

تثبیت شن‌های روان مشکل ساز برای محیط زیست با رزین پلیمری اوره فرمالدئید (UF)

مریم مرادی^۱، دکتر احمد رضا شکرچی زاده^۲، دکتر مجید نیلی احمد آبادی^۳

۱- مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهین شهر

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

۳- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

چکیده

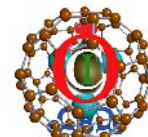
میزان پراکندگی گرد و خاک در بیابان ها و ذرات معلق در جو زمین بطور مستقیم و غیر مستقیم آب و هوا را تحت تاثیر خود قرار می دهد. گرد و خاک مقدار تابش نور خورشید را که به سطح زمین می تابد محدود می کند. همچنین ابرها و میزان رطوبت را تحت تاثیر خود قرار داده و به خشکسالی منجر می شود. این روند در نهایت باعث بیابانی زایی بیشتر و افزایش گرد و خاک در سطح زمین خواهد شد. بهبود پارامترهای مقاومتی خاک های ریزدانه همواره مورد توجه مهندسین عمران بوده است. یکی از روش های قدیمی و متداول تثبیت و بهبود بخشی پارامترهای مقاومتی خاک های ریزدانه، تثبیت با مواد سنتی آهک و سیمان و می باشد، ولی اخیراً از مواد شیمیایی و پلی مری جدید به جهت سرعت و سهولت اجرایی بالا برای این امر استفاده می گردد. در این پژوهش به بررسی اثر رزین های پلی مری اوره فرمالدئید بر فرآیند تثبیت یک نوع ماسه روان پرداخته می شود. در این تحقیق با استفاده از رزین های مذکور خاک بیش از 447٪ در حالت خشک و 441٪ در حالت اشباع افزایش باربری پیدا می کند، که این مقایسه توسط آزمون نسبت باری کالیفرنیا (CBR) انجام گردیده است.

واژه های کلیدی: تثبیت خاک، مواد شیمیایی نوین، رزین پلیمری اوره فرمالدئید CBR,UF

1- مقدمه

حرکت شن ها هر ساله 700 میلیارد ریال به تاسیسات زیر بنایی 17 استان ایران خسارت وارد کرده می کنند . تا کنون برای جلوگیری از این خسارات از "مالچ نفتی" که تنها در پالایشگاه تهران تولید می شود، استفاده می شد که خسارت های زیست محیطی زیادی ایجاد می کرد. از آنجایی که این مواد حاوی سرب هستند، 80 درصد افرادی که اقدام به پاشش این ماده به شن ها می کردند دچار مشکلات ریوی شده و علاوه بر این به دلیل وزش باد مداوم در مناطق بیابانی این آلودگی ها پراکنده شده است. بررسی های تحقیقاتی بر روی تثبیت خاک به وسیله مصالح سنتی به زمان جنگ جهانی دوم باز می گردد . در محافل و مجامع مختلف، ایران همواره به عنوان کشوری موفق در امر مهار بیابان زایی و تثبیت شن های روان بشمار می رود. این امر مرهون تلاش و پشتکار محققین، کارشناسان و دست اندرکارانی است که از مرکز تا اقاص نقاط دورافتاده بیابانی رنج گرما و سرما را با گوشت و پوست و استخوان چشیده اند. اما جسارتاً باید به این نکته اذعان کرد که به رغم تلاش های صورت گرفته، متأسفانه راهکارهای تحقیقاتی و اجرایی و نتایج ارزشمند آن برای استفاده و ارایه بعنوان یک فناوری در بسیاری از موارد به صورت مدون دیده نمی شود. کشورهای دیگری مثل چین که با مشکل بیابان و بیابان

1- مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهین شهر maryam.moradi@iaushsh.ac.ir



زایی "موانع" هستند و کارهای خوبی نیز در این زمینه انجام داده اند، به دلیل آرایه همین راهکارها بصورت مدون و علمی خود را به عنوان کشوری صاحب فناوری در زمینه مدیریت بیابان و مهار بیابان زایی به جهانیان شناسانده اند. از آنجا که معرفی، انتقال و تبادل این دانش فنی بین کشوری می تواند در بهبود و ارتقاء روشهای بهینه کنترل بیابان زایی موثر باشد، پس از آن ارتش ایالات متحده تحقیقات وسیعی جهت تثبیت خاک برای جاده سازی و فرودگاهها آغاز کرد که نتیجه آن در آئین نامه جاده سازی ایالات متحده فصل 9 شماره 5410 آورده شده است.[1] در روشهای اخیر و سنتی از موادی همچون سیمان، آهک، قیر [2]، [3]، [4]، [5]، سرباره زغال سنگ [6] و خاکستر [7] استفاده می کنند. گرد و خاک می تواند باعث شیمیایی شدن اقیانوس ها شود. گرد و خاک منبع اصلی آهن است که برای پلانکتون ها و موجودات زنده دیگری که کربن را از جو زمین به سمت خود می کشند حیاتی و لازم است.

برای اندازه گیری نوسانات گرد و خاک در طول یک قرن محققان اطلاعات موجود را از هسته های یخ ها، رسوبات دریاها و صخره های مرجانی جمع آوری کرده اند. آزمایش هر کدام از آنها گویای حقایقی در باره میزان گرد و خاک در گذشته آن ناحیه است. سپس دانشمندان هر کدام از نمونه های بدست آمده را با نواحی مشابه ارتباط داده و میزان گرد و خاک ته نشین شده آن دوران را تعیین نموده اند. آنها از این طریق توانستند تاثیر گرد و خاک را بر روی درجه حرارت هوا و میزان رطوبت آن و همچنین میزان رسوبات آهن را در اقیانوس ها و نوسان کربن را در دوره ای از زمان معین کنند.

از سال 1980 تثبیت با مواد شیمیایی نوین آغاز و در سال 1990 وارد مرحله جدیدی شد. برای مثال در تحقیقات و آزمایش هایی که توسط خانم دکتر الهه مهدویان و همکاران در روی تغییر مقاومت خاک سابگرد تثبیت شده با یک محلول آنزیمی صورت پذیرفت، میزان تاثیر آنزیم روی مقاومت (CBR) و صلیبیت و مدول خاک بررسی گردید. این آزمایشات روی ماسه (SP)، رس (CL) و مخلوط ماسه رسی (SC) انجام گرفت. حضور آنزیم در خاک های با ریز دانه بالا تغییر ناچیز در (CBR) ایجاد نموده است و خاکهای با تقریباً 30٪ ریز دانه، (CBR) تا 160٪ افزایش یافته است.[8] در چین برای تثبیت تپه های ماسه ای روان و کنترل فشار ماسه بادی متورم در امتداد یک بزرگراه در صحرای Taklimalan به وسیله تثبیت کننده های پلی مری مانند امولسیون پلی وینیل استات (Ivp) و امولسیون (LVA) توسط هان و همکارانش آزمایشات و تحقیقات آزمایشگاهی و میدانی در محل برای ارزیابی مقاومت گسیختگی، مقاومت در برابر فرسایش باد، مقاومت در برابر یخ زدگی، مقاومت در برابر افزایش عمر ماسه تثبیت شده با این مواد انجام پذیرفت. نتایج نشان داد مقاومت گسیختگی تا حدود 12 Mpa افزایش یافته که بسیار بزرگتر از آنچه که مورد نیاز است (1Mpa) می باشد. مقاومت در برابر یخ زدگی بسیار مطلوب بوده به طوری که کاهش وزن نمونه ها صفر بود. شاخص افت مقاومت در برابر افزایش عمر نشان داد که LVP کم ترین افت مقاومت را دارد و کاهش مقاومت آن صفر است و در یک دوره 4 ساله جوابگو می باشد [9].

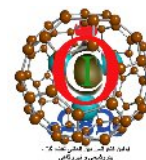
2- مواد مصرفی

2-1 خاک مورد استفاده

در این پژوهش یک نمونه ماسه با دانه بندی یکنواخت می باشد. این نمونه از تپه های ماسه بادی واقع در کویر شمالی شهرستان آران و بیدگل در استان اصفهان تهیه شده است. که در شکل 1 نشان داده شده است. در جدول 1 دانه بندی ماسه آورده شده است.

شکل 1 محل نمونه برداری





جدول 1 دانه بندی نمونه خاک

شماره الک	قطر سوراخ (mm)	وزن مانده (gr)	درصد مانده	درصد تجمعی مانده	درصد رد شده
30	۰/۶	۰/۵	۰/۱	۰/۱	۹۹/۹
40	۰/۴۲۵	۱۲/۳	۲/۵	۲/۶	۹۷/۴
50	۰/۳	۱۹/۳	۳/۹	۶/۵	۹۳/۵
60	۰/۲۵	۱۵۵/۴	۳۱/۸	۳۸/۳	۶۱/۷
100	۰/۱۵	۱۲۳/۴	۲۵/۲	۶۳/۵	۳۶/۵
200	۰/۰۷۵	۱۷۲/۴	۳۵/۳	۹۸/۸	۱/۲
زیر الک	-	۵/۷	۱/۲	۱۰۰	۰

آزمایش دانه بندی خاک بر حسب استاندارد STM-D422 انجام گرفته است. منحنی دانه بندی ماسه در شکل (2-2) نشان داده شده است.

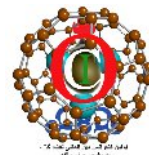
شکل 2 منحنی دانه بندی نمونه خاک



2-2- رزین پلی مری مورد استفاده

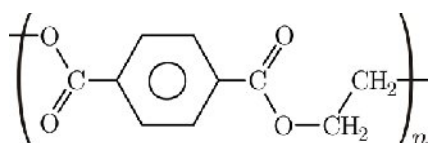
پلی اتیلن ترفتالات

PET کلمه‌ای است که از حروف اول کلمات PolyEthylene Terephthalate ترکیب شده است و جزء پلیمر های با زنجیره طولانی وابسته به خانواده پلی استرها می‌باشد. مواد تولید PET عبارتند از: ترفتالیک اسید خالص و اتیلن گلیکول، که هر دوی آنها از مواد خام نفتی مشتق می‌شوند. فرایندهای پلی استری با مواد واسطه دیگری نیز وجود دارند که از واکنش‌های



پلیمری شدن یک اسید و یک باز تهیه می‌شوند پلی اتیلن ترفتالات یک پلیمر ترموپلاست و از خانواده پلی استرها می‌باشد. پلیمری با شاخه‌های بلند و دارای کاربردهایی همچون سنتز الیاف، بطری برای نگه‌داری مایعات، کاربردهای ترموفورمینگ و رزینهای مهندسی می‌باشد. از جمله خصوصیات این پلیمر می‌توان به موارد سختی، سفتی و استحکام بالا چقرمگی خوب حتی در دماهای پایین مقاومت به خزش خوب و پایداری ابعادی بالادمای کاری بین 40 تا 100 درجه سانتیگراد سفید رنگ در حالت نیمه کریستالی و شفاف در حالت آمورف عایق الکتریکی خوب مقاومت بالا در برابر کشش و پاره شدن فیزیولوژی قابل قبول شاره کرد. PET در دمای اتاق در برابر آب، اسیدهای رقیق، الکل‌ها، اترها، روغن‌ها، چربی‌ها و هیدروکربنات‌های آروماتیک و آلیفاتیک مقاوم است عدم مقاومت در برابر محیط قلیایی، بخار آب بیش از حد حرارت داده شده، کتون‌ها، فنول‌ها، استرها، و هیدروکربنات‌های کلریدی شده مقاوم در برابر فرسایش و هوای داغ PET آمورف دارای سختی، سفتی و مقاومت حرارتی کمتری از PET کریستالی است اما چقرمگی بیشتری دارد.

شکل 3 فرمول شیمیایی رزین پلی اتیلن ترفتالات [10]

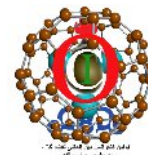


3- آزمایش نسبت باربری (CBR)

این روش که توسط شخصی بنام پورتر در سال 1926 بوجود آمد متداول ترین روش تعیین مقاومت نسبی خاکها برای راهسازی است. این روش در سالهای بعد کاملتر شد تا اینکه در سال 1940 توسط گروه مهندسين و سپس سال 1961 توسط انجمن آزمایش و مصالح ایالات متحده (ASTM) بعنوان یک روش استاندارد تعیین مقاومت خاکها مورد قبول قرار گرفت. در حال حاضر این روش برای ارزیابی قدرت باربری خاک بستر روسازی راهها و فرودگاهها و نیز تعیین قدرت باربری مصالح سنگی استفاده می‌شود. در این پژوهش از استاندارد (ASTM.D698-B) جهت انجام آزمایشات استفاده شد. نمونه‌ها در یک قالب فلزی استوانه‌ای است با قطر داخلی $0/026 \pm 6$ اینچ و ارتفاع آن $0/16 \pm 7$ اینچ در 3 لایه و 56 ضربه تحت رطوبت بهینه متراکم می‌شود. [11].

شکل 4- قالبهای آماده آزمایش CBR شکل 5- قالبها در زیر دستگاه CBR شکل 6- حل کردن رزین در آب

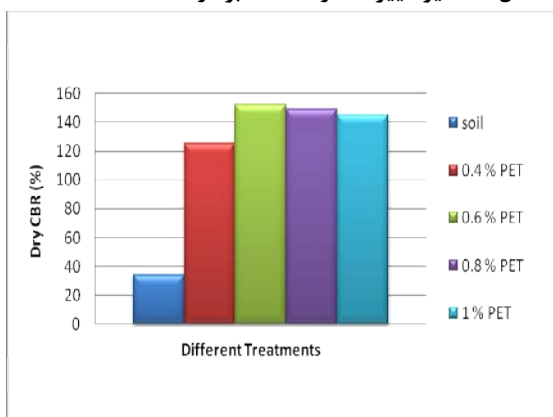




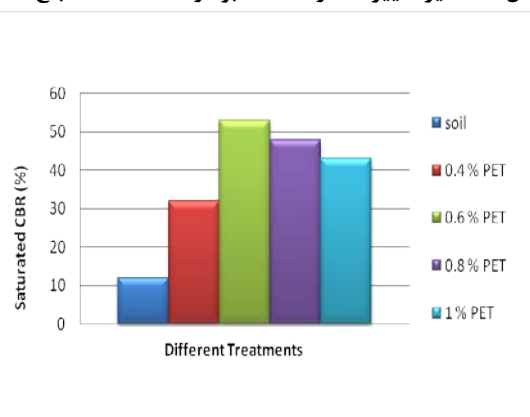
4- تحلیل نتایج

با انجام آزمون های تراکم بر روی نمونه خاک مشخص گردید آب بهینه مورد نیاز 12/8 می باشد. رزین اوره فرمالدئید را با درصدهای وزنی 0/4 و 0/6 و 1/0 و 8/0 پس از 48 ساعت مورد آزمایش قرارگرفت همانطور که در شکلهای 7 و 8 مشخص می باشد بهینه پلیمر مورد بررسی 0/6 وزنی می باشد.

شکل 8- تاثیر تغییر مقدار PVAc بر درصد CBR خشک



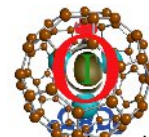
شکل 7- تاثیر تغییر مقدار PVAc بر درصد CBR اشباع



همانطور که مشخص است خاک بیش از 447٪ در حالت خشک و 441٪ در حالت اشباع افزایش بار بری پیدا کرده است که این مهم برای اجرای پروژه های عمرانی بر روی آن بسیار با ارزش می باشد. با توجه به اینکه این نوع ماسه چسبندگی بالایی ندارد در شرایط بادهای سنگین این خاک به صورت معلق در ارتفاع کم در هوا پخش می شود که با تثبیت این نوع خاک با پلیمر همخوان با محیط زیست همچون UF دیگر چنین مشکلاتی نخواهیم داشت. همچنین در قبل از این پژوهش از مالش پاشی با مواد نفتی بهره برده می شد که غیر هزینت بالا و مصرف سوخت زیاد مشکلاتی هم چون بحث های محیط زیستی را ایجاد می کرد که با این فرآیند دیگر چنین نخواهد شد.

5- منابع

- [1]. علایی، ح " بررسی خصوصیات خاک تثبیت شده با مواد پلیمری،" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد نجف آباد، اصفهان بهار 1388
- [2]. Jin Liu , Bin Shi , Hongtao Jiang , He Huang , Gonghui Wang , Toshitaka Kamai, Research on the stabilization treatment of clay slope topsoil by organic polymer soil stabilizer, Engineering Geology 117 (2011) 114–120.
- [3]. Raymond N. Yong , Vahid R. Ouhadi , Experimental study on instability of bases on natural and lime/cement-stabilized clayey soils, Applied Clay Science, Volume 35, Issues 3-4, February 2007, Pages 238-249.
- [4]. D.S. Liyanapathirana , R.B. Kelly, Interpretation of the lime column penetration test, Computers and Geotechnics 38 (2011) 69–79.
- [5]. Rajasekaran, G. Sulphate Attack and Ettringite Formation in the Lime and Cement Stabilized Marine Clays , Ocean Engineering, 32 (55), (2005), pp. 1133-1159.
- [6]. M. BROOKS, Soil Stabilization With Flyash And Rice Huskash, International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences, 1, 3, . (2009), 209-217
- [7]. S.Ayyappan, K.Hemalatha, M.Sundaram, Investigation of Engineering Behavior of Soil, Polypropylene Fibers and Fly Ash -Mixtures for Road Construction, International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 1, No. 2, June 2010, ISSN:2010-0264.



[8]. A.R Tolleson , F.M.Shantawi, N.E.Harman , E.Mahdavian, An evaluation of strength change on Subgrade stabilized with an Enzyme Catalyst Solution using CBR and SSG comparisons , Final report to university Transportation Center Grant,USA, (2003).

[9]. <http://en.Wikipedia.org/polyvinyl acetate and urea-formaldahed>.

[10].J.A.Brydso PLASTICS MATERIALS,Seventh edition,Butterworth-Heinemann 1999

[11]. طباطبایی، ا.م. ، " روسازی راه،" چاپ نهم، مرکز نشر دانشگاهی، تهران (1382)