

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی



IMAM KHOMEINI  
INTERNATIONAL UNIVERSITY

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

دانشکده فنی و مهندسی

## تأثیر سیکل های تر و خشک و شاخص خمیری بر CBR خاک های رس

### تثبیت شده با آهک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد خاک و پی

در رشته مهندسی عمران

نگارش

سید علی نجم الساداتی یزدی

استاد راهنما

دکتر سید ابوالحسن نائینی

اسفند ۱۳۸۹

صلى الله عليه وسلم

تقدیم بہ

## مادر بزرگوارم

او کہ اسطورہ تلاش، مہربانی و فداکاری، تندیس عشق و صبر و شہدہی شایستہ بر پویایی ام  
می باشد. حضورش الهام بخش و نہری پیوستہ و جاری است، ہم روشنائی را برایم تداعی  
و ہم آرامش را در وجودم تبلور می بخشد.

خدایا سایہ مهرش پر دوام، نفس شادی آفرین و لطفش بی بدیل باد.

---

## چکیده

روش های بسیاری جهت اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک ، با استفاده از تلفیق محدوده وسیعی از عوامل تثبیت ، مواد افزودنی و مواد حالت دهنده ایجاد شده است. بی شک پر کاربرد ترین روش، استفاده از عوامل غیر آلی سیمانتاسیون می باشد. یکی از موادی که به شکل متعارفی بیشترین استفاده جهت تثبیت خاک را دارد، آهک می باشد. خاک های عمل آوری شده با آهک عموماً به عنوان مصالح بستر برای ساخت بزرگراه ها ، فرودگاه ها و شالوده ساختمان ها استفاده می شوند. خاک تثبیت شده معمولاً در معرض شرایط محیطی مختلفی قرار دارد، بارز ترین این شرایط، سیکل های تر و خشک می باشد که باعث تغییر در مقاومت خاک می گردد. این تحقیق سعی در استخراج نتایج یک پژوهش آزمایشگاهی انجام شده جهت ارزیابی تاثیر سیکل های تر و خشک و شاخص خمیری بر مقدار CBR خاک های رس تثبیت شده با آهک دارد. سه نمونه خاک رس با شاخص های خمیری متفاوت با مقادیر مختلف آهک شکفته مخلوط و سپس در درصد رطوبت بهینه متراکم شدند. آزمایش های CBR بر روی نمونه های تثبیت شده و تثبیت نشده جهت تعیین نسبت باربری در زمان بهینه عمل آوری صورت گرفت. سپس ظرفیت باربری نمونه ها تحت سیکل های تر و خشک اندازه گیری شد. نتایج آزمایش ها نشان می دهد که با افزایش شاخص خمیری خاک، شاهد افزایش مقاومت خاک می باشیم، همچنین افزودن آهک شکفته به خاک رس موجب افزایش درصد رطوبت بهینه و کاهش وزن مخصوص خشک حداکثر و همچنین افزایش قابل توجه مقادیر CBR می گردد. نتایج آزمایش های دوام بعد از سیکل های تر و خشک نشان دهنده افزایش در ظرفیت باربری رس ها می باشد .

## تقدیر و تشکر

خداوند بزرگ را شکر می‌گویم که در همه حال بنده خود را یاری داده و الطاف بی‌کرانش بر دل و جان سایه افکنده است. بی‌شک در گردآوری این مجموعه دست یاری عزیزانی همراه بود که بدون توجه آن‌ها، راهی سخت و طولانی در پیش رو بود. فرصت را معنم شمرده و از تمامی اساتید، دوستان و همکارانی که در تهیه این مجموعه مرایاری دادند سپاسگزاری می‌نمایم.

سپاس و قدردانی خود را به واسطه کسب دانش و ارائه طریق در مدت تلمذ حقیر به محضر استاد کرامت‌قدر جناب آقای دکتر سید ابوالحسن نائینی تقدیم می‌نمایم. همچنین از همکاری صمیمانه جناب آقای مرسلی و همکارانشان در آزمایشگاه مکانیک خاک دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) که در انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی مرایاری نمودند، کمال تشکر را دارم.

و از درگاه خداوند متعال، به روزی، موفقیت و سربلندی پیش از پیش را در راه اعتلاء و پیشبرد اهداف عالی و آبادی کشور عزیز و سربلندان، ایران اسلامی را مسئلت می‌نمایم.

سید علی نجم الساداتی یزدی

اسفند ۱۳۸۹

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
VIII	فهرست جداول
IX	فهرست شکل ها
XII	فهرست نشانه ها

### فصل اول: کلیات تحقیق

۲	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱ بیان مساله و ضرورت تحقیق
۴	۳-۱ کاربردهای این تحقیق

### فصل دوم: کلیاتی درباره تثبیت خاک های رسی با آهک و مروری بر سوابق تحقیق

۷	۱-۲ مقدمه
۸	۲-۲ تثبیت خاک با آهک
۱۱	۳-۲ فعل و انفعالات شیمیایی خاک و آهک
۱۱	۱-۳-۲ واکنش تبادل یونی و واکنش تجمع - تراکم
۱۳	۲-۳-۲ کربناته شدن
۱۴	۳-۳-۲ واکنش پوزولانی
۱۵	۴-۲ خصوصیات و ویژگی های فنی خاک های تثبیت شده با آهک
۱۶	۱-۴-۲ خصوصیات خمیری
۱۷	۲-۴-۲ تراکم
۱۸	۳-۴-۲ دوام

صفحه	عنوان
۱۸	۴-۴-۲ نفوذپذیری
۱۹	۵-۴-۲ مقاومت برشی
۲۰	۶-۴-۲ مقاوت فشاری تک محوری
۲۰	۷-۴-۲ نسبت باربری کالیفرنیا CBR
۲۳	۸-۴-۲ تغییر حجم
۲۳	۹-۴-۲ مقاومت آبی و دراز مدت
۲۴	۵-۲ عوامل مضر بر مقاومت خاک های تثبیت شده با آهک
۲۵	۶-۲ طرح تثبیت و روش های اجرایی تثبیت خاک ها با آهک
۲۵	۱-۶-۲ طرح تثبیت خاک با آهک
۲۶	۱-۱-۶-۲ روش PH
۲۶	۲-۱-۶-۲ روش دامنه خمیری
۲۶	۳-۱-۶-۲ روش نسبت باربری کالیفرنیا (CBR)
۲۷	۴-۱-۶-۲ روش مقاومت فشاری
۲۸	۵-۱-۶-۲ روش اشتو
۳۰	۷-۲ مروری بر سوابق تحقیق

## فصل سوم: ویژگی های خاک مورد مطالعه ، مواد و روش های بکاررفته

۵۰	۱-۳ مقدمه
۵۱	۲-۳ خاک مورد مطالعه
۵۱	۱-۲-۳ انتخاب سایت
۵۱	۲-۲-۳ انتخاب خاک

صفحه	عنوان
۵۱	۳-۲-۳ تعیین مشخصات اولیه خاک
۵۲	۳-۲-۳-۱ آزمایش دانه بندی
۵۳	۳-۲-۳-۲ آزمایش تعیین چگالی دانه ها
۵۳	۳-۲-۳-۳ آزمایش تعیین حدوداتریب
۵۳	۳-۲-۳-۴ طبقه بندی خاک
۵۴	۳-۳ تثبیت کننده مورد استفاده
۵۵	۳-۳-۱ انتخاب مقدار بهینه آهک
۵۵	۳-۴ آزمایش های انجام شده
۵۶	۳-۴-۱ آزمایش تراکم
۵۶	۳-۴-۲ آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا (CBR)
۵۷	۳-۴-۳ آزمایش تعیین درصد رطوبت
۵۷	۳-۴-۴ آزمایش سیکل تر-خشک
۵۸	۳-۵ نحوه ساخت و عمل آوری نمونه ها
۵۸	۳-۵-۱ آماده سازی خاک و تثبیت کننده
۵۹	۳-۵-۲ مخلوط کردن خاک با آهک
۵۹	۳-۵-۳ متراکم نمودن خاک و آهک در قالب
۵۹	۳-۵-۴ عمل آوری نمونه



## فصل چهارم: ارائه و تحلیل نتایج آزمایشگاهی

۶۲	۱-۴ مقدمه
۶۲	۲-۴ نتایج آزمایش تعیین حدود اتربرگ
۶۳	۳-۴ نتایج آزمایش تراکم
۶۴	۴-۴ نتایج آزمایش CBR
۶۴	۱-۴-۴ نتایج آزمایش های CBR خاک طبیعی
۶۶	۲-۴-۴ اثر تثبیت خاک با آهک بر نتایج آزمایش CBR
۶۶	۱-۲-۴-۴ تاثیر افزودن ۴٪ آهک بر خاک A
۶۷	۲-۲-۴-۴ اثر تثبیت با ۴٪ آهک بر خاک B
۶۸	۳-۲-۴-۴ نتایج آزمایش CBR بر خاک C تثبیت شده با ۴٪ آهک
۷۰	۳-۴-۴ اثر تثبیت خاک با ۶٪ آهک بر نتایج آزمایش CBR
۷۰	A خاک ۱-۳-۴-۴
۷۱	B خاک ۲-۳-۴-۴
۷۲	C خاک ۳-۳-۴-۴
۷۴	۴-۴-۴ اثر تثبیت خاک با ۸٪ آهک بر نتایج آزمایش CBR
۷۴	A خاک ۱-۴-۴-۴
۷۵	B خاک ۲-۴-۴-۴
۷۶	C خاک ۳-۴-۴-۴

صفحه	عنوان
۷۹	۵-۴ تأثیر درصدهای مختلف آهک بر انواع خاک
۸۱	۶-۴ آزمایش سیکل تر- خشک
۸۲	۱-۶-۴ تأثیر سیکل های تر - خشک بر خاک A
۸۴	۲-۶-۴ تأثیر سیکل های تر - خشک بر خاک B
۸۵	۳-۶-۴ تأثیر سیکل های تر - خشک بر خاک C

## فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۸۸	۱-۵ مقدمه
۸۹	۲-۵ خلاصه نتایج تاثیر شاخص خمیری بر ظرفیت باربری خاک های رسی
۸۹	۳-۵ خلاصه نتایج تأثیر حضور آهک بر ظرفیت باربری خاک های رسی
۹۲	۴-۵ خلاصه نتایج بررسی اثر سیکل های تر - خشک بر ظرفیت باربری خاک های رسی
۹۶	۵-۵ توصیه ها و پیشنهادات

## فهرست منابع و مراجع

۱۰۱	Abstract
-----	----------

---

## فهرست جداول

---

صفحه	عنوان
۱۸	جدول ۱-۲ مقاومت کششی چند نمونه خاک تثبیت شده با آهک
۲۱	جدول ۲-۲ نتایج آزمایش CBR بر روی چند نمونه خاک تثبیت شده با آهک
۵۳	جدول ۱-۳ نتایج آزمایش چگالی دانه ها
۵۳	جدول ۲-۳ خصوصیات و طبقه بندی خاک های مورد مطالعه
۵۴	جدول ۳-۳ خصوصیات آهک مورد استفاده
۶۲	جدول ۱-۴ نتایج آزمایش تعیین حدود اتربرگ
۶۴	جدول ۲-۴ نتایج آزمایش تراکم
۶۴	جدول ۳-۴ نتایج آزمایش CBR برای خاک های A , B , C
۶۶	جدول ۴-۴ نتایج آزمایش CBR خاک های A,B,C با مقادیر مختلف آهک
۸۲	جدول ۵-۴ نتایج آزمایش های CBR بر روی خاک های C,B,A پس از انجام سیکل های تر- خشک
۹۵	جدول ۱-۵ تأثیر سیکل های تر و خشک بر ظرفیت باربری خاک های C,B,A

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۱۰	شکل ۱-۲ روش های تثبیت مناسب برای انواع خاک
۱۷	شکل ۲-۲ تأثیر آهک بر خواص خمیری چند نمونه رس مونت مورینونت
۲۲	شکل ۳-۲ تأثیر در صد آهک و زمان عمل آوری برنسبت باربری کالیفرنیا CBR چند نمونه خاک تثبیت شده با آهک
۲۲	شکل ۴-۲ تغییرات آبی CBR و درصد رطوبت یک نمونه خاک رس درحالت طبیعی و تثبیت شده با ۳ و ۵ درصد آهک
۲۷	شکل ۵-۲ مراحل اصولی تثبیت خاک با شکل
۲۹	شکل ۶-۲ درصد توصیه شده آهک برای تثبیت خاک بستر، زیر اساس و اساس
۳۱	شکل ۷-۲ نتایج آنالیز مکانیکی مخلوط خاک و آهک
۳۳	شکل ۸-۲ نمونه ای از نتایج پژوهش آکینلابی
۳۴	شکل ۹-۲ نتایج پژوهش صورت گرفته توسط انیسور رحمان
۳۵	شکل ۱۰-۲ گوشه ای از نتایج پژوهش برایان
۳۷	شکل ۱۱-۲ نمونه ای از نتایج ارائه شده در تحقیق گئورگ و همکاران
۳۹	شکل ۱۲-۲ تاثیر افزودن خاکستر سبوس برنج بر مقاومت خاک تثبیت شده
۴۰	شکل ۱۳-۲ نمونه ای از نتایج ارائه شده در پژوهش کسیم و چرن
۴۲	شکل ۱۴-۲ تاثیر افزودن آهک و لجن فاضلاب خاکستر بر حدود اتر برگ خاک
۴۳	شکل ۱۵-۲ نمونه ای از نتایج ارائه شده در تحقیق جسمانی وهمکاران
۴۴	شکل ۱۶-۲ نمونه ای از نتایج ارائه شده در تحقیق آیدین کاواک و همکاران
۴۵	شکل ۱۷-۲ مقایسه نتایج تاثیر افزودن آهک و نخاله آهک بر آزمایش UCS
۴۶	شکل ۱۸-۲ نتایج بررسی افزودن درصد های مختلف آهک و زمان های گیرش متفاوت بر تورم و پتانسیل تورم خاک مورد بررسی
۵۲	شکل ۱-۳ نمودار دانه بندی
۵۵	شکل ۲-۳ انتخاب درصد بهینه آهک
۵۸	شکل ۳-۳ نحوه انجام سیکل تر
۶۰	شکل ۴-۳ نحوه عمل آوری نمونه ها
۶۳	شکل ۱-۴ نتایج آزمایش تراکم

- شکل ۴-۲ نمودار تنش -نفوذ برای خاک های C,B,A
- شکل ۴-۳ تأثیر شاخص خمیری بر نسبت باربری کالیفرنیا
- شکل ۴-۴ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **A** با ۴٪ آهک
- شکل ۴-۵ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **B** با ۴٪ آهک
- شکل ۴-۶ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **C** با ۴٪ آهک
- شکل ۴-۷ تأثیر شاخص خمیری بر CBR ، برای خاک های تثبیت نشده و تثبیت شده با ۴٪ آهک
- شکل ۴-۸ نمودار تنش -نفوذ برای خاک های C,B,A با ۴٪ آهک
- شکل ۴-۹ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **A** با ۶٪
- شکل ۴-۱۰ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **B** با ۶٪
- شکل ۴-۱۱ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **C** با ۶٪
- شکل ۴-۱۲ تأثیر شاخص خمیری برای خاک های تثبیت نشده و تثبیت شده با ۶٪ آهک
- شکل ۴-۱۲ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **A** با ۸٪ آهک
- شکل ۴-۱۳ نمودار تنش -نفوذ برای خاک های C,B,A با ۶٪ آهک
- شکل ۴-۱۴ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **A** با ۸٪ آهک
- شکل ۴-۱۵ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **B** با ۸٪ آهک
- شکل ۴-۱۶ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **C** با ۸٪ آهک
- شکل ۴-۱۷ تأثیر شاخص خمیری بر خاک های تثبیت نشده و تثبیت شده با ۸٪ آهک
- شکل ۴-۱۸ نمودار تنش -نفوذ برای خاک های C,B,A با ۸٪ آهک
- شکل ۴-۱۹ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **A** با درصد های مختلف آهک
- شکل ۴-۲۰ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **B** با درصد های مختلف آهک
- شکل ۴-۲۱ نمودار تنش -نفوذ برای خاک **C** با درصد های مختلف آهک
- شکل ۴-۲۲ نمودار تأثیر درصد آهک بر ظرفیت باربری خاک های C,B,A
- شکل ۴-۲۳ نتایج آزمایش سیکل تر و خشک خاک **A**
- شکل ۴-۲۴ نتایج آزمایش سیکل تر-خشک بر خاک **A** در درصد بهینه آهک (۴٪)
- شکل ۴-۲۵ نتایج آزمایش سیکل تر-خشک بر خاک **B** در درصد بهینه آهک (۶٪)
- شکل ۴-۲۶ نتایج آزمایش سیکل های تر -خشک بر خاک **C** در درصد بهینه آهک (۴٪)
- شکل ۵-۱ تأثیر شاخص خمیری بر CBR ، برای خاک های تثبیت نشده و تثبیت شده با ۴٪ آهک

- 
- شکل ۲-۵ تأثیر شاخص خمیری برای خاک های تثبیت نشده و تثبیت شده با ۶٪ آهک ۹۰
- شکل ۳-۵ تأثیر شاخص خمیری بر خاک های تثبیت نشده و تثبیت شده با ۸٪ آهک ۹۱
- شکل ۴-۵ تأثیر سیکل های تر و خشک بر ظرفیت باربری خاک A با ۴٪ آهک ۹۲
- شکل ۵-۵ تأثیر سیکل های تر و خشک بر ظرفیت باربری خاک B با ۶٪ آهک ۹۳
- شکل ۶-۵ تأثیر سیکل های تر و خشک بر ظرفیت باربری خاک C با ۴٪ آهک ۹۴

---

فهرست نشانه ها

<i>SYMBOLS</i>	توضیح
PL	حد خمیری
PI	شاخص خمیری
LL	حد روانی
$W_w$	وزن آب موجود در خاک
$W_s$	وزن خشک خاک
$G_s$	چگالی دانه های خاک
CBR	نسبت باربری کالیفرنیا
RHA	خاکستر سیوس برنج

---

## فصل اول

# کلیات تحقیق



---

## ۱ - ۱ مقدمه

خاک را می توان به عنوان ابتدایی ترین مصالح ساختمانی که توسط انسان به خدمت گرفته شده ، نام برد . خاک در ابتدا بصورت خام و سپس با اختلاط با آب و بصورت گل در احداث سرپناه مورد استفاده قرار گرفت . قابلیت استفاده از خاک در احداث انواع ساختمان ها ، سدها ، جاده ها و .... موجب گردید تا انسان همواره در تکاپوی راه حل های مختلف در جهت بکارگیری بهینه این ماده که به وفور در طبیعت یافت می شود، باشد. بخصوص اینکه تمامی ساختمانها ، سدها ، جاده ها و ... می بایست بر روی بستر خاک احداث گردند و با توجه به این که خاک نیز انواع مختلف با خصوصیات مهندسی گوناگون دارد، به عنوان نمونه میزان باربری هر خاک در طبیعت با نوع دیگر تفاوت دارد . فراهم نمودن خاک مناسب برای منظور خاص در نزدیکی محل پروژه ایده آل به نظر می رسد اما در برخی مکان ها این مهم میسر نمی باشد و از آنجاییکه حمل خاک با

---

خصوصیات مورد نظر بار مالی فراوانی به پروژه تحمیل می نماید، لذا اصلاح و بهینه ساختن خاک موجود با مواد افزودنی موجود در منطقه به عنوان عملی ترین روش پیشنهاد می گردد که به این عمل تثبیت می گویند. روش های مختلفی برای بهبود خواص مهندسی این خاک ها وجود دارد. به عنوان نمونه می توان به روش های مکانیکی، تسلیح و تثبیت با مواد افزودنی اشاره کرد. هرچند انتخاب این روش در هر پروژه بستگی به مشخصات آن پروژه از جمله ماهیت سازه و مشخصات ژئوتکنیکی خاک محل اجرای آن دارد، ولی همواره تثبیت با مواد افزودنی یکی از بهترین روش ها برای بهبود خواص مهندسی خاک ها می باشد. لازم به ذکر است تأثیر این عمل بر خاک زیاد می باشد که البته بستگی به شاخص خمیری خاک رس هم دارد، اما نکته حائز اهمیت در این بین تأثیر پذیری این فرآیند از عوامل خارجی من جمله تغییرات جوی می باشد، این عوامل نتیجتاً کاهش مقاومت خاک ها را در پی دارند که این امر موجب صدمه به کف سازی ها و بخصوص تغییر شکل و ایجاد ترک در محور راه ها می گردد.

با توجه به اینکه یکی از عوامل تاثیرگذار بر ظرفیت باربری خاک، مقاومت آن بر اساس CBR می باشد، لذا تاثیر عواملی مثل تر و خشک شدن های متوالی و شاخص خمیری بر این پارامتر می تواند بیانگر تغییرات ظرفیت باربری خاک باشد. هدف از این تحقیق بررسی اثر تر و خشک شدن های متوالی به علت تغییرات جوی و همچنین تاثیر تغییر پارامتر شاخص خمیری بر مقاومت خاک های رسی تثبیت شده با آهک می باشد.

لازم به ذکر است این پژوهش از محدودیت هایی نظیر:

- نوع خاک، که خاک رس منطقه آبیگ مورد استفاده قرار گرفته است.
- نوع آهک، که آهک هیدراته محصول کارخانه آهک همدان مورد استفاده قرار گرفته است.
- دمای آزمایش، دمای محیط مورد نظر بوده است.
- نوع آب، که آب آشامیدنی مورد استفاده قرار گرفته است.

نیز برخوردار است.

---

## ۱ - ۲ بیان مسأله و ضرورت تحقیق

خاک های ریز دانه با توجه به فراوانی گسترده در سطح کشور، مشکلات زیادی در پایداری بستر پروژه های عمرانی ایجاد می کنند. این نوع خاک ها به علت نا مطلوب بودن مشخصات فنی و دارا بودن مقادیر قابل توجهی رس یا لای برای عملیات راهسازی مناسب نبوده . اینگونه خاک ها به دلیل حساسیت و ناپایداری در برابر رطوبت ، مقاومت کم و تراکم پذیری مشکلات فراوانی را از نظر فنی و اقتصادی در راهسازی ایجاد می کنند . در این موارد تثبیت با مواد موجود در منطقه راه حل مناسبی است .

با توجه به چهار فصل بودن کشورمان بررسی اثر تغییرات پی در پی جوی بر خاک های تثبیت شده ضروری به نظر می رسد .

این تحقیق در پنج فصل تدوین شده است که در فصل اول به بیان کلیات ، طرح مسأله و ضرورت انجام این تحقیق پرداخته شده است . در فصل دوم به ارائه کلیاتی درباره تثبیت خاک های رسی با آهک و مروری بر تحقیقات انجام شده در گذشته پرداخته شده است. در فصل سوم خاک مورد مطالعه ، مواد و روش های به کار رفته معرفی شده اند . فصل چهارم این تحقیق به تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشگاهی بدست آمده در این پژوهش اختصاص داده شده است . و نهایتاً فصل پنجم که به جمع بندی ، نتیجه گیری و ارائه پیشنهادهایی جهت مطالعات آینده می پردازد .

---

## ۱-۳ کاربردهای این تحقیق

با توجه به اهمیت و فراوانی موضوع در خصوص شناخت و تأثیر عوامل محیطی مؤثر بر مشخصات مهندسی خاک های رسی و در نتیجه تأثیر آن بر روی پروژه های عمرانی، می توان از نتایج این تحقیق در زمینه های اجرایی ، مشاوره و همچنین زمینه های تحقیقاتی و پژوهشی استفاده نمود. در ادامه به برخی از این موارد اشاره شده است .

### الف ( دستگاه های اجرایی

این تحقیق می تواند کاربردهای مختلفی برای دستگاه های مختلف با توجه به نوع وظایف تعریف شده هر دستگاه داشته باشد که در ادامه به برخی از آن ها اشاره شده است .

- وزارت راه و ترابری و سازمان های تابعه
- وزارت نیرو و شرکت های تابعه
- وزارت مسکن و شهرسازی
- وزارت صنایع و معادن

### ب ( مؤسسات تحقیقاتی و پژوهشی

نتایج این تحقیق می تواند مبنای مناسبی جهت پژوهش های آینده توسط محققین و نهادهای پژوهشی که در ادامه به برخی از آن ها اشاره شده است، باشد .

- آزمایشگاه های فنی و مکانیک خاک وزارت راه و ترابری
- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- سازمان زمین شناسی کشوری
- مراکز تحقیقاتی دانشگاهی
- مهندسين مشاور