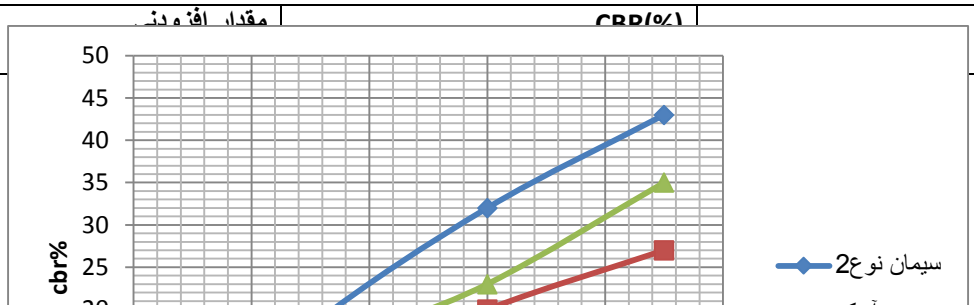
Archive of SID

شکل۱: آزمایش توسط تثبیت کننده سیمان آب زدا در خاک ماسه بادی

همانطور که از نمودار پیداست در ماسه های بادی با افزایش افزودنی ها در سیمان آبزدا و سیمان نوع ۲ درصدCBR افزایش میابد،در حالی که افزایش مقدار افزودنی در آهک روندی نا منظم را برای درصد CBRنمایش میدهد.

جدول۴: مقادیر تثبیت کننده ها در خاک رسی

تثبیت کننده	CBR(%)	مقدار افزودنی



www.SID.ir

سیمان نوع ۲	۱۸	۳
	۳۲	۶
	۴۳	۹
آهک	۱۱	۳
	۲۰	۶
	۲۷	۹
سیمان آب زدا	۱۴	۳
	۲۳	۶
	۳۵	۹

Archive of SID

شکل۲: آزمایش توسط تثبیت کننده سیمان آب زدا در خاک رسی

نمودار بالا نشان میدهد که در خاک های رسی افزایش مقدار افزودنی سبب افزایش درصدCBR برای هر سه نوع مواد سیمان آبزدا،سیمان نوع ۲ و آهک میشود.

۲-۵- نتیجه اثرات سیمان آب زدا بر خصوصیات ۲ نوع خاک در مقایسه با تثبیت کننده های آهک و سیمان نوع ۲

بنا بر نتایج حاصله از تحقیقات انجام شده توسط مقدس نژاد و مدرس،در آزمایشاتی که مقاومت فشاری محدود نشده و CBRدر حالت خشک و اشباع،سیمان آب زدا در مقایسه با آهک و سیمان نوع ۲ تثبیت کننده بهتری است.همچنین اثرات سیمان آب زدا بر خصوصیات خمیری خاک رس در مقایسه با آهک ضعیف تر بوده است.بنابراین سیمان آب زدا را میتوان در پروژه های عمرانی به کار برد اما به این نکته توجه میشود که در حالت خمیری خصوصیت آهک برای تثبیت خاک را میتوان به کار گرفت.

۳-۵-آزمایش توسط سیمان ضد آب به عنوان تثبیت کننده:

۱-۳-۵- CBR بر روی نمونه خشک

www.SID.ir

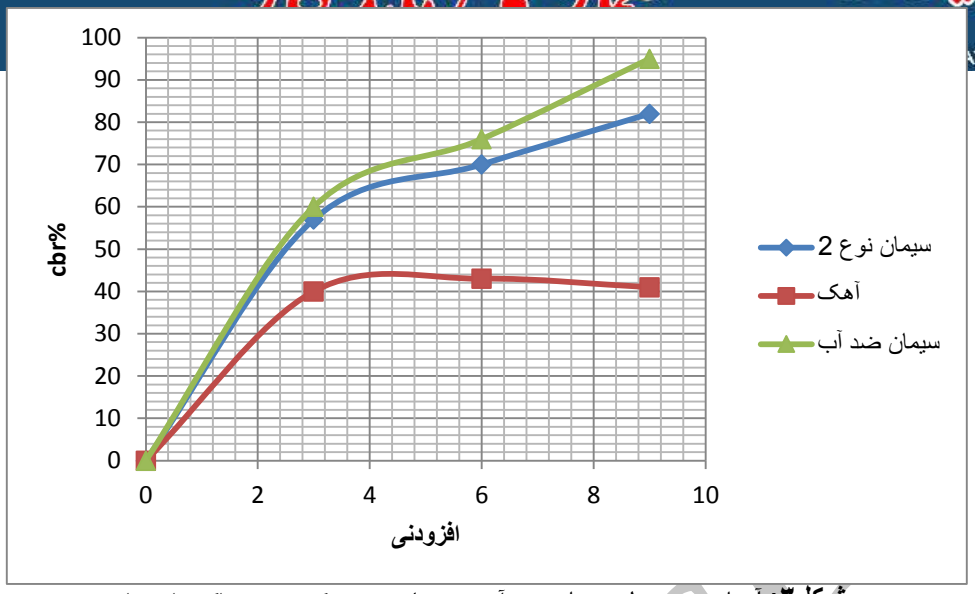
در این آزمایشات،پس از اعمال مقادیر مورد نظر از مواد تثبیت کننده به خاک ها آن ها را در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد با کنترل رطوبت درون اتاق به مدت ۹۶ ساعت نگهداری کردند.هر کدام از نمونه ها در دستگاه آزمایش CBR قرار گرفته و پس از قرار گیری ۴.۵ کیلو گرم از هر مقدار با سرعت ۱.۲۷ میلیمتر در دقیقه بار گذاری انجام شد.(نمودار۳) از این نمودار نتیجه گرفته شد که مقدار CBR خاک خشک در حالت تثبیت نشده برابر ۳۰ درصد می باشد که با اعمال آهک به خاک تغییر چندانی نمی کند.با افزایش مقدار آهک تا میزان ۳ درصد CBR خاک افزایش می یابد و با افزایش مقدار ۶ درصد تثبیت کننده روند CBR کند شده تا جایی که با افزایش مقدار بیش از ۶ درصد تغییرات CBR کاهش می یابد. زیرا با توجه به جدول ۱مقدار رس موجود در این خاک ناچیز بوده و در اثر اعمال تثبیت کننده آهک تغییر چندانی نداشته است.در باره ی دو ماده ی دیگر (سیمان ضد آب و سیمان نوع ۲) نتیجه گرفته شده است که اضافه کردن این تثبیت کننده ها به خاک اثر مطلوبی بر مقدار CBR خاک ماسه ای دارد.با توجه به نمودار ۴ که تغییرات CBR را برای خاک رسی در حالت خشک شدن نشان می دهد نتیجه گرفته شد که اضافه کردن هر ۳ ماده تثبیت کننده به خاک اثر مطلوبی بر مقدار CBR خاک داشته است. طبق جدول۱ بخش اعظمی از خاک رسی را ریز دانه ها تشکیل داده اند و در نتیجه این خاک حاوی مقدار قابل ملاحظه ای مواد پوزولانی است. به این ترتیب واکنش پوزولانی برای آهک پیشرفت قابل ملاحظه ای داشته و مقدار CBR این خاک با افزایش آهک به طور پیوسته ای افزایش می یابد. .(برای خاک های ماسه ای در زمان اضافه نکردن تثبیت کننده ها مقدار CBR 30% و خاک های رسی 2% می باشد.)

جدول۵ : مقادیر تثبیت کننده ها در خاک ماسه بادی

تثبیت کننده	CBR(%)	مقدار افزودنی
سیمان نوع ۲	۵۷	۳
	۷۰	۶
	۸۲	۹
آهک	۴۰	۳
	۴۳	۶
	۴۱	۹
سیمان ضد آب	۶۰	۳
	۷۶	۶
	۹۵	۹

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۳: آزمایش توسط سیمان ضد آب به عنوان تثبیت کننده در خاک ماسه بادی

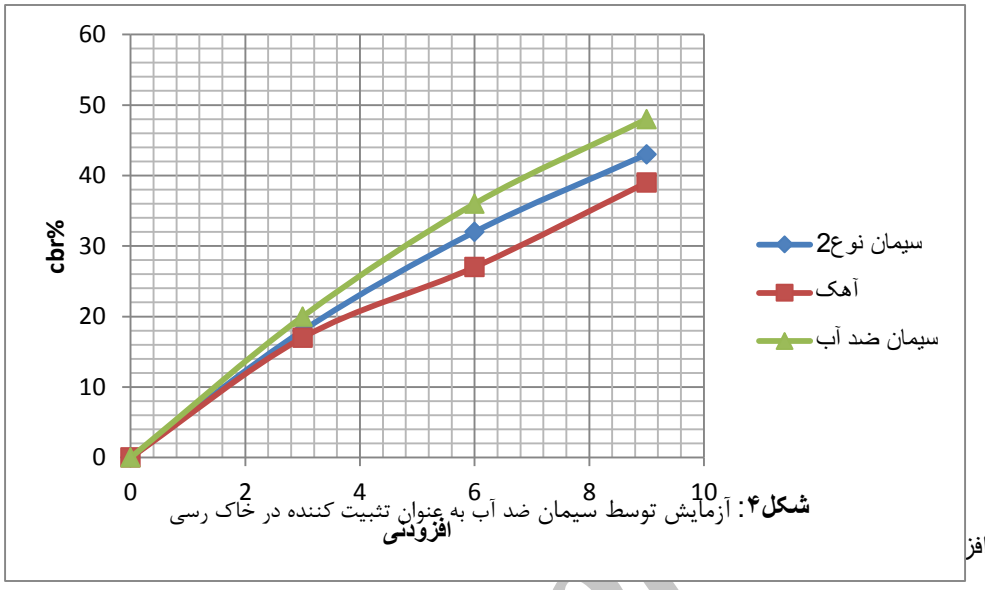
نمودار رسم شده،تاثیر افزایشیCBR را با افزایش مقدار افزودنی بر روی سیمان ضد آب و نوع ۲ و نامنظم بودن این تاثیر را در آهک نمایش میدهد،در عین حال با افزایش میزان افزودنی،افزایش CBR بر روی سیمان آبزدا بیشتر است.

جدول۶: مقادیر تثبیت کننده ها در خاک رسی

تثبیت کننده	CBR(%)	مقدار افزودنی
سیمان نوع ۲	۱۸	۳
	۳۲	۶
	۴۳	۹
آهک	۱۷	۳
	۲۷	۶
	۳۹	۹
سیمان ضد آب	۲۰	۳
	۳۶	۶
	۴۸	۹

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۴: آزمایش توسط سیمان ضد آب به عنوان تثبیت کننده در خاک رسی

در این نمودار افز

۲-۳-۵- CBR بر روی نمونه تر:

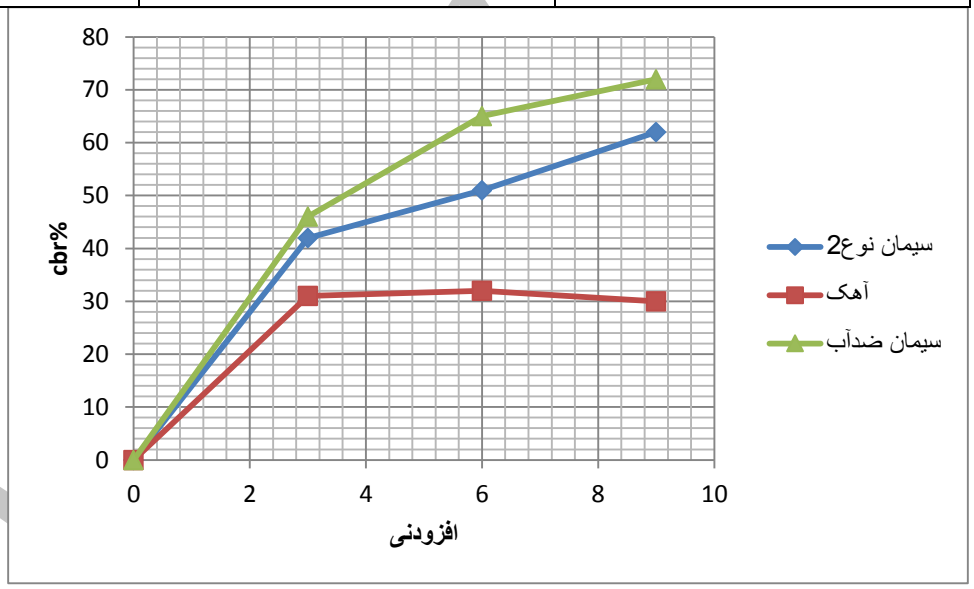
در این نمونه بعد از اضافه کردن تثبیت کننده ها به واکنش نمونه ها را درون حوضچه آب با دمای ۲۰ درجه سانتی گراد قرار داده شده اند به طوری که سطح آب ۲.۵ سانتی متر بالاتر از سطح نمونه باشد این نمونه ها مانند آزمایش قبل به مدت ۹۶ ساعت در آب قرار گرفته و ۴.۵ کیلو گرم از هر مورد در CBR مورد آزمایش قرار گرفته است. مقدار CBR اشباع نمونه خاک ماسه ای با اعمال آهک تغییر چندانی نمی کند و حتی برای مقادیر بیش از ۶ درصد کاهش می یابد.به دلیل عدم کفایت کانی های رسی موجود در این خاک با اعمال آهک به این خاک , آهک همچون بخشی از ذرات خاک عمل نموده و با توجه به پایین تر بودن وزن مخصوص آهک نسبت به خاک ماسه ای وزن مخصوص خاک ماسه ای پس از اختلاط با آهک کاهش یافته که در نتیجه مقدار CBR کاهش یافته است.مقدار CBR برای خاک های رسی با افزایش مقدار تثبیت کننده به طور منظمی در حال افزایش است.(برای خاک های ماسه ای در زمان اضافه نکردن تثبیت کننده ها مقدار CBR 25% و خاک های رسی ۲% می باشد.)

جدول۷: مقادیر تثبیت کننده ها در خاک ماسه ای

تثبیت کننده	CBR(%)	مقدار افزودنی

Archive of SID
www.SID.ir

سیمان نوع ۲	۴۲	۳
	۵۱	۶
	۶۲	۹
آهک	۳۱	۳
	۳۲	۶
	۳۰	۹
سیمان ضد آب	۴۶	۳
	۶۵	۶
	۷۲	۹



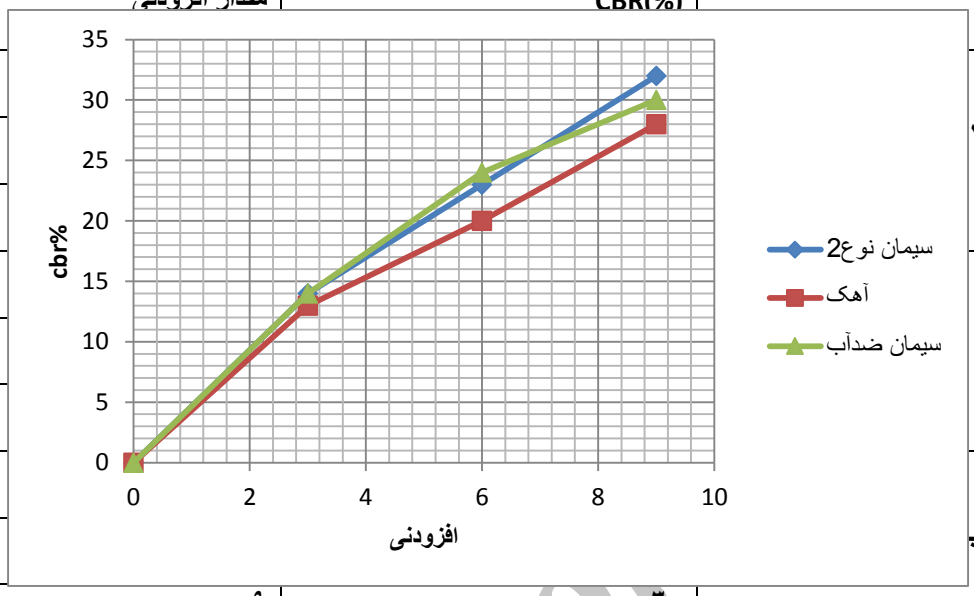
شکل۵: آزمایش توسط سیمان ضد آب به عنوان تثبیت کننده در خاک

دراین مرحله کمترین تاثیر افزایش افزودنی بر روی آهک بوده است که این تاثیر آن به صورت نامنظم میباشد و بیشترین تاثیر آن بر روی سیمان آبزدا است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۸ : مقادیر تثبیت کننده ها در خاک رسی

تثبیت کننده	CBR(%)	مقدار افزودنی
سیمان نوع ۲	۳۰	۹
آهک		
سیمان ضد آب		



Archive of SID

شکل۶: آزمایش توسط سیمان ضد آب به عنوان تثبیت کننده در خاک رسی

این نمودار تاثیرات مشابه افزایش افزودنی بر روی درصدCBR را در هر سه نمودار نمایش میدهد در حالی که تاثی آن بر روی سیمان نوع دوم بیشتر از دو نمونه دیگر است.

۴-۵- نتیجه اثرات سیمان ضد آب بر خصوصیات ۲ نوع خاک در مقایسه با تثبیت کننده های آهک و سیمان نوع ۲

در این مورد نیز مقدس مژاد و مدرس به نتایجی دست یافتند که عبارت است از:ماسه بادی در ابتدای دوره ۹۶ ساعته اشباع شدن به دلیل یکنواختی, ریز دانه بودن و عدم وجود چسبندگی مقداری تورم از خود نشان داد که مقدار آن با افزایش مقدار سیمان کاهش می یابد. با توجه به بالا بودن درصد رس در خاک رسی مقدار کاهش CBR این خاک در اثر اشباع شدن بالاتر از خاک ماسه ای می

www.SID.ir

باشد. درصد کاهش CBR به علت اشباع شدن برای نمونه های خاک رسی بیشتر از خاک ماسه ای است.که این مورد به دلیل با لا بودن درصد رس در خاک رسی و حساسیت آن در برابر رطوبت می باشد. مقدار CBR خاک ماسه ای به دلیل اشباع شدن مواد تپیت کننده کمتر از CBR خشک این خاک میباشد. نتایج بدست آمده در تمامی موارد نشان دهنده اثرات بهتر سیمان ضد آب نسبت به سیمان نوع ۲ است و این ماده برای مصارف تثبیت بسیار مناسب است.

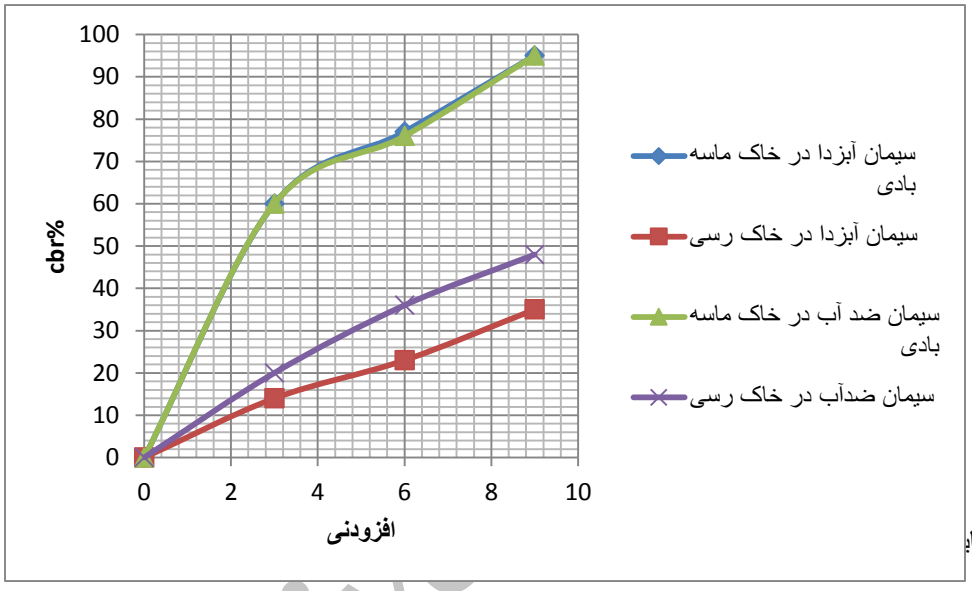
Archive of SID

۶-نتیجه گیری:

مقایسه ی سیمان ضد آب و آب زدا:

www.SID.ir

با توجه به هر دو آزمایش انجام شده،اثرات مثبت سیمان آبزدا و سیمان ضدآب بر تثبیت خاک را به اثبات میرساند.خاک رس به علت خواص و اجزای تشکیل دهنده آن،واکنش های مناسبی را با سیمان انجام داده و به نتیجه مورد نظر که تثبیت خاک میباشد،دست میابد.این نتایج موثر بودن انتخاب استفاده از نوع سیمان در هر مکان و موقعیت خاص را نشان میدهند.نتایج به این ترتیب میباشند که سیمان ضد آب برای دست یابی به جلوگیری از تورم خاک های ساحلی دریای خزر میتواند به کار گرفته شود و در مقابل سیمان آب زدا به دلیل افزایش مقاومت فشاری خاک،مناسب برای پروژه های راهسازی است.



شکل۷: مقایـ

همانطور که نمودار نشان میدهد،سیمان آبزداو سیمان ضد آب در خاک ماسه بادی دارای نتایجی شبیه به هم و با تفاوتی بسیار جزیی و قابل چشم پوشی هستند،یعنی هر دو نوع سیمان در خاک های ماسه ای تاثیری یکسان دارند.در مقابل سیمان ضد آب در خاک رسی میزان درصد CBRرا نسبت به سیمان آبزدا افزایش میدهد و این امر حاکی از تاثیر بیشتر سیمان ضد آب در خاک های رسی نسبت به سیمان آبزدا میباشد.

Archive

منابع:

۱- طباطبایی, امیر محمد(۱۳۸۰). روسازی راه. مرکز نشر دانشگاهی.تهران.

۲- طاحونی, ش.(۱۳۸۰). اصول مهندسی ژئوتکنیک.جلد دوم.انتشارات پارس آیین. تهران.

۳- Bhattacharja. S. and Toders. H.A.(2003). (Stabilisation of clay soils by Portland cement or lime – A critical review of literature). PCA R&D. serial No. 2006.

۴- Todres,H.A. ,Mishulovich, A. , and Ahmad , j.(1992). Cement Kiln dust management:permeability.

www.SID.ir

۵- Soil stabilization using cement Kiln dust .) 1992(lagurus, J.G. , and Sayah, A. .Zaman , M.

۶- Journal of Geotechnical .Lime – induced heave in sulfate bearing clay soils.)1988(Hunter, D. February,pp150-167.No.2.Engineering,Vol.114

۷- Highway research . Mechanisms of soil- lime stabilization.)1965(Dimond, S. and Kinter, E.B . pp83-102.record92

۸- نیازی , ی . , تثبیت خاک های منتخب از حاشیه ی کویر با آهک و سیمان ,۱۳۸۰, دانشگاه فردوسی مشهد

9-Neville,A. M., (98),Properties of concrete. Pitman Books, London,.Perrin,I,. 1992, Expansion of lime-treated clays containing sulfates, Proc., 7th Int.Cont.on ExpansiveSoils,Vol.ASCE Expansive Soils research Council,New York

10-ASTM(2000),Method for particle size analysis of soils,D421-58,Vol04.08,pp91-97

11-ASTM(2000),Test method for specific gravity of soils,D8454-87,Vol04.08,pp68-17

12-Hunter, D. 1988,Lime-induced heave in sulfate bearing clay soils, Journal of Geotechnical Engineering, Vol.114,No.2,February,pp150-167

Archive of SID

www.SID.ir