

## مطالعات زمین‌شناسی و ارزیابی پتانسیل منطقه چغاخور جهت احداث دهکده

### توریستی

الهه ضیایی<sup>۱</sup>، فریماه آیتی<sup>۲\*</sup>، مریم آهنکوب<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران

۲\* و ۳- گروه زمین‌شناسی؛ دانشگاه پیام نور، ایران

\* ایمیل نویسنده مسئول: f.ayati@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۷

### چکیده

انجام مطالعات ژئومکانیکی و بررسی مقاومت و نوع خاک قبل از احداث سازه‌های عمرانی از مهمترین مراحل مطالعاتی در انتخاب محل مناسب برای اجرای هر پروژه ژئومکانیکی است. مشخصات ژئومکانیکی خاک از طریق مشاهدات سطحی و عمقی از طریق حفاری گمانه، اجرای آزمون‌های آزمایشگاهی و برجا و پردازش و تفسیر نتایج آزمون‌ها انجام می‌شود. در این پژوهش، شمال دریاچه چغاخور به منظور ارزیابی پتانسیل منطقه جهت احداث دهکده توریستی مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور تعیین نوع و ضخامت لایه‌های خاک، سنگ و انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی و برجا، سه حلقه گمانه حفاری شد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد، محل مورد مطالعه بر روی رسوبات آبرفتی جوان دامنه کوه که عمدتاً مخلوطی از رس و سیلت همراه با ماسه و کمی گراول است قرار دارد. عمق خاک دستی در منطقه از ۰/۵ تا ۱/۵ متر متغیر است و تراز سطح ایستابی در عمقی بیش از ۳۰ متر واقع شده است. بیشترین مقادیر آزمون نفوذ استاندارد در عمق ۶-۸ متر مشاهده می‌شود که ناشی از ژنز و نوع خاک در عمق اشاره شده است. بر اساس رده‌بندی پیشنهادی بل، بیش از ۵۰ درصد خاک منطقه در رده مقاوم قرار دارد. با توجه به مقادیر متوسط چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی برای گمانه‌های حفاری شده، ظرفیت باربری پی‌نواری با عرض ۱ الی ۴ متر، برای سه روبراه موثر ۱، ۲ و ۳ متر و نسبت طول به عرض ۱:۱ تا ۱:۱۰ مورد ارزیابی قرار گرفت. بیشترین ظرفیت باربری پی ۲۸۵۰ و کمترین آن ۱۱۰۰ کیلوپاسگال است. تغییرات ضریب واکنش بستر، با تغییرات عرض پی از ۱ الی ۵ متر در دامنه ۳۴ تا ۲۸۶ کیلوگرم بر مترمکعب و با مقدار متوسط ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، قرار دارد. دامنه تغییرات قابل قبول ظرفیت باربری پی، قرارگیری بخش عمده خاک منطقه در رده مقاوم، پایین بودن سطح ایستابی، مسطح بودن منطقه مورد بررسی و نبود پتانسیل زمین‌لغزش به تبع آن، بیانگر پتانسیل بالای شمال دریاچه چغاخور جهت احداث دهکده توریستی است.

### کلمات کلیدی

"خواص ژئومکانیکی"، "ضریب واکنش بستر"، "ظرفیت باربری"، "چغاخور"

### ۱- مقدمه

در ارتفاعات مرکزی ناحیه‌ای بوجود آمده است که تحت تاثیر رژیم زمین‌ساختی فشاری و راستا لغز راستبر گسل زاگرس در شمال و گسل آوردگان در جنوب منطقه است. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی رسوبات تالاب چغاخور پرداختند. نمونه‌برداری‌ها نشان داد که ترکیب رسوبات تالاب در ایستگاه‌های مختلف تفاوت چندانی ندارد و اجزاء تشکیل دهنده رسوبات، اختلاف معنی‌داری را بین ایستگاه‌ها (از نظر مکانی) نشان ندادند. اما تغییرات زمانی اختلاف معنی‌داری را بین اجزاء تشکیل دهنده رسوبات نشان دادند. بطوری که از فصل بهار به سمت زمستان میزان مواد آلی تالاب افزایش یافته و تفاوت معنی‌داری بین فصول مختلف مشاهده شد. ملک محمدی و همکاران در سال (۱۳۹۳) به رده بندی هیدروژئومورفیک تالاب‌ها به منظور تعیین عملکردهای اکولوژیکی با تکیه بر تالاب چغاخور به عنوان مطالعه موردی پرداختند. بر اساس نتایج این تحقیق، تالاب چغاخور با بیوم کوهستانی از نوع حاشیه دریاچه‌ای و فروافتی است که در زیر کلاس انسان ساخت و حوضچه‌ای قرار می‌گیرد. فتحی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب تالاب چغاخور با استفاده از شاخص کیفیت آب WQI پرداختند. نتایج حاصل، کیفیت آب تالاب را در ۲ طبقه خیلی فقیر و نامناسب قرار داد و مشخص شد که آب تالاب برای مصارف انسانی، به خصوص نوشیدن مناسب نیست. بررسی غلظت

امروزه پیشرفت علم در ساخت سازه‌های ساختمانی به گونه‌ای است که برای احداث مناطق مسکونی، بررسی‌های پایه پیرامون شناسایی ویژگی‌های زمین‌شناختی منطقه انجام می‌پذیرد، چرا که بررسی ظرفیت باربری خاک برای احداث ساختمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مهم با کمک بررسی‌ها و برداشت‌های محیطی و پردازش آنها انجام می‌پذیرد. بررسی عواملی چون وضعیت لایه‌های خاک، سنگ و آب زیرزمینی، ظرفیت باربری، نشست شالوده‌ها و پتانسیل لرزه‌خیزی منطقه، از جمله مواردی است که برای تصمیم‌گیری در انتخاب محل مناسب برای احداث سازه‌های مسکونی مهم و لازم الاجرا است (برای مثال عزیزاده مجدی و دبیری، ۱۳۹۷، پراساد، ۲۰۱۸، مظاهری و همکاران، ۱۳۹۹). برای رسیدن به این مهم، مطالعاتی در شمال دریاچه چغاخور که قرار است دهکده توریستی در این محل احداث شود، انجام پذیرفته تا پتانسیل منطقه برای احداث سازه سنجیده شود. از جمله مطالعات صورت گرفته در منطقه مورد بررسی و مناطق اطراف به موارد زیر می‌توان اشاره نمود. طرح تونل انتقال آب چغاخور به سزکوه توسط اداره آب منطقه‌ای استان چهارمحال و بختیاری در ۱۳۹۳ مورد بهره برداری قرار گرفت. قاندهپور و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی ساختاری تالاب چغاخور در بخش مرکزی استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. در این مطالعه مشخص شد تالاب در طی رژیم زمین‌ساختی کششی و

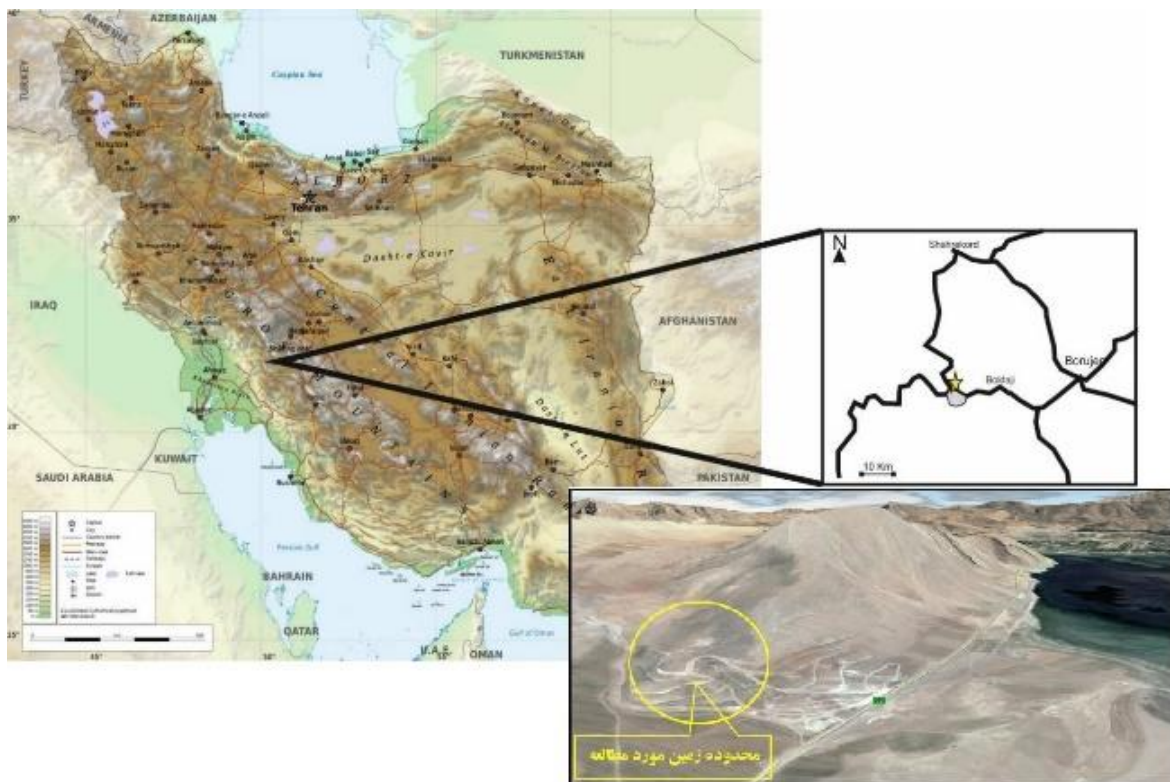
مرتفع است. حرکات تکتونیکی از نوع اپیروژنیک که در طول دوران زمین‌شناسی در این زون به وقوع پیوسته است تاثیر چندانی بر روند رسوب‌گذاری و چینه‌شناسی منطقه نداشته است. ادامه فعالیت فاز کوهزایی استرین و پاسادین در حال حاضر نیز تداوم چین‌خوردگی، تغییر شیب لایه‌های رسوبی، بالآمدگی و حرکات افقی ممتد محدوده را باعث شده است. از تاثیر بالا آمدگی تغییر تدریجی سطح اساس آبراهه‌ها، حفر مداوم کانال‌های آبراهه‌ها و عمیق‌تر شدن آنها است. مهمترین عنصر زمین‌شناسی در محدوده مورد نظر گسل زاگرس است. این گسل نقش زیادی در زمین‌ریخت‌شناسی منطقه ایفا می‌نماید و حرکات آن باعث شده سلسله کوهها و بخشهای مرتفع منطقه بوجود آیند. بنابراین گسل زاگرس توانسته نقش مهمی در ایجاد وضعیت کنونی منطقه ایجاد کند. گسل اورگان با راستای تقریبی شرقی-غربی از دیگر گسل‌های مهم منطقه است. با توجه به نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اردل، محدوده مورد مطالعه در فاصله نزدیکی از گسل تراستی اردل قرار دارد. گسل اردل با درازای حدود ۱۵۲ کیلومتر، شیب به سمت شمال شرق و راستای غربی - جنوب شرقی، به موازات راندگی زاگرس در گستره اردل - ناغان قرار دارد. سازوکار این گسل فشاری بوده است (آقاباتی، ۱۳۸۳).

فلزات سنگین در رسوبات سطحی تالاب چغاخور توسط علی بیگی و همکاران (۱۳۹۶) انجام پذیرفت. با توجه به نتایج حاصل از فاکتور آلودگی، زمین‌انباشتگی و غنی‌شدگی، آلودگی قابل توجه و شدیدی از فلزات در رسوبات منطقه مشاهده نشد. بررسی تاثیر انتقال آب در تخصیص منابع آب سد چغاخور با استفاده از رویکرد پویایی سیستم توسط کدخداحسینی و همکاران در سال (۱۳۹۷) انجام گرفت. نتایج نشان داد که در بهینه‌ترین سناریو این سد توانایی تامین آب ۴۳۰۰ هکتار از زمین‌های کشاورزی پائین دست را دارد.

## ۲- روش انجام تحقیق

### • محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه از نظر زمین‌شناسی در برکه ۱:۱۰۰۰۰۰ اردل و در بلوک چغاخور واقع شده است. این محدوده در محل احداث دهکده سیاحتی چغاخور واقع در استان چهارمحال و بختیاری، ساحل شمالی دریاچه چغاخور و در فاصله ۳ کیلومتری جنوب شرق روستای زوردگان است. موقعیت این محل بر روی تصویر ماهواره‌ای در شکل ۱ نشان داده شده است. در محدوده مورد مطالعه فراوانی چشمه‌هایی که از محل گسله‌های رانده سرچشمه گرفته‌اند، آبگیر، باطلاق و دریاچه‌های فصلی را ایجاد نموده‌اند و سد خاکی چغاخور برای بهره‌برداری از این آب‌ها احداث شده است. منطقه مورد مطالعه بخشی از زون زاگرس



شکل ۱- نمایش راه‌های دستیابی به محدوده مورد مطالعه با مختصات جغرافیایی  $31.9198^{\circ} N, 50.9029^{\circ} E$

طریق اندازه‌گیری شیب، امتداد و ضخامت لایه‌ها توسط کمپاس و متر، اطلاعات کامل از ویژگی‌های زمین‌شناختی و موقعیت جغرافیایی آنها برداشت شد. به منظور تعیین نوع و ضخامت لایه‌های خاک، سنگ و همچنین نمونه‌گیری جهت انجام آزمایشهای آزمایشگاهی؛ در محل عملیات حفاری تعداد سه حلقه گمانه با عمق ۳۰ متر پیش‌بینی شد. در جدول ۱ مختصات گمانه حفاری شده همراه با عمق آن و در شکل ۲

پس از انجام مطالعات دقیق بر روی ویژگی‌های زمین‌شناختی و بررسی پیشینه مطالعاتی، نواحی مناسب جهت مطالعه، انتخاب و بازدید صحرایی از آن انجام شد. در ادامه بازدیدهای صحرایی، به مطالعه دقیق رخنمون‌ها در برش‌ها پرداخته و به دنبال آن برداشت داده‌های خام به کمک روش‌های نمونه‌برداری (به طور مثال تاکر، ۲۰۰۳) انجام پذیرفته است. نمونه برداری در انجام این مطالعه به صورت سیستماتیک انجام پذیرفت و از

### آزمون نفوذ استاندارد

آزمون نفوذ استاندارد به دلیل سادگی اجرا، هزینه کم و کاربرد فراوان یکی از آزمون‌های برجای رایج است که در غالب پروژه‌های ژئومکانیکی در حین حفاری گمانه‌ها انجام می‌شود. لذا در پروژه حاضر نیز این آزمون بر اساس استاندارد ASTM D1586 در هر سه گمانه‌ی حفاری شده و در اعماق مختلف انجام شده است. دلیل محبوبیت این آزمون، کاربرد آن برای تخمین غالب پارامترهای ژئومکانیکی خاک مانند مدول تغییرشکل، زاویه اصطکاک داخلی، نسبت بیش‌تحکیمی و چسبندگی به صورت غیرمستقیم است (بورمز و همکاران، ۱۹۸۸). به منظور استفاده از نتایج آزمون نفوذ استاندارد، ابتدا باید نتایج با استفاده از رابطه ۱ که توسط اسکمپتون پیشنهاد شده است، اصلاح شود.

$$N_{60} = E_m C_B C_S C_R N / 60 \quad (1)$$

که در آن:  $E_m$ : ضریب بازدهی چکش که بر حسب نوع چکش از ۰/۴۵ تا ۰/۸۵ متغیر است؛  $C_B$ : ضریب اصلاح قطر گمانه که از ۱ تا ۱/۵ تغییر می‌کند و با افزایش قطر گمانه، افزایش پیدا می‌کند؛  $C_S$ : ضریب اصلاح نمونه‌گیر که برای نمونه‌گیرهای بدون آستری معادل ۱/۲ در نظر گرفته می‌شود.  $C_R$ : ضریب اصلاح طول میله است و هرچه میله بلندتر باشد، مقدار این ضریب بزرگتر است.  $N$ : عدد خام SPT حاصل شده از آزمایش نفوذ استاندارد است.

### آزمون‌های آزمایشگاهی

به منظور ادامه مطالعات، نمونه‌هایی از اعماق مختلف در محل تهیه و ضمن رعایت استاندارد و جهت انجام آزمون‌های مورد نیاز به آزمایشگاه انتقال داده شده است. آزمون‌ها همچون آزمون دانه‌بندی (ASTM C136M)، آزمون تعیین حدود اتربرگ (ASTM D 4318)، تعیین وزن مخصوص طبیعی خاک (ASTM D 854)، تعیین رطوبت طبیعی خاک (ASTM D 2216)، آزمون برش مستقیم خاک (ASTM D 3080)، آزمون تحکیم خاک (ASTM D 2435)، آزمون تعیین درصد سولفات و کلر خاک مطابق با استاندارد، بر روی نمونه‌ها انجام شده است.

### • نتایج و بحث

#### بررسی نتایج آزمون‌ها

#### نفوذ استاندارد (SPT)

بعد از اصلاح نتایج آزمون نفوذ استاندارد، می‌توان از نتایج آن بر حسب نوع زمین و بافت خاک جهت تخمین پارامترهای مقاومتی، نشست الاستیک، دانسیته نسبی و همچنین توسعه روابطی بین پارامترهای ژئومکانیکی خاک و نتایج آزمون، استفاده کرد. روابط توسعه داده شده می‌تواند جهت تخمین پارامترهای مقاومت برشی خاک استفاده شود که منجر به کاهش تعداد آزمون‌های برش مستقیم و کاهش هزینه پروژه می‌شود. نتایج آزمون نفوذ استاندارد اصلاح شده به صورت گراف که تغییرات آن را در مقابل عمق نمایش می‌دهد برای هر سه گمانه در شکل ۴ نمایش داده شده است. در عمق ۶-۸ متر در هر سه گمانه مقدار N60 (نفوذ استاندارد اصلاح شده) افزایش پیدا کرده است و بیشترین مقدار N60 در این محدوده در هر سه گمانه مشاهده می‌شود. دامنه تغییرات N60، در این عمق از ۲۳ تا ۳۵ است. بیشترین مقدار آن مربوط به گمانه BH3 و کمترین مقدار آن مربوط به گمانه BH1 است. با توجه به لاگ گمانه‌ها در این عمق در گمانه BH1: رس، گمانه BH2: کنگلومرا و در

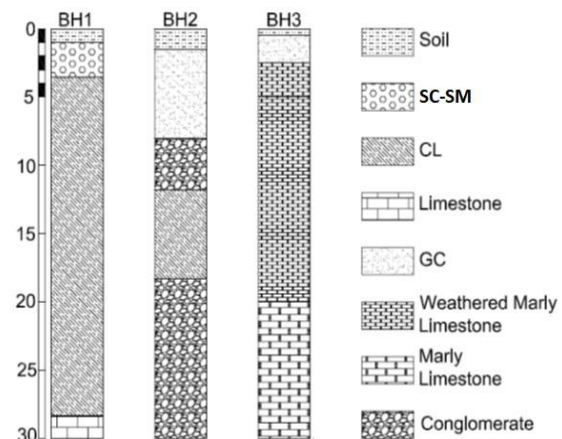
موقعیت آن‌ها مشخص گردیده است. حین عملیات حفاری از لایه‌های مختلف نمونه‌های دست خورده و دست نخورده برای انجام آزمایش‌های مورد لزوم (همچون آزمایش نفوذ استاندارد، آزمون دانه‌بندی، آزمون تعیین حدود اتربرگ، تعیین وزن مخصوص طبیعی خاک، تعیین رطوبت طبیعی خاک، آزمون برش مستقیم خاک، آزمون تحکیم خاک، آزمون تعیین درصد سولفات و کلر خاک) تهیه شده است. لاگ گمانه‌های حفاری شده در شکل ۳ نمایش داده شده است. همانگونه که مشخص است، متراژ ابتدایی هر سه گمانه حفاری شده را خاک دستی تشکیل می‌دهد که از ۰/۵ تا ۱/۵ متر متغیر است و در شکل ۳ با اندیس Soil نمایش داده شده است. بیشترین ضخامت خاک مربوط به گمانه BH2 و کمترین ضخامت مربوط به گمانه BH3 است. اندیس SC-SM شامل سیلت رس‌دار همراه با ماسه و گراول است. بخش عمده گمانه BH1 از رس تشکیل شده است که با اندیس CL در شکل نمایش داده شده است. رس همراه با سیلت و گراول بوده و با افزایش عمق درصد ذرات دانه درشت افزایش پیدا می‌کند. سنگ آهک هوازده متراژ پایانی گمانه BH1 را تشکیل می‌دهد. خاک مشاهده شده در گمانه BH2 در مقایسه با گمانه BH1 دانه درشت‌تر بوده و فراوانی کنگلومرا در این گمانه قابل توجه است. اندیس GC نماینده گراول رس‌دار است. بخش عمده گمانه BH3 از سنگ آهک ماری تشکیل شده است که با افزایش عمق میزان هوازدگی آن کاهش پیدا می‌کند.

جدول ۱- مختصات جغرافیایی گمانه‌های مورد مطالعه

| شماره گمانه | طول جغرافیایی (UTM) | عرض جغرافیایی (UTM) |
|-------------|---------------------|---------------------|
| BH1         | 489813              | 3534833             |
| BH2         | 489879              | 3534670             |
| BH3         | 489580              | 3534769             |



شکل ۲- موقعیت گمانه‌های حفر شده در منطقه



شکل ۳- لاگ گمانه‌های BH1 الی BH3

### بررسی خصوصیات فیزیکی - مکانیکی لایه‌های خاک و دانه

#### بندی و رده بندی مهندسی آن

نمونه‌های اخذ شده از محل گمانه‌ها پس از دانه‌بندی، هیدرومتری و تعیین حدود اتیربرگ بر اساس استاندارد ASTM: D421,422 رده بندی شده‌اند. در جدول ۲ نتایج حاصل از برآورد دانسیته و درصد رطوبت طبیعی نمونه‌های خاک در آزمایشگاه، آورده شده است. واضح است که میزان رطوبت خاک با افزایش عمق افزایش پیدا می‌کند که علت آن بالا بودن سطح ایستایی در منطقه با توجه به وجود دریاچه سد چغاخور است. دامنه تغییرات چگالی طبیعی محدود و در بازه ۱/۹۲ تا ۱/۹۹ تغییر می‌کند و به طور متوسط برابر با  $1/96 \text{ g/cm}^3$  است. به منظور تعیین ویژگی‌های شیمیایی خاک شامل مقادیر کلر و سولفات، آزمایشات مورد نظر انجام و نتایج حاصل در جدول ۳ ارائه شده است. تغییرات مقادیر کلر و سولفات در خاک مستقل از عمق بوده و ارتباطی میان عمق و مقادیر کلر و سولفات وجود ندارد. مقدار متوسط کلرور  $0.053$  در صد و مقدار متوسط سولفات  $0.134$  در صد است. خاک‌های منطقه PH بازی دارند و مقدار PH با افزایش عمق افزایش جزئی داشته و از  $7/87$  تا  $8/12$  تغییر می‌کند. مقدار متوسط PH خاک‌های منطقه  $7/98$  است.

جدول ۲- دامنه تغییرات دانسیته و رطوبت در گمانه های حفر شده

| شماره گمانه | عمق نمونه (m) | رطوبت (%) | دانسیته طبیعی ( $\text{gr/cm}^3$ ) |
|-------------|---------------|-----------|------------------------------------|
| BH1         | ۲-۰           | ۱۳/۵۲     | ۱/۹۴                               |
| BH1         | ۸-۶           | ۲۳/۲۱     | ۱/۹۶                               |
| BH2         | ۶-۴           | ۱۷/۳۵     | ۱/۹۲                               |
| BH2         | ۲۰-۱۸         | ۲۲/۱۲     | ۱/۹۸                               |
| BH3         | ۱۲-۱۰         | ۲۱/۷۸     | ۱/۹۶                               |
| BH3         | ۲۶-۲۴         | ۲۳/۴۵     | ۱/۹۹                               |

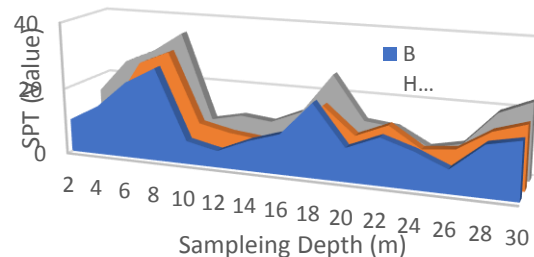
جدول ۳- درصد مواد محلول در خاک در گمانه های حفاری شده

| شماره گمانه | عمق نمونه (m) | کلرور (%) | سولفات (%) | PH   |
|-------------|---------------|-----------|------------|------|
| BH1         | ۴-۰           | ۰/۰۵۱۷    | ۰/۱۲۱      | ۷/۸۷ |
| BH2         | ۸-۴           | ۰/۰۲۱۶    | ۰/۱۹۵      | ۷/۹۵ |
| BH3         | ۱۲-۸          | ۰/۰۸۷۱    | ۰/۰۸۷      | ۸/۱۲ |

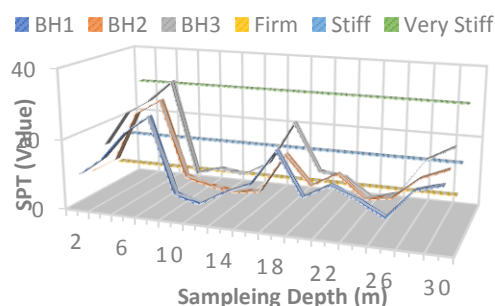
#### مقاومت برشی خاک

مقاومت برشی خاک، مقاومت داخلی در واحد سطح آن است که خاک در مقابل گسیختگی و لغزش در امتداد یک صفحه از خود نشان می‌دهد. مقاومت برشی عمده‌ترین عامل در تعیین رفتار خاک در مسائل پایداری از قبیل باربری و پایداری شیب‌ها و فشار افقی موثر بر روی سازه‌های نگهدارنده (دیوار حائل) خاک می‌باشد. به منظور بدست آوردن مقاومت برشی خاک، آزمون برش مستقیم بر روی نمونه خاک حاصل از حفر گمانه صورت گرفت و نتایج ذیل حاصل شده است (جدول ۴). خروجی آزمون برش مستقیم مقدار چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی است که بر اساس مقاومت برشی خاک و سطح نیروی نرمال اعمال شده بر روی خاک ارزیابی می‌شود. تغییرات چسبندگی خاک از  $0/12$  تا  $0/17 \text{ kg/cm}^2$  با مقدار متوسط  $0/14 \text{ kg/cm}^2$  و تغییرات زاویه اصطکاک داخلی  $32-22$  درجه با مقدار متوسط  $28$  درجه است. مدول الاستیک و ضریب پواسون نیز برای هر گمانه محاسبه و در جدول ۴ نمایش داده شده است.

گمانه BH3: آهک مارنی هوازده قرار دارد که افزایش تغییرات N60 را از گمانه BH1 تا BH3 توجه می‌کند. دلیل بالا بودن N60 در این عمق، در مقایسه با اعماق بیشتر را باید در شرایط ژنز خاک در این عمق برای هر سه گمانه جستجو کرد که ممکن است ناشی از کلسیتی شدن خاک در این عمق برای هر سه گمانه باشد. پیک بعدی N60 در عمق ۱۸ متری گمانه‌ها مشاهده می‌شود. مقدار N60 در این عمق از ۱۹ تا ۲۶ متغیر است. پیک سوم N60 در عمق ۲۸ الی ۳۰ متری گمانه‌ها مشاهده می‌شود. دامنه تغییرات آن کمتر از پیک دوم و در بازه ۱۷ الی ۲۳ قرار دارد. بیشترین مقدار آن مربوط به گمانه BH3 و کمترین آن مربوط به گمانه BH1 است. در شرایط معمول و برای یک نوع خاک انتظار می‌رود که با افزایش عمق به دلیل افزایش سطح تنش‌های برجا خاک متراکم‌تر شده و مقدار N60 افزایش پیدا کند. تغییرات N60 به صورتی که در شکل ۵ نمایش داده شده است، می‌تواند ناشی از تغییرات نوع خاک و شرایط ژنز آن باشد. میزان استحکام خاک بر اساس N60 و طبقه‌بندی ارائه شده توسط بل (۲۰۰۷) انجام شده و در شکل ۵ نمایش داده شده است. کمترین استحکام خاک در عمق ۱۰ الی ۱۲ متری و عمق ۲۶ متری هر سه گمانه مشاهده می‌شود. در این اعماق خاک در رده با استحکام متوسط (Firm) قرار می‌گیرد. هر چند استحکام خاک در گمانه BH3 بیش از دو گمانه دیگر است. بیش از ۵۰ درصد خاک هر سه گمانه در رده خاک مقاوم (Stiff) قرار دارد. در این رده نفوذ استاندارد اصلاح شده در بازه ۸-۱۵ تغییر می‌کند و مقاومت فشاری زهکش نشده در بازه ۷۵ تا ۱۵۰ کیلوپاسکال پیشنهاد می‌شود. حدود ۳۰ درصد از خاک هر سه گمانه در رده خیلی سخت (Very Stiff) قرار دارد. بازه تغییرات N60، ۱۵ الی ۳۰ و مقاومت فشاری زهکش نشده ۱۵۰ تا ۳۰۰ کیلوپاسکال پیشنهاد می‌شود. تنها در گمانه BH3 و در عمق ۸ متر مقدار N60 بیش از ۳۰ گزارش شده است.



شکل ۴: تغییرات نفوذ استاندارد اصلاح شده در مقابل عمق برای گمانه‌های BH1 الی BH3



شکل ۵: طبقه‌بندی استحکام خاک بر اساس طبقه‌بندی بل (۲۰۰۷)



### تحکیم پذیری خاک

روبنمونه خاک زیر پی انجام گردید، که نتایج آن به شرح جدول ۵ می باشد. با توجه به چگالی خشک و چگالی طبیعی و میزان تخلخل نمونه که در جدول ۵ نمایش داده شده است، میزان اشباع خاک‌های منطقه به طور متوسط ۶۱ درصد است.

تحکیم عبارت است از کاهش تدریجی حجم یک خاک اشباع با نفوذپذیری کم در اثر زهکشی بخشی از آب حفره‌های آن. از این رو به منظور بررسی وضعیت نشست پذیری خاک، آزمایش تحکیم بر

جدول ۴- مقادیر پارامترهای مقاومتی خاک

| داده های به کار رفته در طراحی | واحد       | BH1  | BH2  | BH3  | مقیاس |
|-------------------------------|------------|------|------|------|-------|
| وزن مخصوص خاک بالای پی        | $\gamma_t$ | ۱/۹۸ | ۲/۰۷ | ۲/۱۲ | ۲/۰۶  |
| وزن مخصوص خاک زیر پی          | $\gamma_t$ | ۱/۹۴ | ۲/۰۷ | ۲/۱۲ | ۲/۰۴  |
| پارامترهای موهر - کولمب       | C          | ۰/۱۷ | ۰/۱۳ | ۰/۱۲ | ۰/۱۴  |
|                               | $\phi$     | ۲۲   | ۳۱   | ۳۲   | ۲۸    |
| عوامل دگرشکلی پذیری           | $E_s$      | ۱۵۰  | ۲۲۰  | ۲۶۰  | ۲۱۰   |
|                               | Nu         | -    | ۰/۳  | ۰/۳  | ۳۲    |

جدول ۵- نتایج حاصل از آزمون تحکیم

| شماره گمانه | Depth (m) | W%    | Gs   | $\gamma_{wet}$ (gr/cm <sup>3</sup> ) | $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) | e0    | Cc    | Cs   | S % | n     |
|-------------|-----------|-------|------|--------------------------------------|----------------------------------|-------|-------|------|-----|-------|
| BH1         | ۴-۶       | ۲۲/۶۲ | ۲/۶۶ | ۱/۹۲                                 | ۱/۵۶                             | ۰/۶۹۷ | ۰/۲۱۳ | ۰/۰۳ | ۶۱  | ۰/۵۸۹ |
| BH2         | ۸-۱۰      | ۲۲/۹۸ | ۲/۶۵ | ۱/۹۱                                 | ۱/۵۵                             | ۰/۷۰۵ | ۰/۲۷۴ | ۰/۰۷ | ۶۱  | ۰/۵۸۶ |
| BH3         | ۱۲-۱۴     | ۲۲/۸۶ | ۲/۶۵ | ۱/۹۰                                 | ۱/۵۵                             | ۰/۷۰۹ | ۰/۳۱۸ | ۰/۰۳ | ۶۰  | ۰/۵۸۸ |

### ظرفیت باربری

باربری زمین به گونه‌ای تعیین میشود که گسیختگی برشی در خاک رخ ندهد و توانایی تحمل بارهای ناشی از سازه مهندسی روی خود را داشته باشد و نیز نشست ایجاد شده از نشست مجاز بیشتر نگردد. تأمین باربری مورد نیاز، بخصوص با توجه به توسعه و پیشرفتهای صورت گرفته در زندگی بشر، یکی از چالشهای مهندسان ژئوتکنیک است که راهکارهای مختلفی برای آن ارائه شده است (برای مثال طاحونی، ۱۳۸۸، یانگ و همکاران، ۲۰۱۶، چاودا و دوداگودار، ۲۰۱۹، ایندراراتنا و همکاران، ۲۰۲۰). گسیختگی برشی خاک میتواند به تغییر شکل شدید سازه و حتی فروریزی منجر گردد. نشستهای بیش از حد ممکن است به آسیب دیدگی سازه‌های اسکلت ساختمان، مشکلاتی همچون گیر کردن درها و پنجره‌ها، ترک خوردگی کاشیکاری و اندود گچ و فرسایش شدید یا خرابی تجهیزات در اثر ناراستایی ناشی از نشستهای پی منجر گردد در این پژوهش، ظرفیت باربری خاک بر اساس رابطه پیشنهاد شده توسط میرهوف (۱۹۶۳) (رابطه ۲) محاسبه شده است. با توجه به لاگ گمانه‌های نمایش داده شده در شکل ۳، ضخامت خاک دستی در منطقه از ۰/۵ تا ۱/۵ متر متغیر است. لذا در محاسبه ظرفیت باربری میزان سربار موثر از ۱ الی ۳ متر با دامنه تغییرات یک متر لحاظ شده است. واضح است با افزایش میزان سربار موثر ظرفیت باربری پی افزایش پیدا می‌کند. نسبت طول به عرض پی ۱:۱، ۲:۱، ۵:۱ و ۱۰:۱ لحاظ شده است و دامنه تغییرات عرض پی ۱ الی ۴ متر با دامنه تغییرات یک متر لحاظ شده است. ظرفیت باربری نهایی محاسبه شده برای رویارهای موثر یک الی سه متر که بر اساس مقادیر متوسط پارامترهای مقاومت برشی (جدول ۴) محاسبه شده است، در شکل ۶ نمایش داده شده است. به منظور ارزیابی ظرفیت باربری مجاز، ظرفیت باربری نهایی باید بر ضریب ایمنی که در این تحقیق ۳ لحاظ شده است تقسیم شود.

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} \quad (2)$$

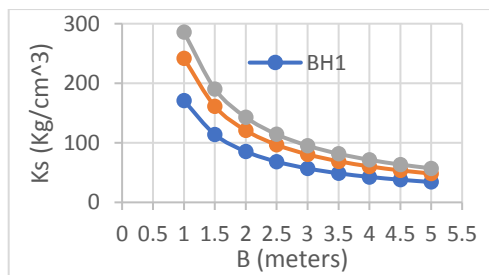
با توجه  $N_q$  ضرایب مربوط به باربری،  $N_\gamma$  و  $N_c$  که در آن: و زاویه  $N_q$  با توجه به  $N_\gamma$  و  $N_c$  به زاویه اصطکاک داخلی، ضرایب مربوط  $F_{cs}$ ،  $F_{qs}$  و  $F_{\gamma s}$  اصطکاک داخلی ارزیابی می‌شوند.  $F_{ci}$ ،  $F_{qi}$  ضرایب مربوط به عمق و  $F_{qd}$  و  $F_{\gamma d}$  به شکل،  $c$  ضرایب مربوط به راستای بار اعمالی بر روی پی است.  $\gamma$  و  $\gamma_i$  چگالی سربار است. با  $\gamma$  عرض پی و  $B$  سربار موثر،  $q$  چسبندگی، افزایش نسبت طول به عرض پی، ظرفیت باربری پی کاهش پیدا می‌کند و در نهایت به یک مقدار ثابت همگرا می‌شود که مستقل از نسبت طول به عرض پی است. همانگونه که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، هرچه عرض پی بیشتر و روباره موثر کمتر باشد، با افزایش نسبت طول به عرض پی، ظرفیت باربری سریعتر به یک مقدار ثابت همگرا شده و مستقل از نسبت طول به عرض پی است. با افزایش عرض پی ظرفیت باربری کمیته (مستقل از نسبت طول به عرض پی) به صورت غیرخطی افزایش پیدا می‌کند. به عنوان مثال در روباره موثر یک متر با افزایش عرض پی از یک به دو متر ظرفیت باربری کمیته تنها ۳ درصد افزایش پیدا می‌کند و با افزایش عرض پی تا ۴ متر ظرفیت باربری ۲۷ درصد افزایش دارد، بیشترین افزایش ظرفیت باربری در روباره موثر ۱ متر مربوط به عرض‌های ۳ و ۴ متر از پی است. همانگونه که در شکل‌های ۶-ب و ۶-ج مشاهده می‌شود، روند تغییرات ظرفیت باربری کمیته پی با افزایش عرض پی با تغییرات روباره موثر تغییر می‌کند. به عنوان مثال در روباره دو متر بیشترین تغییرات ظرفیت

### ضریب واکنش بستر در حالت الاستیک:

ضریب عکس العمل بستر ( $K_S$ ) رابطه‌ای مفهومی بین فشار خاک و تغییر شکل است که به طور وسیعی در تحلیل سازه اعضای فونداسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع، در مسائل اندرکنش فونداسیون-خاک، توسط مدل‌های بستر، رابطه بین بار وارده و نشست‌های حاصل از آن به صورت ساده‌تر و با بیان ریاضی مطرح می‌شود (آهی و حداد، ۱۳۹۴). ترزاقی (۱۹۹۵) نشان داد که  $K_S$  جزو مشخصات خاک نبوده و وابسته به مشخصات الاستیک خاک از قبیل مدول الاستیسیته و نسبت پواسون، مشخصات هندسی سیستم منتقل کننده بار و نوع بار وارده است. روش‌های تعیین ضریب عکس العمل بستر عبارتند از: روش‌های درجا مانند آزمایش بارگذاری صفحه، آزمون نفوذ استاندارد و آزمون پرسیمتری که به کمک این قبیل آزمایش‌ها می‌توان به صورت مستقیم یا غیرمستقیم سختی خاک و  $K_S$  را برآورد نمود (ضیایی موید و نائینی، ۲۰۰۶، عبدالسلامی، ۲۰۱۳). در این مقاله، مقدار ضریب واکنش بستر با توجه به مدول الاستیک، ضریب پواسون و عرض پی با استفاده از رابطه ۳ قابل ارزیابی است (باولز، ۱۹۹۷).

$$K_S = \frac{E_S}{B * (1 - \nu^2)} \quad (3)$$

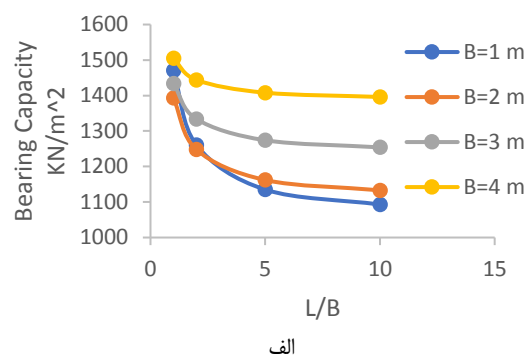
که در آن  $B$ ، عرض پی،  $E_S$ ، مدول الاستیک و  $\nu$  ضریب پواسون است. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۴ برای مدول الاستیک و ضریب پواسون، ضریب واکنش بستر برای گمانه‌های BH1، BH2 و BH3 با توجه به تغییرات عرض پی محاسبه و در شکل ۷ نمایش داده شده است. بیشترین ضریب واکنش بستر مربوط به گمانه BH3 و کمترین ضریب واکنش بستر در گمانه BH1 مشاهده می‌شود. دامنه تغییرات ضریب واکنش بستر ۳۴ تا ۲۸۶  $\text{kg/cm}^3$  و مقدار متوسط آن ۱۰۰  $\text{kg/cm}^3$  است.



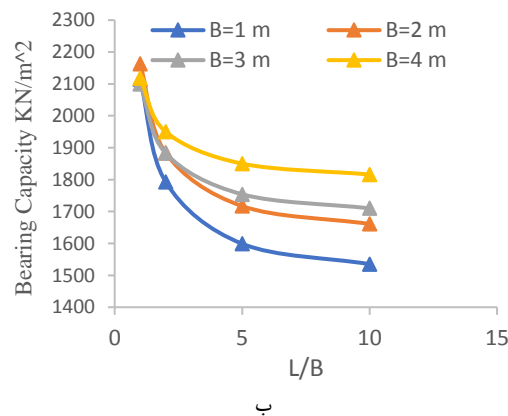
شکل ۷: تغییرات ضریب واکنش بستر با توجه به عرض پی

با فرض اینکه میزان بار اعمال شده از یک ساختمان دو طبقه ۱۵ کیلونیوتن بر متر مربع باشد که ۱۰ کیلونیوتن آن بار مرده و ۵ کیلونیوتن آن بار زنده است. با فرض استفاده از پی نواری که سطح مقطع آن ۱۰ درصد مساحت سازه باشد مقدار بار اعمال شده ۱۵۰ کیلونیوتن بر مترمربع خواهد بود. با توجه به مقدار متوسط ضریب واکنش بستر ۱ مگانیوتن بر مترمکعب، میزان نشست پی ساختمان در این شرایط حدود ۰/۱۵ میلی‌متر خواهد بود.

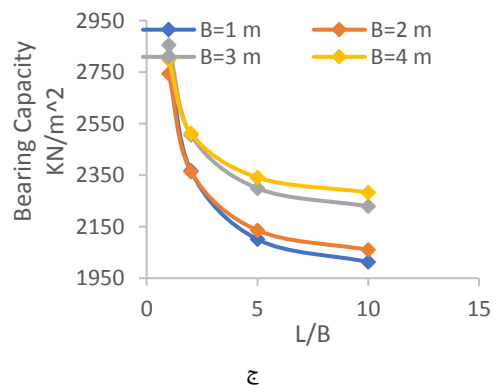
باربری کمینه مربوط به حالتی است که عرض پی از یک متر به دو متر افزایش پیدا می‌کند و در روباره سه متر بیشترین تغییرات مربوط به ظرفیت باربری کمینه با تغییر عرض پی از دو تا سه متر مشاهده می‌شود. دامنه تغییرات ظرفیت باربری پی در روباره‌های ۱، ۲ و سه متر به ترتیب ۱۱۰۰-۱۵۳۰، ۱۵۳۰-۲۱۶۰ و ۲۱۶۰-۲۸۵۰ کیلوپاسگال است. مقدار متوسط ظرفیت باربری با افزایش سربار موثر از یک تا دو متر ۰/۴۷ درصد و هنگامی که سربار موثر از دو تا سه متر افزایش پیدا می‌کند مقدار ظرفیت باربری موثر ۰/۳۲ افزایش داشته است که بیانگر ارتباط مستقیم غیرخطی سربار موثر و ظرفیت باربری پی است. به عبارت دیگر با افزایش سربار موثر نرخ افزایش ظرفیت باربری پی کاهش و در نهایت به یک مقدار بیشینه و مستقل از افزایش روباره محدود می‌شود. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر عمق سطح ایستابی بیش از سی متر است و هیچ قسمتی از سطح شکست را در بر نمی‌گیرد، نیازی به اصلاح ظرفیت باربری با توجه به عمق سطح ایستابی نیست.



الف



ب



ج

شکل ۶: ظرفیت باربری پی، الف: روباره موثر یک متر، ب: روباره موثر دو متر، ج: روباره موثر سه متر

#### ۴- نتیجه گیری

مقدار متوسط آن ۱/۹۶ کیلوگرم بر مترمکعب است. تغییرات مقادیر کلر و فسفات مستقل از عمق بوده و به طور متوسط ۰/۰۵۳ و ۰/۱۳۴ درصد است. چسبندگی خاک به طور متوسط ۱۴ کیلوپاسگال و مقدار متوسط زاویه اصطکاک داخلی ۲۸ درجه است و ضریب تحکیم به طور متوسط ۰/۲۳۵ است. ظرفیت باربری پی با توجه به مقادیر متوسط چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی برای سرباره‌های موثر ۱ الی ۳ متر، تغییرات عرض پی از ۱ الی ۴ متر، و نسبت طول به عرض پی از ۱ الی ۱۰ متر با استفاده از رابطه پیشنهادی مایرهورف مورد ارزیابی قرار گرفت. کمینه ظرفیت باربری ۱۱۰۰ و بیشینه ظرفیت باربری ۲۸۵۰ کیلوپاسگال ارزیابی شد. ضریب واکنش بستر با توجه به تغییرات عرض پی از ۱ الی ۵ متر در بازه ۳۴ الی ۲۸۶ با مقدار متوسط ۱۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مکعب قرار دارد. کمینه مقدار ۱۱۰۰ کیلو نیوتن بر مترمربع برای ظرفیت باربری پی، قرارگیری بخش عمده خاک منطقه در رده مقاوم، پایین بودن سطح ایستابی، مسطح بودن منطقه مورد بررسی و نبود پتانسیل زمین لغزش به تبع آن، سهولت دسترسی به منطقه و در دسترس بودن منابع آب و انرژی، شمال دریاچه چغاخور به منطقه‌ای با پتانسیل جهت احداث دهکده توریستی تبدیل کرده است.

محل مورد مطالعه بر روی رسوبات آبرفتی جوان دامنه کوه قرار دارد. این رسوبات عمدتاً ریزدانه و دارای نفوذپذیری کم تا متوسط می‌باشند. ضخامت خاک دستی در محدوده ۰/۵ تا ۱/۵ متر متغیر است، سطح ایستابی در عمقی بیش از ۳۰ متر واقع شده و در صد اشباع خاک‌های منطقه به طور متوسط ۶۱ درصد است. بخش عمده سنگ پی منطقه مورد مطالعه را آهک، آهک مارنی و مارن آهکی هوازده تشکیل داده است. با توجه به نتایج آزمون نفوذ استاندارد، بیشترین مقادیر نفوذ استاندارد در عمق ۶-۸ متری هر سه گمانه مشاهده می‌شود، که می‌تواند ناشی از ژنر خاک در عمق مورد نظر باشد. در عمق ۱۸ متری و ۲۸ متری نیز مقادیر نفوذ استاندارد برای هر سه گمانه افزایش داشته است. نکته قابل توجه، توالی بیک‌های نفوذ استاندارد با دامنه ۱۰ متر است که بیانگر تغییرات در ژنر رسوب‌گذاری در دامنه‌های زمانی معادل با ۱۰ متر رسوب‌گذاری است که می‌تواند ناشی از تغییرات اقلیمی در بازه‌های زمانی مورد اشاره باشد. بر اساس طبقه‌بندی بل بیش از ۵۰ درصد خاک منطقه در رده مقاوم و ۳۰ درصد آن در رده خیلی سخت قرار دارد. خاک منطقه دارای PH بازی، تغییرات چگالی محدود و

#### منابع

- ابراهیمی ع، فتحی، پ، اسماعیلی، ع، متقی، ا. ۱۳۹۲. بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی رسوبات تالاب چغاخور. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۸۲، سال بیست و دوم، ص ۱۲-۱
- آقائاتی، ع. ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، ۵۸۶ ص.
- امینی آهی، ر، حداد، ع (۱۳۹۴) پیش بینی ضریب عکس العمل بستر با استفاده از سختی برشی در کرنش‌های کوچک. مجله علمی پژوهشی امیر کبیر- مهندسی عمران و محیط زیست. شماره ۲. سال چهل و هفت، ص ۶۷-۷۹.
- جمشیدی، خ، قمیسی، آ، حدادان، م، ۱۹۹۶، برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی اردل، سازمان زمین شناسی کشور.
- طاحونی، ش. ۱۳۸۸. تحلیل سازه‌ها (روش کلاسیک و ماتریسی)، انتشارات جهاددانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۱۳ ص.
- علی بیگی، ح، میرزایی، ر، زمانی احمدحمودی، ر. ۱۳۹۶. بررسی غلظت فلزات سنگین در رسوبات سطحی تالاب چغاخور. محیط شناسی، شماره ۴۳، سال یکم، ص ۱۴۹-۱۶۱.
- علیزاده مجد، ع. و دبیری، ر. ۱۳۹۷، آسیب شناسی ژئوتکنیکی کوی فرشته تبریز. فصلنامه علمی- تخصصی / رویکردهای نوین در مهندسی عمران، شماره ۱، دوره دوم، ص ۱۴-۳۲.
- فتحی، پ، ابراهیمی، ع، میرغفاری، ن، اسماعیلی، ع. ر. ۱۳۹۴. بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب تالاب چغاخور با استفاده از شاخص کیفی آب (WQI). مجله بوم‌شناسی آریزان، شماره ۵، سال سوم، ص ۴۱-۵۰.
- قائدپور، م، صادقی، س، وفا، ح. ۱۳۹۱. بررسی ساختاری تالاب چغاخور در بخش مرکزی استان چهارمحال و بختیاری. ششمین همایش ملی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور، کرمان.
- کدخداسینی، م؛ شامحمدی، ش، نوذری، ح، میرعباسی نجف‌آبادی، ر. ۱۳۹۷. بررسی تاثیر انتقال آب در تخصیص منابع آب سد چغاخور با استفاده از رویکرد پویایی سیستم. نشریه آبیاری و آب ایران، شماره ۲، سال نهم، ص ۶۵-۷۹.
- مطالعات منابع آب طرح انتقال آب سبز کوه به سد چغاخور. ۱۳۹۳. سازمان آب منطقه‌ای استان چهارمحال بختیاری. ص ۱۵۰
- ملک محمدی، ب، جهانی شکیب، ف، یآوری، ا. ۱۳۹۵. رده بندی هیدروژئومورفیک تالاب‌ها به منظور تعیین عملکردهای اکولوژیکی (مطالعه موردی: تالاب چغاخور). جغرافیا و برنامه ریزی، شماره ۵۶، سال بیستم، ص ۲۵۷-۲۷۴.
- مظاهری، ا، خزایی، ج، نجف‌پور، ح. ر. ۱۳۹۹. ارائه رابطه‌ای جدید و کاربردی جهت تعیین زاویه اصطکاک داخلی خاکهای درشت‌دانه با استفاده از نتایج آزمایش نفوذ استاندارد. نشریه مهندسی عمران و محیط زیست، شماره ۳، جلد ۵۰، ص ۸۳-۸۹.
- Abd Elsamee, W. N. 2013. An experimental study on the effect of foundation depth, size and shape on subgrade reaction of cohesionless soil, Engineering, 5, P.785-79.
- Bell, F.G. 2007. Engineering Geology, 2nd Edition, An Imprint of Elsevier, Butterworth-Heinemann, 593p.
- Borms B., Flodin, N (1988) History of soil penetration testing. Penetration Testing, ISOPT-1, Balkema, Rotterdam, 1, P.157-220.
- Bowels, J. E. 1997. Foundation analysis and design, Fifth Edition, McGraw-Hill Co., Inc., N.Y.

- Chavda, J.T., Dodagoudar, G.R. 2019. Finite elements evaluation of vertical bearing capacity factors  $N_c, N_q$  and  $N_{\gamma}$  for ring footings, Geotechnical and Geological Engineering, 37, P.741-754.
- Indraratna, B., Heitor, A., Vinod, J.S. 2020. Geotechnical problems and solutions, A Practical Perspective, London, 254p.
- Meyerhof, G.G. 1963. Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations. Canadian Geotechnical Journal, 1, P.16-26.
- Prasad S. K. (2018) Foundation Settlement. College of Engineering, Mysore [sjce.ac.in/wp-content/uploads](http://sjce.ac.in/wp-content/uploads).
- Terzaghi, K. V. 1995. Evaluation of coefficient of subgrade reaction, Geotechnique, 5, P. 297-326.
- Tucker, M. E. 2003. Sedimentary Rocks in the Field, 3rd ed. The Geological Field Guide Series.
- Yang, G.H., Huang, ZX, Jiang, Y., Zhang, Y.C. 2016. Double controlling method for determining bearing capacity of foundation soils. Rock Soil Mech, 37, P.232-242.
- Ziaie Moayed, R., Naeini, S. A. 2006. Evaluation of modulus of subgrade reaction ( $K_s$ ) in gravelly soils based on SPT results, IAEG2006, Paper No. 505.



## Geological studies and evaluation of the potential of Choghakhor region for the construction of a tourist village

Elahe Ziyae<sup>1</sup>, Farimah Ayati<sup>\*2</sup>, Maryam Ahankoub<sup>3</sup>

1-M.Sc., Geology Department, Payame Noor University, Iran

\*2,3-Geology Department, Payame Noor University, Iran

\*Email Address: f.ayati@pnu.ac.ir

### Abstract

Conducting geomechanical studies and examining the strength and type of soil before the construction of civil structures is one of the most important stages of studies in selecting the appropriate location for each geomechanical project. Geomechanical characteristics of soil are performed through surface and in-depth observations through borehole drilling, laboratory and on-site tests, and processing and interpretation of test results. In this research, the north of Choghakhor Lake has been studied in order to evaluate the potential of the region for the construction of a tourist village. In order to determine the type and thickness of soil and rock layers and to perform laboratory and on-site experiments, three boreholes were drilled. The test results show that the study site is located on young alluvial sediments of the mountainside, which is mainly a mixture of clay and silt with sand and some gravel. The depth of hand soil in the area varies from 0.5 to 1.5 meters and the level of the water table is located at a depth of more than 30 meters. Most of the standard penetration test values are observed at a depth of 6-8 m, which is due to the genesis and type of soil at a depth. According to Bell's proposed classification, more than 50% of the area's soil is in the hard category. According to the average values of adhesion and internal friction angle for drilled boreholes, the bearing capacity of strip foundation with a width of 1 to 4 meters, for three effective overhangs 1, 2 and 3 meters and length to width ratio of 1: 1 to 10: 1 it placed. The highest bearing capacity is P 2850 and the lowest is 1100 kPa. Changes in bed reaction coefficient, with changes in foundation width from 1 to 5 meters, are in the range of 34 to 286 kg / m<sup>3</sup> and with an average value of 100 kg / m<sup>3</sup>. The range of acceptable changes in the bearing capacity of Pi, the location of most of the soil in the region in the resistant category, low water table, flatness of the study area and the consequent lack of landslide potential, indicate the high potential north of Choghakhor Lake to build a tourist village.

### Introduction

Today, the progress of science in the construction of building structures is such that for the construction of residential areas, basic studies are carried out to identify the geological features of the area, because the study of soil bearing capacity for the construction of buildings is of particular importance. This is done with the help of environmental surveys and perceptions and their processing. Investigating factors such as the condition of soil, rock and groundwater layers, load-bearing capacity, subsidence of foundations and seismic potential of the area are among the issues that are important and necessary to decide on the selection of a suitable location for the construction of residential structures. To achieve this, studies have been carried out in the north of Choghakhor Lake, where a tourist village is to be built, in order to measure the potential of the region for the construction of structures.

### Methodology

The study area is geologically located in 1: 100000 Ardal sheet and in Choghakhor block. This area is located in the construction site of Choghakhor village located in Chaharmahal and Bakhtiari province, on the north shore of Choghakhor lake and 3 km southeast of Zordegan village. After conducting detailed studies on geological features and reviewing the study background, suitable areas for study, selection and field visit were performed. Following field visits, detailed outcrops in the sections were studied, followed by raw data collection using sampling methods (e.g. Tucker, 2003). Sampling in this study was performed systematically and by measuring the slope, length and thickness of the layers by compass and meter, complete information about their geological features and geographical location was collected. In order to determine the type and thickness of soil and rock layers as well as sampling for laboratory experiments; Three boreholes with a depth of 30 meters were predicted at the drilling site. During drilling operations from different layers of tampered and intact specimens to perform the necessary tests (such as standard penetration test, granulation test, etherberg boundary determination test, determination of natural soil specific gravity, determination of natural soil moisture, direct soil cutting test, Soil consolidation test, soil sulfate and chlorine test) were prepared.

**Conclusion**

The study site is located on young alluvial sediments. These sediments are mainly fine-grained and have low to medium permeability. The thickness of hand soil varies in the range of 0.5 to 1.5 meters, the water table is located at a depth of more than 30 meters and the saturation percentage of soils in the region is on average 61%. Most of the bedrock of the study area is limestone, marl limestone and aerated limestone marl. According to the results of standard penetration test, the maximum values of standard penetration are observed at a depth of 6-8 meters in all three boreholes, which can be due to soil genesis at the desired depth. At depths of 18 m and 28 m, the standard penetration values for all three boreholes have also increased. It is noteworthy that the sequence of standard infiltration peaks with a range of 10 meters indicates changes in the genesis of sedimentation in time ranges equivalent to 10 meters of sedimentation, which can be due to climate change in the mentioned time periods. According to the Bell classification, more than 50% of the area's soil is in the hardy category and 30% in the very hard category. The soil of the pH zone has limited density changes and its average value is 1.96 kg / m<sup>3</sup>. Changes in chlorine and phosphate values are independent of depth and are 0.053 and 0.134% on average, respectively. The average soil adhesion is 14 kPa and the average value of internal friction angle is 28 degrees and the average compaction coefficient is 0.235. The bearing capacity of the foundation is evaluated according to the average values of adhesion and internal friction angle for effective slugs of 1 to 3 meters, changes in the width of the foundation from 1 to 4 meters, and the ratio of length to width of the foundation from 1 to 10 meters. Took. The minimum load capacity was 1100 and the maximum load capacity was 2850 kPa. The reaction coefficient of the bed is in the range of 34 to 286 with an average value of 100 kg / cm<sup>3</sup> due to changes in the width of the foundation from 1 to 5 meters. Amplitude of acceptable changes in the bearing capacity of the foundation, placement of most of the soil in the area in the resistant category, low water level, flatness of the study area and consequent lack of landslide potential, ease of access to the area and availability of water and energy resources, north of the lake Choghakhor has become a potential area for the construction of a tourist village.

**Keywords:** Geomechanical Parameters, Subgrade Reaction Coefficient, Bearing Capacity, Choghakhor.