

## بررسی و مقایسه آزمایشگاهی حدود اتربرگ و پارامترهای تراکمی برای خاک ML تثبیت شده با آهک، سیمان و الیاف GFRP

رحمت الله نگهدار مغانلو<sup>۱</sup>، بهنام عسکری لاسکی<sup>۲</sup>، حسین شفائی مهر<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه محقق اردبیلی، [a\\_negahdar@uma.ac.ir](mailto:a_negahdar@uma.ac.ir)

۲- دانشجویکارشناسی ارشد، گروه عمران، دانشگاه محقق اردبیلی، [behnam\\_askari\\_la@yahoo.com](mailto:behnam_askari_la@yahoo.com)

۳- دانش آموخته ی کارشناسی عمران، [H\\_shafaeimehr@yahoo.com](mailto:H_shafaeimehr@yahoo.com)

### خلاصه

به مجموعه اقداماتی که موجب می شود خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خاک، بهبود یابد تثبیت خاک گفته می شود. بطوریکه خصوصیات مهندسی خاک و اصلاح عملکرد آن مدنظر می باشد. انتخاب روش تثبیت میتواند به وسیله ی مواد مختلفی از جمله آهک، سیمان، قیر، الیاف و... صورت پذیرد. از آنجایی که اکثر تحقیقات انجام گرفته در زمینه تثبیت خاک، استفاده از یک یا دو مورد تثبیت کننده و یا مخلوطی از آنها می باشد. خاک مورد مطالعه بر اساس شرایط موردی که محققین با آن برخورد داشته اند انتخاب شده است و جهت تثبیت آن، مواد افزودنی بطور جداگانه (آهک، سیمان و الیاف) با درصدهای مختلف و بارطوبت های مشخص با خاکمخلوط شده و مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله سعی شده است از چند نوع تثبیت کننده با درصدهای مختلف استفاده شود و مطابق با آن آزمایشات، حدود اتر برگو پروکتور استاندارد انجام گرفته و نتایج حاصل از این آزمایشات بدست آمده و منحنی های مربوط به آهارسم شده است تا بتوان قیاس درستی از تاثیر اضافه کردن این تثبیت کننده ها در درصدهای مختلف به خاک بر روی پارامترهای تراکمی و مکانیکی خاک تثبیت شده را بدست آورد. تا در نهایت بتوان با انتخاب درست نوع تثبیت کننده، بسیاری از هزینه های اضافی و مشکلات ناشی از عدم انتخاب درست را کاهش داد و به اقتصادی تر کردن پروژه مورد نظر کمک شایانی نمود.

کلمات کلیدی: تثبیت خاک، آهک، الیاف، سیمان، پارامترهای تراکمی خاک، حدود اتربرگ

### ۱. مقدمه

در طرح های مختلف اجرایی از قبیل جاده سازی، احداث دایک و سد خاکی، احداث شبکه های زهکش آب آبیاری، احتمال اینکه با کمبود مصالح مواجه شویم بسیار زیاد است. از آنجایی که برای اقتصادی کردن پروژه بایستی از حمل مصالح از دوردست به خاطر تحمیل هزینه های گزاف پرهیز شود، بنابراین باید به اصلاح مصالح موجود پرداخت تا به طریقی بتوان مقاومت آنرا افزایش داد یا به بهبود خواص آن پرداخت، این موضوع در مناطقی که مصالح موجود دارای خاک هایی چون ماسه، رس و گرا، سیلت باشد از اهمیت بالایی به خاطر تاثیر اقتصادی فراوان برخوردار است. از افزودنی ها می توان به سیمان، آهک، الیاف، خاکستر پسته برنج، میکروسیلیس، پوزولان ها، سولفات آلومینیوم و خاکستر بادی اشاره کرد. روش تقویت خاک با استفاده از آهک، پیشینه بسیار بالایی دارد، طوریکه این روش از سال ۱۹۴۵ در آمریکا رایج شد.

مهمترین واکنش هایی که افزودنی ها در خاک آن را سبب می شوند، واکنش تبادل یونی، واکنش پوزولانیو واکنش هیدراتاسیون است که مهم ترین آن ها واکنش پوزولانی است. این واکنش بین آهک، آب، مواد سیلیس دار و آلومینیوم دار خاک انجام می شود. ایجاد مواد سیمانی باعث افزایش درصد رطوبت بهینه،