

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



PROPOSAL

پروپوزال

مركز آموزش
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



مركز آموزش
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI
Scopus

مركز آموزش
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

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



مطالعه‌ی موردی بهسازی خاک‌های رمنده با استفاده از نانورس

عبدالرضا فاضلی^۱، علی جوهری^۲، فرشاد داودی^۳

۱-استادیار گروه عمران دانشگاه خلیج فارس بوشهر

۲-استادیار دانشکده عمران و محیط زیست دانشگاه صنعتی شیراز

۳-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه عمران دانشگاه خلیج فارس بوشهر

afazeli@pgu.ac.ir

خلاصه

در طبیعت خاک‌هایی یافت می‌شوند که به هنگام ساخت و ساز می‌توانند مشکل آفرین باشند. به این دسته از خاک‌ها، خاک‌های مسئله‌دار می‌گویند. یکی از انواع خاک‌های مسئله‌دار، خاک‌های رمنده می‌باشند که در اثر اشباع شدن ساختار آنها فرو میریزد و دچار نشست می‌شوند. در مواجهه با خاک‌های رمنده، یکی از روشهایی که می‌تواند به منظور بهسازی آنها به کار گرفته شود، استفاده از افزودنی‌های مختلف است. در این پژوهش بهسازی خاک‌های رمنده با استفاده از نانورس مدنظر است. بدین منظور درصدهای وزنی متفاوت نانورس به خاک اضافه شده، سپس آزمایش تحکیم مضاعف به منظور ارزیابی پتانسیل رمندگی، بر روی نمونه‌ها انجام گرفته‌است. نتایج آزمایش حاکی از کاهش شدت رمندگی با افزایش درصد نانورس به کاررفته می‌باشد، تا جایی که با استفاده از ۲۰ درصد نانورس، مشکل رمندگی خاک تقریباً به‌طور کامل برطرف می‌شود.

کلمات کلیدی: خاک رمنده، پتانسیل رمندگی، نانورس، بهسازی

۱. مقدمه

در طبیعت خاک‌هایی یافت می‌شوند که تحت تنش ثابت، با افزایش درصد رطوبت میزان کاهش حجم زیادی از خود نشان می‌دهند، این گونه خاک‌ها به خاک‌های رمنده موسوم هستند [۱]. معمولاً این خاک‌ها در حالت طبیعی دارای مقاومت ظاهری نسبتاً زیادی هستند، لیکن پس از جذب رطوبت و بارگذاری، فضاهای خالی بین ذرات آنها کاهش زیادی می‌یابند [۲]. به عبارت دیگر خاک‌های رمنده به عنوان یک خاک مسئله‌دار به آب حساس بوده و در حضور آب، ساختمان آنها دچار ریزش ناگهانی در اثر از دست رفتن مقاومت عامل پیوند دهنده‌ی ذرات می‌شوند [۳ و ۱]. این خاک‌ها عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک یافت می‌شوند. از آنجایی که ایران نیز جزء این گونه مناطق به حساب می‌آید، خاک‌های رمنده به خصوص در نواحی مرکزی و شرقی آن گسترش دارند. با توجه به اجرای سازه‌های مختلفی نظیر سد سیوند، راه آهن تهران-مشهد، طرح زهکشی خدا آفرین، جاده یزد-اردکان، جاده هشتگرد-طالقان و احداث شهر کرمان بر روی اینگونه خاک‌ها، موضوع تثبیت و بهسازی آنها حائز اهمیت فراوان است [۳].

در مواجهه با خاک‌های رمنده، یکی از راه‌هایی که می‌تواند به منظور بهسازی خاک به کار گرفته شود، استفاده از افزودنی‌های مختلف است. به عنوان یک تثبیت کننده ی بالقوه، نانوذرات ویژگی‌های منحصر به فردی دارند که بر خلاف نتایج خیره کننده در علوم دیگر، در مسائل ژئوتکنیکی کمتر به کار گرفته شده‌اند [۴]. در واقع با توجه به دلایل مختلف از جمله پیچیدگی‌های فناوری نانو و نگاه ماکروسکوپی اکثر مهندسان و محققین ژئوتکنیک به خاک، متأسفانه تأثیر این فناوری و عملکرد معجزه آسای آن بیشتر پنهان مانده است [۵]. نانوفناوری شاخه‌ای از علم مهندسی است که درباره‌ی ذراتی بحث می‌کند که اندازه‌ی آنها کمتر از ۱۰۰ نانومتر می‌باشد [۶]. هر شاخه از علم تعریف ویژه‌ای از نانوفناوری ارائه داده است، اما پیشگامان ملی فناوری نانو ایالات متحده (NNI)، تعریف جامعی را از این فناوری ارائه کرده است. بر اساس این تعریف، فناوری نانو علم فهم، کنترل و اصلاح ماده بر اساس سلسله مراتب نانومتر، به منظور ارائه‌ی کاربردهای جدید ماده می‌باشد [۷ و ۸].

با توجه به اهمیت موضوع، در این مقاله نتایج حاصل از بررسی اثر ذرات نانورس بر تغییرات پتانسیل رمندگی خاک منطقه‌ی سیوند فارس، ارائه شده است. به منظور ارزیابی کمی پتانسیل رمندگی، از روش استاندارد ASTM-D5333، که معروف به آزمایش تحکیم مضاعف می‌باشد، استفاده شده است. در این آزمایش، درجه‌ی رمندگی یک بعدی خاک غیراشباع در اثر اشباع شدن اندازه گیری می‌شود [۹].

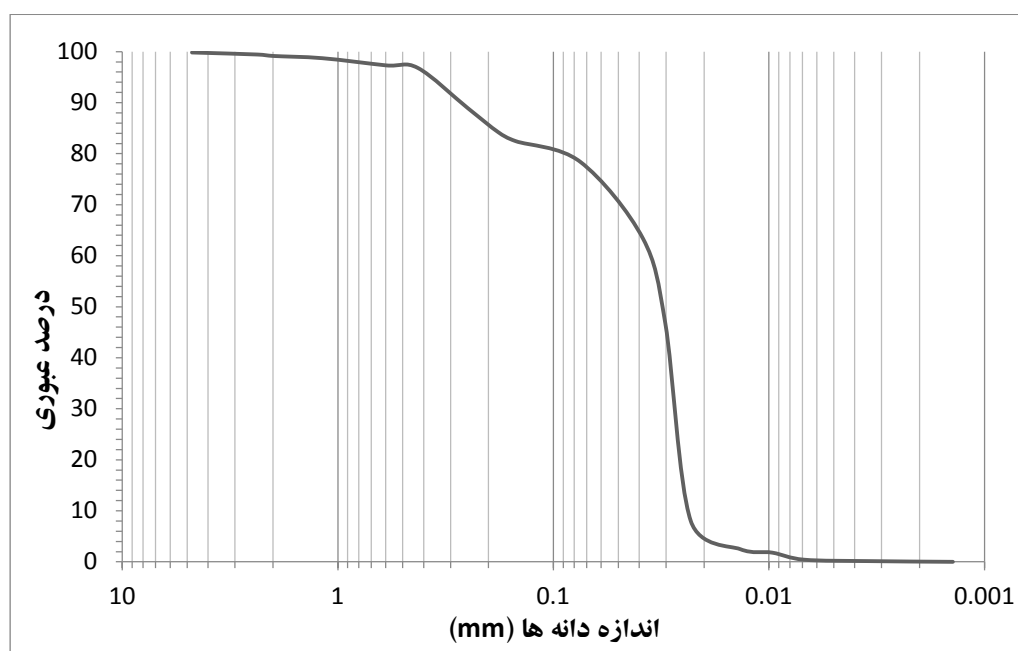


۲. مواد و مصالح مورد استفاده

برای انجام آزمایش و تهیه نتایج، از خاک رمنده‌ی منطقه‌ی سیوند فارس، واقع در ۱۰۰ کیلومتری شهر شیراز، استفاده شده است. پس از انجام آزمایش‌های پایه‌ی مکانیک خاک، مشخصات خاک به دست آمد و مطابق با سیستم طبقه بندی متحد، نوع خاک ML تعیین گردید. با توجه به این که اغلب خاک‌های رمنده از نوع لای با پلاستیسیته‌ی کم می‌باشند، به نظر نمونه‌ی مورد استفاده، به درستی انتخاب شده بود و درستی این موضوع پس از اندازه‌گیری پتانسیل رمنده‌گی خاک در ادامه، اثبات گردید. منحنی دانه بندی خاک در شکل ۱، منحنی تراکم استاندارد خاک در شکل ۲ و مشخصات کلی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

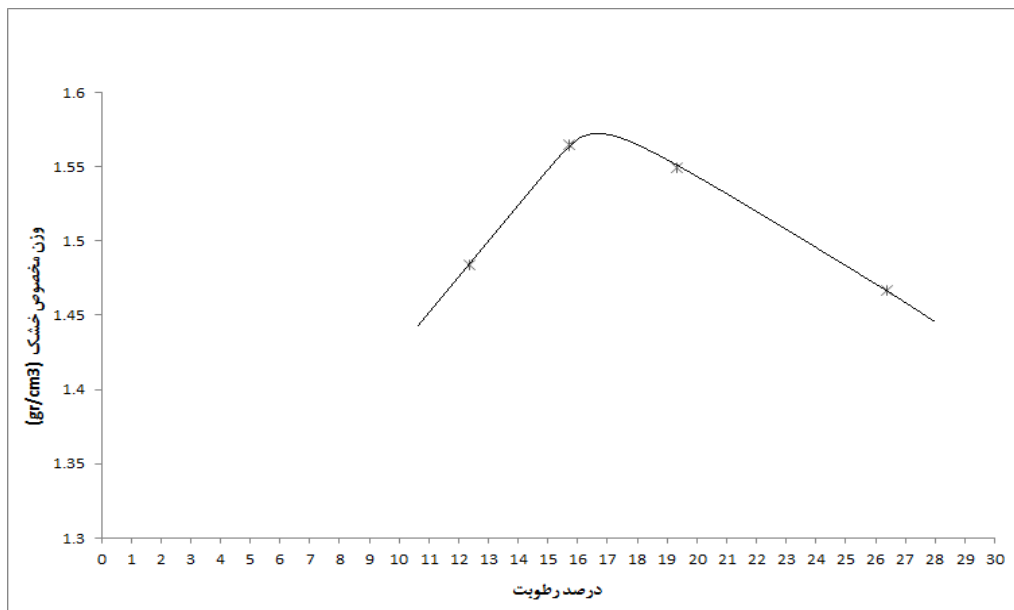
جدول ۱- مشخصات خاک مورد استفاده

رطوبت طبیعی (%)	چگالی ویژه دانه های جامد	حد خمیری	حد روانی	وزن مخصوص خشک ماکزیمم (gr/cm^3)	رطوبت بهینه (%)
۳/۱۸	۲/۶۱	۲۷	۳۴	۱/۵۸	۱۶/۵



شکل ۱- منحنی دانه بندی خاک مورد بررسی

نانورس‌ها، نانوذرات معدنی سیلیکاتی هستند که پولکی شکل می‌باشند. این مواد به چندین دسته، از جمله نانورس مونتموریلونیت، نانورس کانولینیت و... دسته‌بندی می‌شوند [۱۰]. با توجه به این که این ذرات در مقیاس نانو به کار می‌روند، مقدار کمی از آن‌ها، تاثیرات قابل توجهی بر ویژگی‌های خاک می‌گذارد. در این پژوهش از نانورس مونت‌موریلونیت ساخت شرکت سیگما آلدریچ آلمان جهت بهسازی خواص خاک استفاده شده است. ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی نانورس به کاررفته در جدول ۲ نشان داده شده‌است.



شکل ۲- منحنی تراکم استاندارد خاک مورد بررسی

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و مکانیکی نانورس

PH	اندازه ذرات (nm)	چگالی (gr/cm^3)	سطح ویژه (m^2/gr)	رطوبت (%)	رنگ	نوع کانی
۷/۳ - ۷/۶	۱ - ۲	۲ - ۵	۵۰۰ - ۷۵۰	۱ - ۲	کرم رنگ	مونت موریلونیت

۳. روش کار

جهت آماده‌سازی نمونه‌ها از روش موسوم به اختلاط خشک استفاده شده‌است. بدین منظور ابتدا کلوخه‌های خاک موردنظر به کمک چکش لاستیکی خرد گردید و به منظور یکنواخت کردن، این خاک از الک ۴۰ که حدود ۹۷ درصد ذراتش از آن عبور می‌کند، عبور داده‌شد. سپس خاک عبوری از الک ۴۰ به همراه پودر نانورس، درخشک کن خشک گردید و با روشی شبیه به روش آسیاب گلوله (بال میل) [۱۱]، منتها با استفاده از ساچمه‌های پلاستیکی به منظور جلوگیری از خورد شدن ذرات خاک، اختلاط خشک خاک مورد نظر و پودر نانورس انجام شد.

روش اختلاط به این صورت می‌باشد که پودر نانورس و خاک عبوری از الک ۴۰ که در خشک کن رطوبت خود را از دست داده‌اند، درون یک بطری شیشه‌ای ریخته می‌شود. سپس متناسب با حجم مواد موجود در بطری، تعدادی ساچمه پلاستیکی درون بطری ریخته می‌شود. پس از آن بطری روی وجه خود به مدت ۳۰ دقیقه با سرعت ۵۰ دور در دقیقه حرکت داده می‌شود، تا مخلوطی کاملاً همگن به دست آید. استفاده از ساچمه سبب می‌شود که پودر نانورس لابه‌لای ذرات خاک هل داده شوند. در ضمن پلاستیکی بودن ساچمه‌ها از خورد شدن ذرات خاک و به هم خوردن ترکیب آن جلوگیری می‌کند. این روش اختلاط و اساس آن در شکل ۳ و نمونه‌های همگن شده با درصد‌های مختلف نانورس به علاوه‌ی خاک مورد آزمایش و همچنین نانورس مصرفی، در شکل ۴ نشان داده شده‌است.

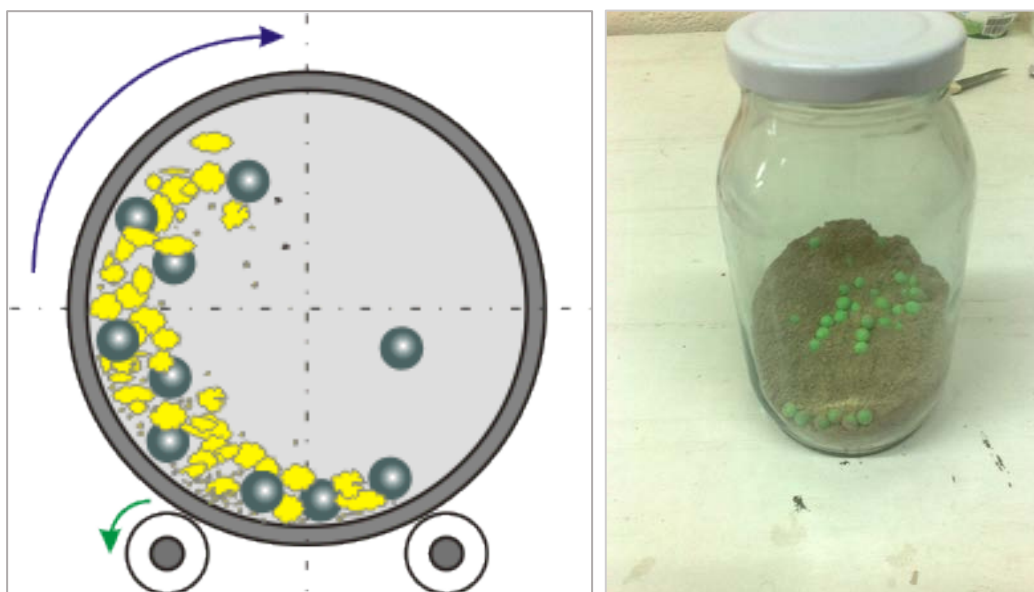
پس از به دست آمدن مخلوط‌های همگن، می‌بایست نمونه‌هایی به منظور انجام آزمایش تحکیم مضاعف، بازسازی شوند. بدین منظور از روش تراکم استاتیکی استفاده شده‌است. باتوجه به این که بیشترین پتانسیل رմبندگی در ناحیه‌ی خشک منحنی تراکم اتفاق می‌افتد [۲]، بنابراین نمونه‌ها با رطوبت ۱۱ درصد و وزن مخصوص خشک ۱/۴۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب ساخته شدند.

بدین منظور ابتدا یک نمونه از خاک مورد آزمایش عبوری از الک ۴۰ و چهار نمونه همگن از اختلاط ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزنی نانورس با خاک مورد آزمایش، به روشی که پیش‌تر ذکر شد، تهیه گردید. سپس ۱۱ درصد رطوبت به هر کدام از نمونه‌ها اضافه شد و پس از اختلاط کامل و به دست آمدن ظاهری همگن، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در یک نایلون سر بسته، به منظور همگن شدن و به تعادل رسیدن کامل رطوبت آن‌ها، نگهداری گردید. در آخرین گام به منظور بازسازی نمونه‌ها، مقدار ۶۳ گرم از نمونه‌های آماده شده توزین گردید و در دو مرحله در رینگ تحکیم با قطر ۵ سانتی-متر و ضخامت ۲ سانتی‌متر ریخته شد و به صورت استاتیکی متراکم گردید.

در نهایت نمونه های بازسازی شده در دستگاه تحکیم قرار داده شدند و براساس استاندارد ASTM-D5333، از تنش ۵ کیلو پاسکال تا تنش ۲۰۰ کیلو پاسکال، با گام های یک ساعته، بارگذاری گردیدند. پس از گذشت یک ساعت از اعمال تنش ۲۰۰ کیلو پاسکال، نمونه ها اشباع و به مدت ۲۴ ساعت به حال خود رها شدند و در این مدت نشست ها یادداشت گردیدند. پس از جمع آوری داده ها پتانسیل رهمبندگی با استفاده از رابطه ی ۱ اندازه گیری شد و درجه رهمبندگی نمونه ها با استفاده از جدول ۳ مشخص گردید [۹].

$$I_e = \left[\frac{d_f - d_0}{h_0} - \frac{d_i - d_0}{h_0} \right] \times 100 = \left[\frac{d_f - d_i}{h_0} \right] \times 100 \quad (1)$$

در رابطه ی فوق d_0 قرائت اولیه ی گيج در ابتدای اعمال تنش، h_0 ارتفاع اولیه ی نمونه، d_i قرائت گيج در تنش ۲۰۰ کیلو پاسکال قبل از اشباع کردن نمونه و d_f قرائت گيج در تنش ۲۰۰ کیلو پاسکال بعد از اشباع کردن نمونه می باشد.



شکل ۳- روش اختلاط خشک (شبيه به روش آسیاب گلوله)



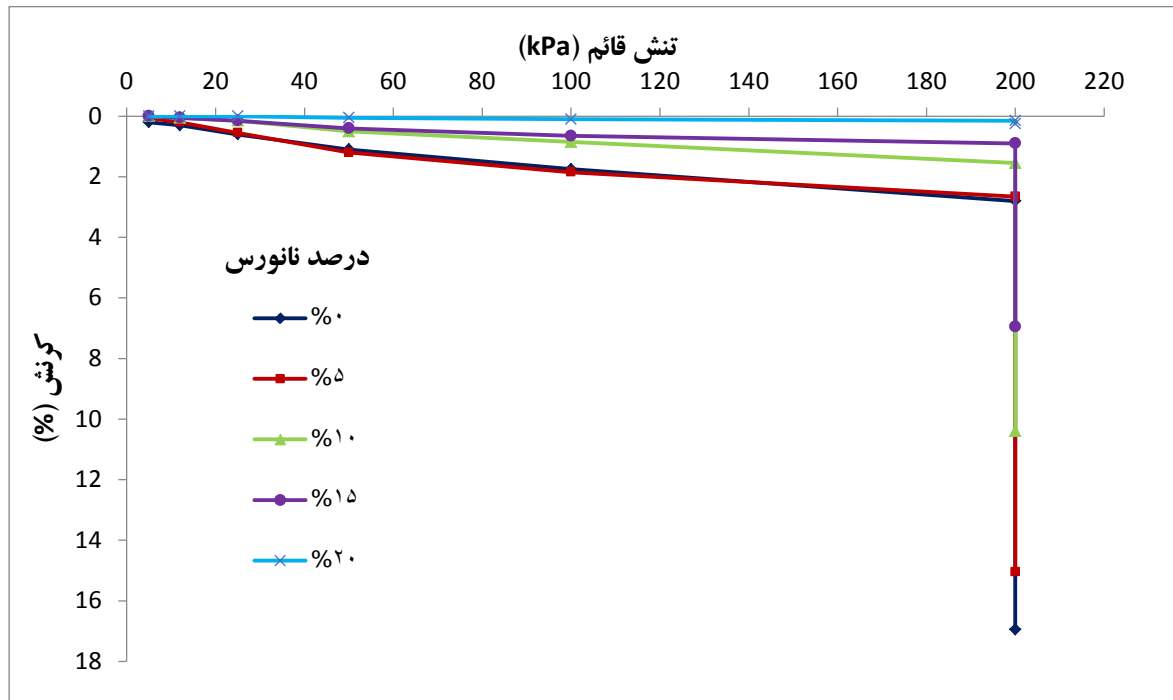
شکل ۴- نانورس، خاک مورد آزمایش و نمونه های با درصدهای متفاوت نانورس

جدول ۳- مشخصات خاک مورد استفاده

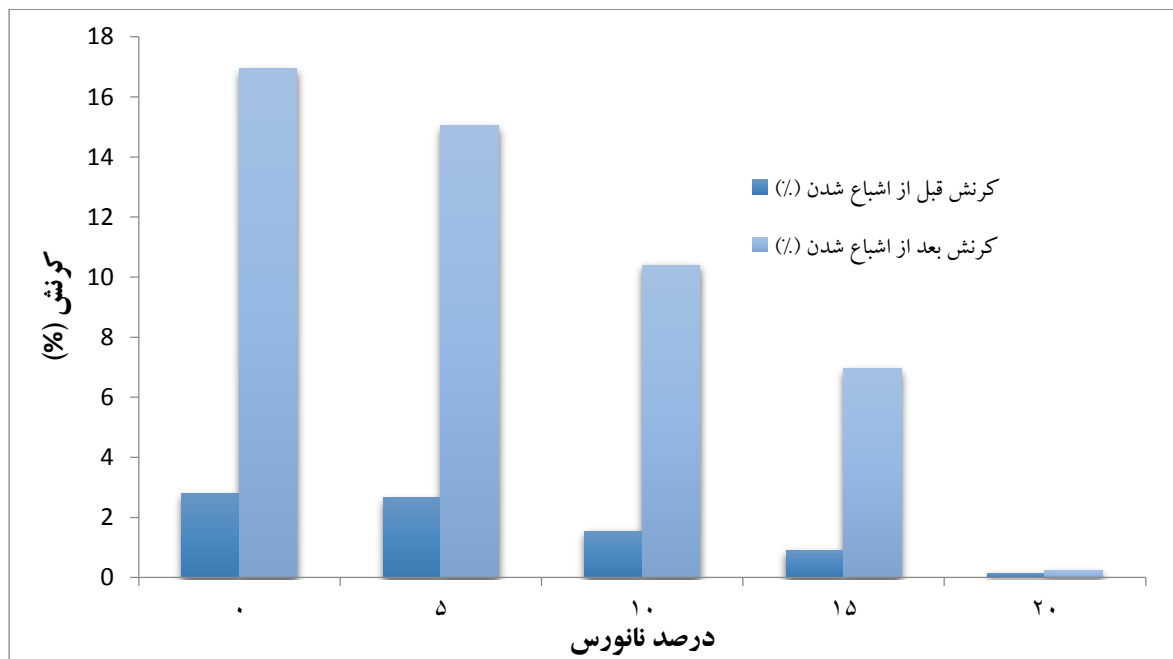
شاخص رهمبندگی (درصد)	درجه رهمبندگی
۰	بدون مشکل
۰/۱ - ۲	اندک
۱/۲ - ۶	متوسط
۱/۶ - ۱۰	نسبتا شدید
< ۱۰	شدید

۴. نتایج

نمودار تغییرات کرنش برحسب تنش سربار قائم، در شکل ۵ نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می گردد، با افزایش درصد نانورس، هم کرنش قبل از اشباع شدن و هم کرنش بعد از اشباع شدن در تنش ۲۰۰ کیلوپاسکال کاهش یافته است. با مشاهده ی شکل ۶، صحت مطلب فوق مشخص می شود. همان گونه که ملاحظه می گردد، تغییرات کرنش با افزایش درصد نانورس بعد از اشباع شدن، بسیار بیشتر از تغییرات کرنش قبل از اشباع شدن می باشد.



شکل ۵ - نمودار تغییرات کرنش برحسب تنش سربار قائم قبل و بعد از اشباع شدن



شکل ۶ - نمودار تغییرات کرنش در تنش سربار قائم ۲۰۰ کیلوپاسکال برحسب درصدهای متفاوت نانورس



در شکل ۷، نمودار تغییرات شاخص رمبندگی به صورت کمی و درجه رمبندگی به صورت کیفی برحسب درصد نانورس موجود در خاک ارائه شده است. همان گونه که ملاحظه می گردد، پیش از استفاده از نانورس، درجه رمبندگی خاک که با استفاده از جدول ۳ به دست می آید، شدید می باشد. با افزایش درصد نانورس مصرفی از شدت رمبندگی کاسته می شود تا این که با استفاده از ۲۰ درصد نانورس، مشکل رمبندگی خاک تقریباً به طور کامل برطرف می شود.

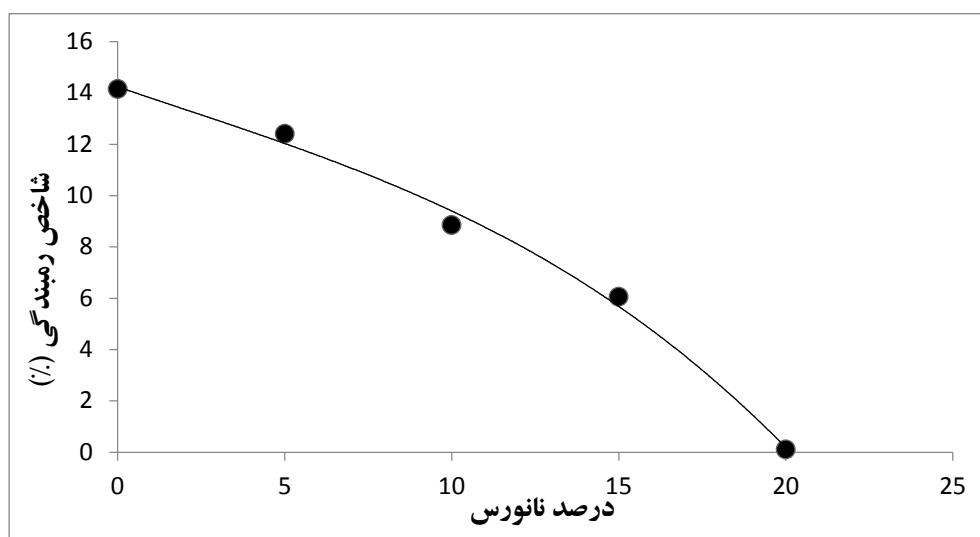


شکل ۷- نمودار تغییرات پتانسیل و درجه رمبندگی بر حسب درصدهای متفاوت نانورس

اگر همانند شکل ۸، یک منحنی به نقاط موجود در نمودار تغییرات شاخص رمبندگی برحسب درصد نانورس مصرفی برازش شود، رابطه ی ۲، که رابطه ای تقریبی برای به دست آوردن پتانسیل رمبندگی برحسب درصد نانورس به کاررفته در خاک می باشد، در حالتی که وزن مخصوص خشک برابر با ۱/۴۵ گرم بر سانتی متر مکعب و رطوبت ۱۱ درصد است، به دست می آید.

$$I_e = -0.001 NCC^3 + 0.005 NCC^2 - 0.45 NCC + 14.2, \quad \gamma_d = 14.5 \text{ g/cm}^3, w = 11\% \quad (2)$$

در رابطه ی فوق I_e شاخص رمبندگی و NCC میزان نانورس به درصد می باشد.



شکل ۸- منحنی برازش شده به نقاط نمودار شاخص رمبندگی بر حسب درصد نانورس



۵. نتیجه گیری

خاک‌های ربنده داری خواص نامطلوبی هستند که قبل از انجام هرگونه ساخت و ساز و فعالیت مهندسی، می‌بایست با استفاده از روش‌های مناسب اصلاح شوند. در این پژوهش به منظور بهسازی خواص نامطلوب خاک ربنده‌ی منطقه‌ی سیوند فارس از پودر نانورس استفاده شده‌است. پس از اختلاط درصدهای متفاوت نانورس با خاک به روش خشک، نتایج زیر حاصل گردید:

- ۱- هم کرنش قبل از اشباع شدن و هم کرنش بعد از اشباع شدن در تنش ۲۰۰ کیلوپاسکال کاهش یافته‌است، با این حال میزان تغییرات کرنش بعد از اشباع شدن به مراتب بیشتر از میزان تغییرات کرنش قبل از اشباع شدن می‌باشد.
- ۲- پیش از استفاده از نانورس، درجه ربنده‌گی خاک مورد مطالعه شدید ارزیابی شد. با افزایش درصد نانورس از شدت ربنده‌گی کاسته شد، تا این که با استفاده از ۲۰ درصد نانورس، مشکل ربنده‌گی خاک تقریباً به‌طور کامل برطرف گردید.

۶. مراجع

۱. جهانیار مقدم، م. رحمان نژاد، ر. و ابراهیمی، م. (۱۳۸۶)، "معیارهای شناسایی خاک‌های ربنده و روش‌های مقابله با پدیده‌ی ربنده‌گی"، همایش ملی زلزله و مقاوم‌سازی ساختمان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان، بهبهان، ایران.
۲. وکیلی، ا. زمردیان، س.م.ع. و کیلی، ا.ح. خوشخو، م. فقیه، ا.ر. (۱۳۸۹)، "مطالعه‌ی خاک‌های ربنده در نقاط مختلف منحنی تراکم و بررسی عوامل موثر بر پدیده ربنده‌گی"، چهارمین همایش بین‌المللی مهندسی ژئوتکنیک و مکانیک خاک ایران، انجمن ژئوتکنیک ایران، تهران، ایران.
۳. قبادی، م.ح. و فریدونی، د. (۱۳۸۹)، "پراکنده‌گی خاک‌های ربنده در ایران و روش‌های بهسازی آن‌ها"، بیست و هشتمین گردهمایی علوم زمین، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۴. گنجی، ه. فضل‌اولی، ر. و نوروزنژاد، ا. (۱۳۹۱)، "بررسی تغییرات تنش برشی خاک قبل و بعد از به‌کارگیری نانورس‌ها"، نهمین کنگره‌ی بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۵. سیدی گلسفیدی، س.ع. بازاریار، م.ح. میرکاظمی، س.ع. قاضی، ح. (۱۳۹۰)، "کاربردهای فناوری نانو در مهندسی ژئوتکنیک"، اولین کنفرانس ملی عمران و توسعه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زیباکنار، زیباکنار، ایران.
6. Srivastava, A. and Singh, K. (2011), "Nanotechnology in Civil Engineering and Construction: A Review on State of the Art and Future Prospects," Indian Geotechnical Conference, Kochi, India.
7. Roco, M.C. (2007), "National nanotechnology initiative-past, present, future," Handbook on nanoscience, engineering and technology, Vol.2, pp 3.1-3.26.
8. Majeed, Z.H. and Taha, M.R. (2013), "A Review of Stabilization of Soils by using Nanomaterials," Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 7 (2), pp 576-581.
9. ASTM D 5333-92. (2002), "Standard test method for measurement of collapse potential of soils," Annual Book of ASTM Standards, ASTM International, Vol.04, pp 1197-1199.
۱۰. فخری، ز. پورحسینی، ر. فخری، م.ح. (۱۳۹۱)، "بررسی تأثیر نانورس بر خصوصیات ژئوتکنیکی پایه‌ی خاک رس کانولینیت"، نهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
11. German, R.M. (1994), "Powder metallurgy science," Metal Powder Industries Federation Princeton, 2th Edition.

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



PROPOSAL
پروپوزال

پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI
Scopus

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

دکتره تهرانی

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