Archive of SID

دومین کنفرانس ملی مهندسی ژئوتکنیک ایران
کرمانشاه، ۹ و ۱۰ مهر ماه ۱۳۹۳

بررسی خصوصیات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی مسیر خط ۲ متروی تبریز

مصطفی صاحب خواجه[۱]، قدرت برزگری[۲]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر گروه زمین شناسی اهر- ایران

۲- دکتری زمین شناسی مهندسی

Saheb_bs68@yahoo.com

خلاصه

خط ۲ مترو تبریز، طولانی ترین خط مترو تبریز میباشد، این خط با طول کلی حدود ۲۲ کیلومتر به عنوان طولانی ترین مسیر ریلی قطار زیرزمینی شهر تبریز به صورت شرقی-غربی امتداد یافته است و چون تمام مسیر این خط به صورت تونل اجرا خواهد شد، لذا بررسی زمین شناسی مهندسی مسیر از اهمیت ویژه ای برخوردار است. زمین شناسی این مسیر در سمت غرب تا شهرک باغمیشه پوشیده از رسوبات آبرفتی بوده و در ادامه به سمت شرق به لایه های سنگی مارنی و رس‌سنگی و سیلتستون پوشیده شده است. تراز آب زیرزمینی از شرق به غرب کاهش پیدا کرده و نشانگر جریان آب زیرزمینی از شرق به سمت غرب بوده و این وضعیت تا حدودی منطبق با شیب دشت تبریز می‌باشد. در این مقاله به بررسی خصوصیات ژئوتکنیکی و زمین شناسی مهندسی مسیر قطار شهری پرداخته خواهد شد. و با پهنه بندی اطلاعات حاصل از گمانه های حفر شده در طول مسیر نسبت به بررسی تغییرات زمین شناسی و ژئوتکنیکی مسیر از دیدگاه حفاری تونل های شهری پرداخته خواهد شد.

کلمات کلیدی: خط ۲ مترو تبریز، تراز آب زیرزمینی، خصوصیات ژئوتکنیکی و زمین شناسی مهندسی

۱. مقدمه

امروزه ترافیک سنگین و مشکلات حمل و نقل شهری یکی از مهمترین مشکلات شهرهای بزرگ می‌باشد. به نظر می‌رسد که یکی از بهترین روشها در جهت کاهش این مشکلات استفاده از حمل و نقل زیرزمینی و تونلهای شهری می‌باشد. مطالعات ژئوتکنیک از عوامل مهم در تعیین نوع و شکل و هزینه ساخت تونل و حفاری‌های زیرزمینی می‌باشد[2]. به عبارت دیگر، مسیر، نوع، طراحی و ساخت تونل کاملا به شرایط زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی وابسته است. از آنجایی که اطلاعات مربوط به شرایط زمین در حین حفر تونل هیچ گاه کامل نمی‌باشد، تونل‌سازی کار دشواری می‌باشد. تخمین هزینه ساخت تونل نیز با توجه به پیچیدگیهای شرایط زمین، کار مشکلی است[3].

۲. بانک اطلاعاتی مورد استفاده

مطالعات ژئوتکنیک مرحله اول این خط شامل حفر ۵۳ گمانه ماشینی در محل ایستگاه‌ها و مابین آنها می‌باشد. علاوه بر این، ۱۵ چاهک دستی در محل ایستگاه‌ها حفاری شده است. موقعیت مسیر خط ۲ به همراه محل گمانه ها و چاهکهای حفاری شده مجاورت گمانه هاست است[1].

---

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد
[۲] استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه تبریز

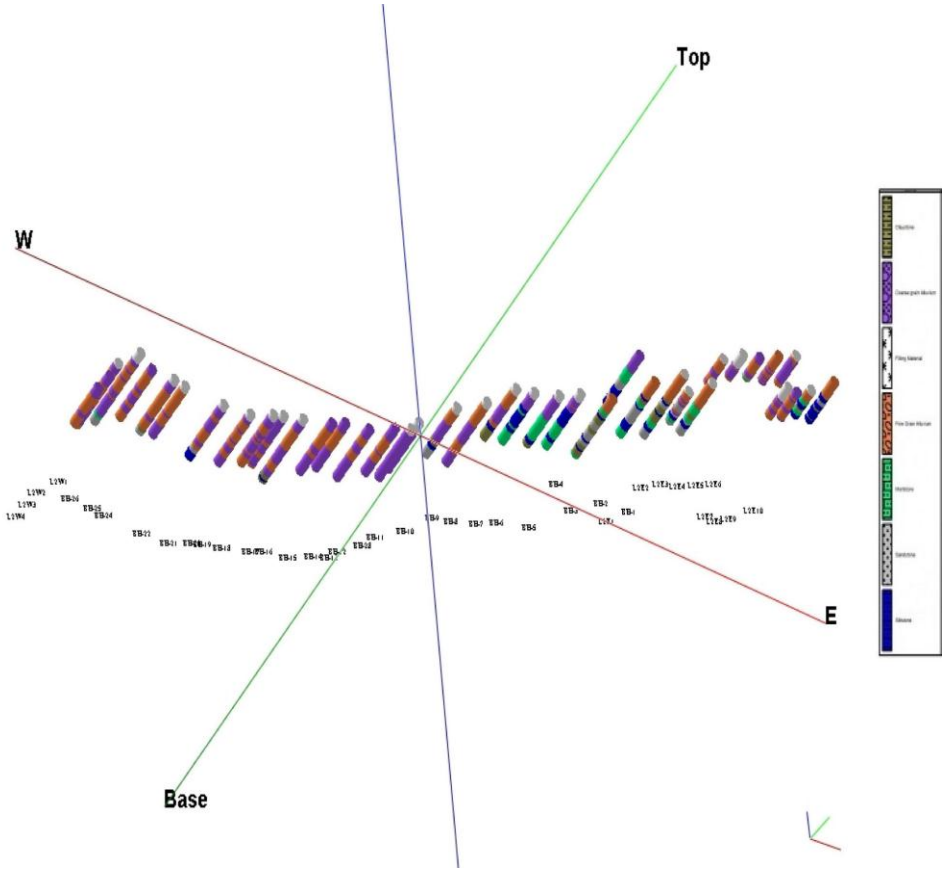
www.SID.ir

Archive of SID

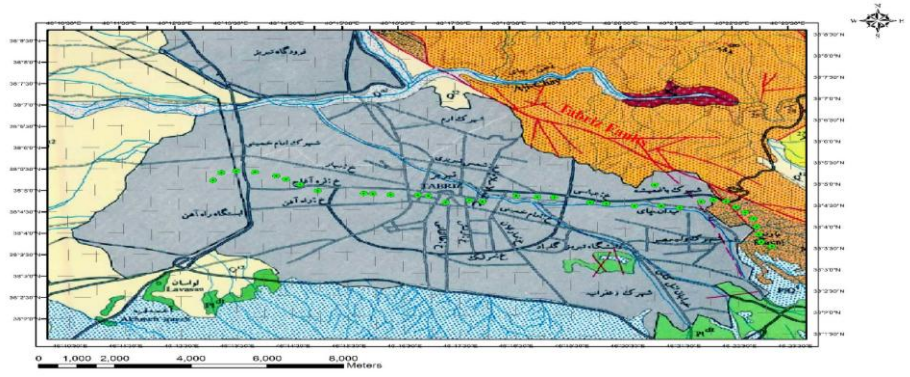
۳. بحث و بررسی

۳-۱- زمین شناسی عمومی منطقه

شهر تبریز از شمال با رشته کوههای شرقی- غربی عون‌ابن علی و از جنوب توسط بلندیهای نه چندان مرتفع که جنس آنها از رسوبات آبرفتی سخت شده و کنگلومرا است، محصور شده است. ارتفاعات شرقی- غربی مذکور باعث شده تا تبریز به صورت دشتی کشیده با امتداد شرقی- غربی درآید. شیب کلی دشت رو به سمت غرب بوده و در نتیجه جهت زهکشی عمومی آبهای سطحی و زیرسطحی نیز به سمت غرب است. ژئومورفولوژی منطقه حاصل تاثیر نیروهای تکتونیکی، فعالیت گسلها، چین‌ها و فرسایش می‌باشد. گسل شمال تبریز مرز بین کوه و دشت در شمال شهر تبریز را تشکیل می‌دهد[1]. در قسمتهای جنوبی شهر نیز گسل‌های متعدد کوچکی واقع شده است. فرسایش و رسوبگذاری به وسیله رودخانه‌ها نیز از عوامل مهمی هستند که در شکل‌دهی مورفولوژی منطقه نقش موثری داشته‌اند. از جمله رودخانه‌های مهم منطقه مهران‌رود (قوری‌چای) است که در حوالی پل قاری خط ۲ قطار شهری را قطع می‌کند.



شکل ۱: لیتولوژی در امتداد گمانه های حفر شده خط ۲ متروی تبریز



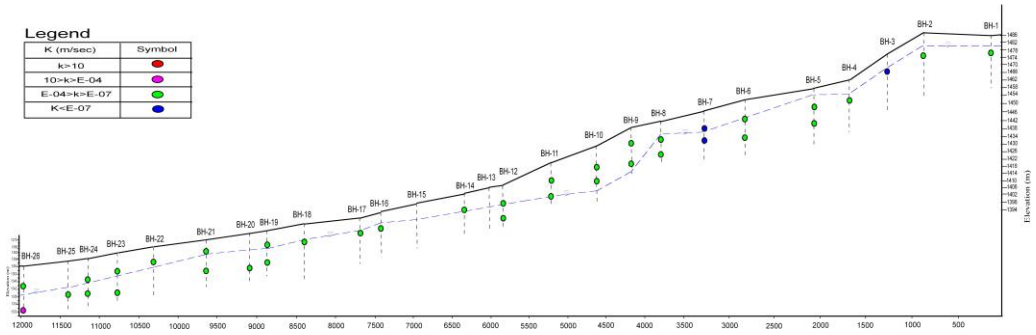
شکل ۲: مسیر تونل خط ۲ متروی تبریز و موقعیت گمانه های حفاری شده

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۲- سطح آب های زیر زمینی و نفوذپذیری

مطالعات بر روی گمانه های حفر شده نشان دهنده این است که تغییرات سطح آب زیرزمینی بعد از تثبیت زیاد نبوده و بالاترین سطح آب زیرزمینی مربوط به فصل بهار است. در مجموع عمق آب زیرزمینی بین ۲ تا بیش از ۳۰ متر دیده شده است. تراز آب زیرزمینی از شرق به غرب کاهش پیدا کرده و نشانگر جریان آب زیرزمینی از شرق به سمت غرب بوده و این وضعیت تا حدودی منطبق با شیب دشت تبریز می‌باشد.



شکل ۳: تغییرات سطح آب زیرزمینی و نفوذپذیری در امتداد گمانه های حفر شده خط ۲ متروی تبریز

۳-۳- تقسیم بندی مهندسی خاکها

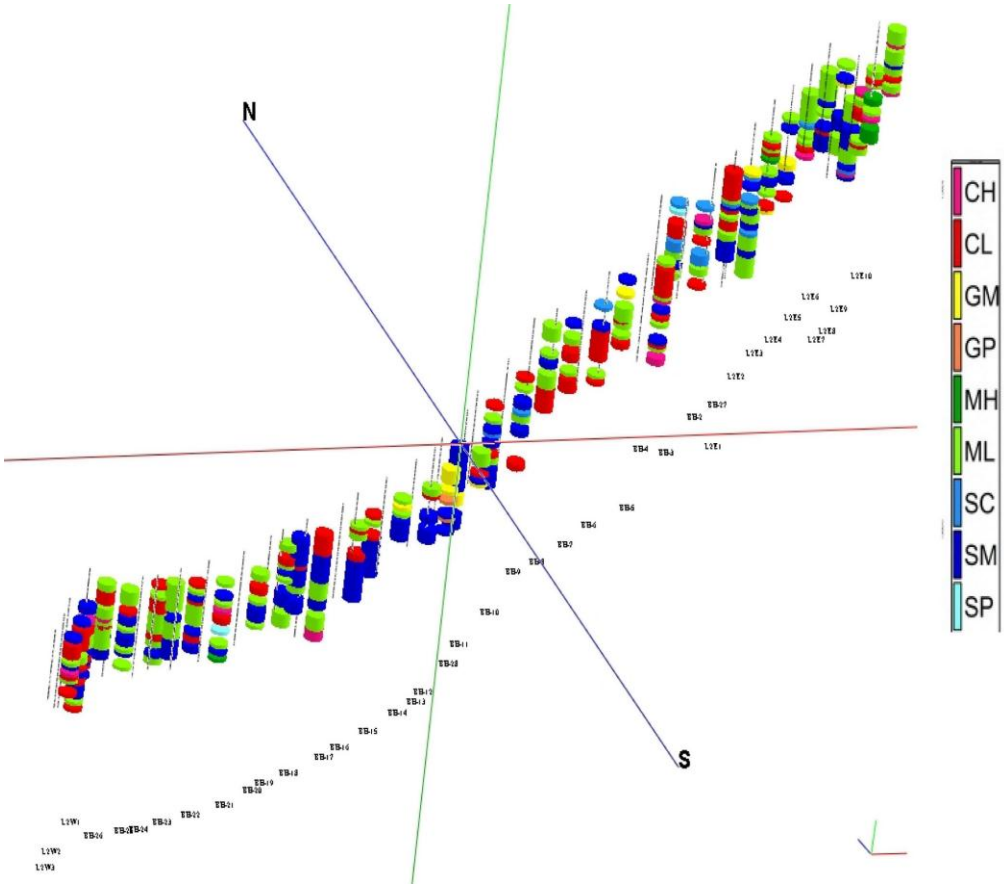
لایه‌های آبرفتی شامل دو بخش آبرفت درشت‌دانه و آبرفت ریزدانه می‌باشند. لایه‌های شبه‌سنگی عمدتاً در بخش توسعه شرقی در حد فاصل نمایشگاه بین‌المللی تبریز تا باغمیشه (گمانه‌های L_2E_9 تا L_2E_{19}) و همچنین در بخش اصلی حدفاصل میدان شهید فهمیده تا سر سیلاب (گمانه‌های BH-1 تا BH-9) شناسایی شده‌اند و در ادامه فقط در تعداد معدودی از گمانه‌ها در اعماق زیاد به این لایه‌های سخت شده برخورد شده است. از شهرک باغمیشه تا میدان شهید فهمیده در بخش توسعه شرقی (گمانه‌های L_2E_1 تا L_2E_9) تناوبی ار لایه‌های آبرفتی درشت‌دانه و ریزدانه مشاهده شده است. از سر سیلاب تا تقاطع بلوار جهاد (گمانه‌های BH-10 تا BH-20) عمدتاً از رسوبات درشت‌دانه تشکیل شده است که مسیر تونل از درون این رسوبات عبور می‌کند. با حرکت به سمت غرب به ضخامت رسوبات ریزدانه اضافه شده، به طوری که از تقاطع بلوار جهاد تا انتهای بخش توسعه غربی (گمانه‌های BH-21 تا L_2W_4) لایه-های زیرسطحی عمدتاً از رسوبات آبرفتی ریزدانه تشکیل شده است که در میان آنها میان لایه‌های نازکی از رسوبات درشت‌دانه نیز مشاهده شده است. رسوبات درشت‌دانه اغلب به صورت ماسه سیلت‌دار با طبقه‌بندی SM و رسوبات ریزدانه عمدتاً به صورت سیلت و رس با خاصیت خمیری کم و با طبقه‌بندی CL و ML شناسایی شده‌اند.

۳-٤- آزمایش نفوذ استاندارد

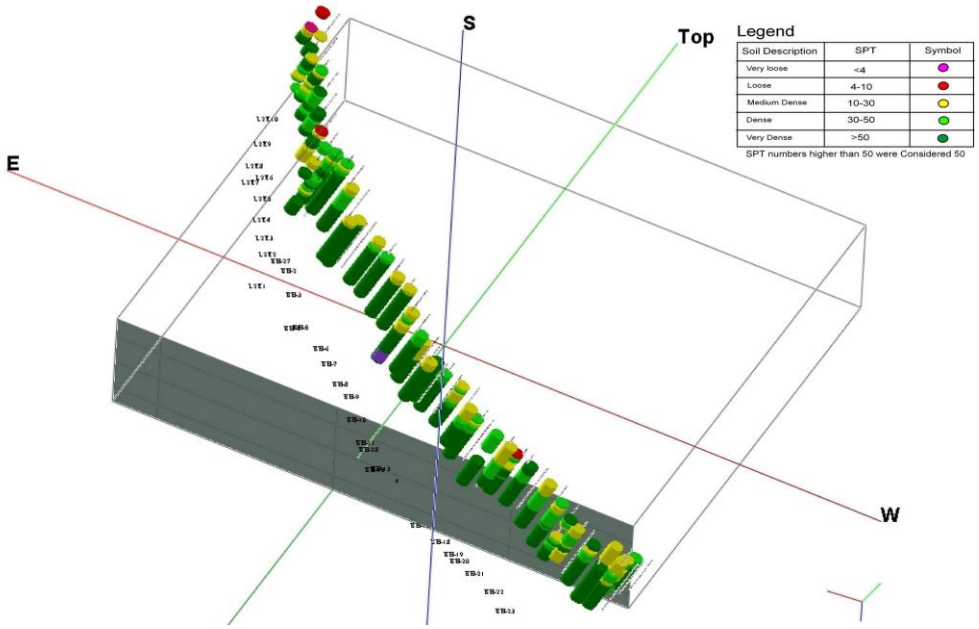
طبق مطالعات صورت گرفته بروی گمانه های حفر شده مشاهده می‌شود، با افزایش عمق عموماً تعداد ضربات SPT افزایش می‌یابد. به طوری که در اکثرگمانه‌ها از عمق حدود ۲۴ متری به پایین، تعداد ضربات بیش از ۵۰ ضربه بدست آمده است[4]. با توجه به توصیف کیفی خاک‌ها مشاهده می-شود که خاک مسیر عمدتاً دارای تراکم و سختی متوسط تا خیلی بالا می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤: طبقه بندی مهندسی خاکها در امتداد گمانه های حفر شده خط ۲ متروی تبریز



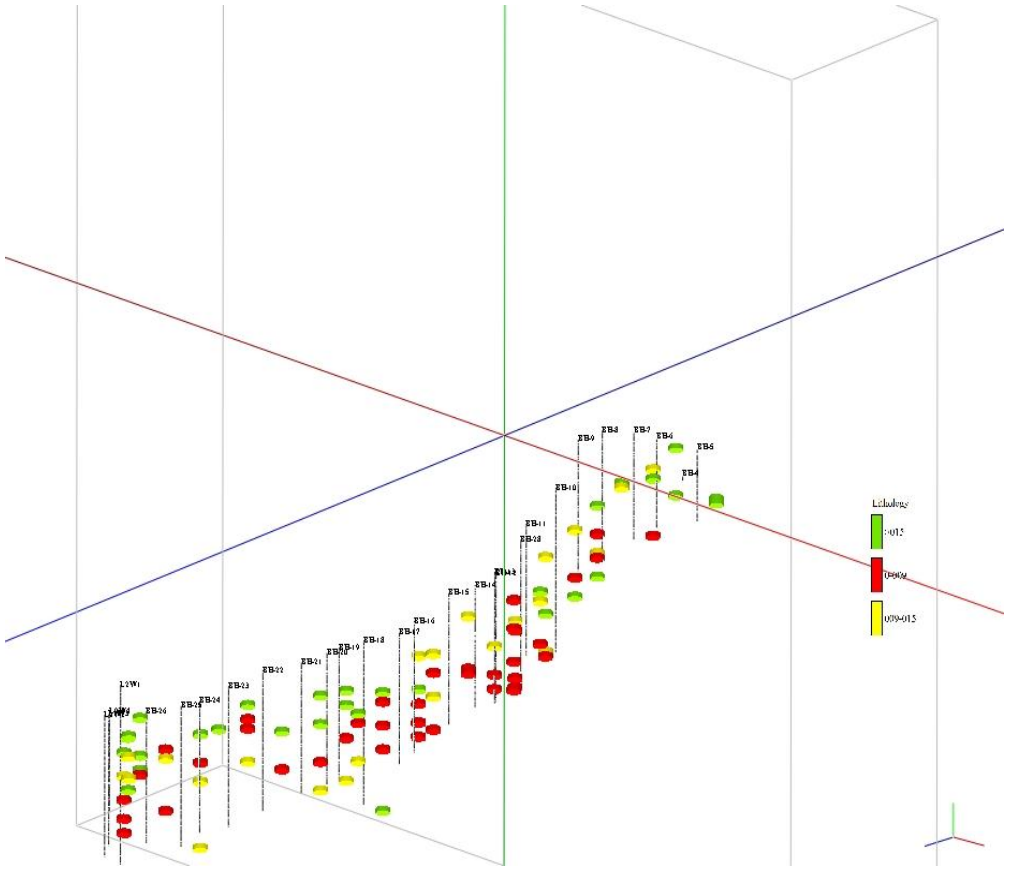
شکل ٥: پهنه بندی اعداد آزمایش نفوذ استاندارد در امتداد گمانه های حفر شده خط ۲ متروی تبریز

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۵- میزان چسبندگی

نتایج آزمایش‌های تحکیم‌یافته زهکشی‌نشده نشان داده است که مقدار چسبندگی زهکشی‌نشده نمونه‌های شبه‌سنگی بین ۰/۱۴ تا ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و مقدار زاویه اصطکاک داخلی آنها ۱۶ تا ۲۷ درجه بدست آمده است. در حالت تحکیم یافته زهکشی‌نشده مقدار چسبندگی زهکشی-نشده نمونه‌های خاکی بین ۰/۰۸ تا ۰/۴۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می باشد.



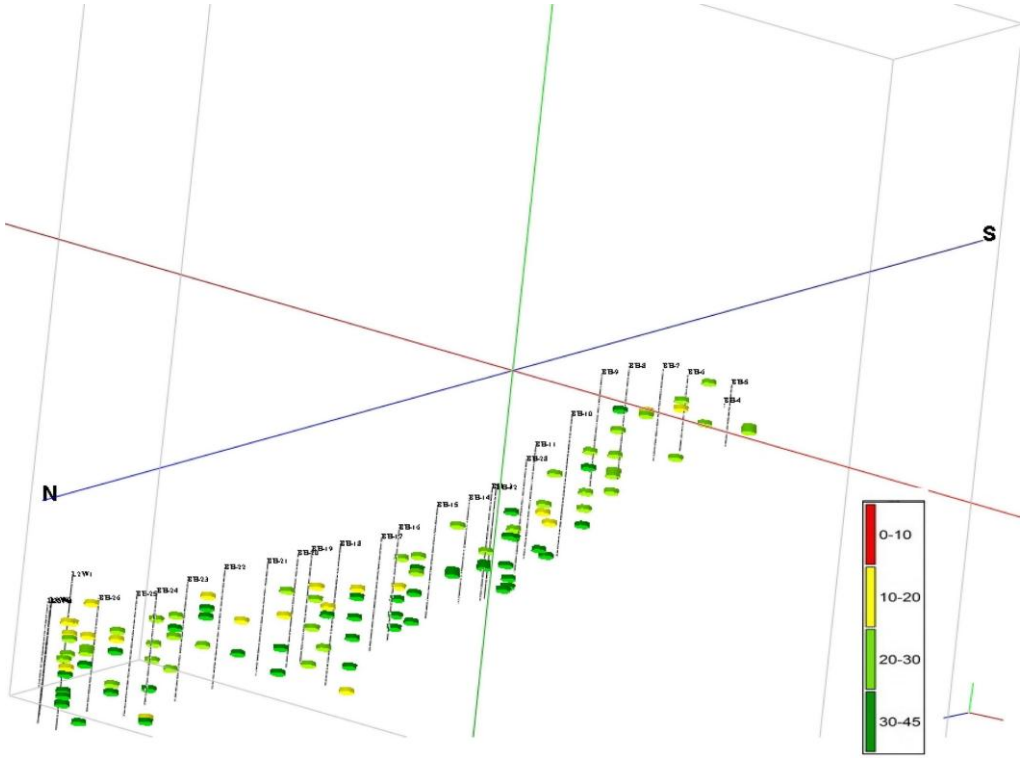
شکل٦: تقسیم بندی چسبندگی در امتداد گمانه های حفر شده خط ۲ متروی تبریز

۳-۶- زاویه اصطکاک داخلی

طبق مشاهدات در آزمایشات تند مقدار زاویه اصطکاک داخلی نمونه‌های شبه‌سنگی بین ۱۴ تا ۳۵ درجه و مقدار زاویه اصطکاک داخلی نمونه‌های خاکی بین ۱۴ تا ۳۶ درجه قرار دارد. چسبندگی نمونه‌های شبه‌سنگی نیز بین ۰/۰۷ تا ۱/۲۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و چسبندگی نمونه‌های خاکی بین ۰/۰۷ تا ۰/۹ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بدست آمده است. نتایج آزمایشات برش کند نیز نشان داده است که مقدار زاویه اصطکاک داخلی نمونه‌های شبه‌سنگی بین ۲۲ تا ۳۷ درجه و مقدار زاویه اصطکاک داخلی نمونه‌های خاکی بین ۲۲ تا ۳۸ درجه قرار دارد.

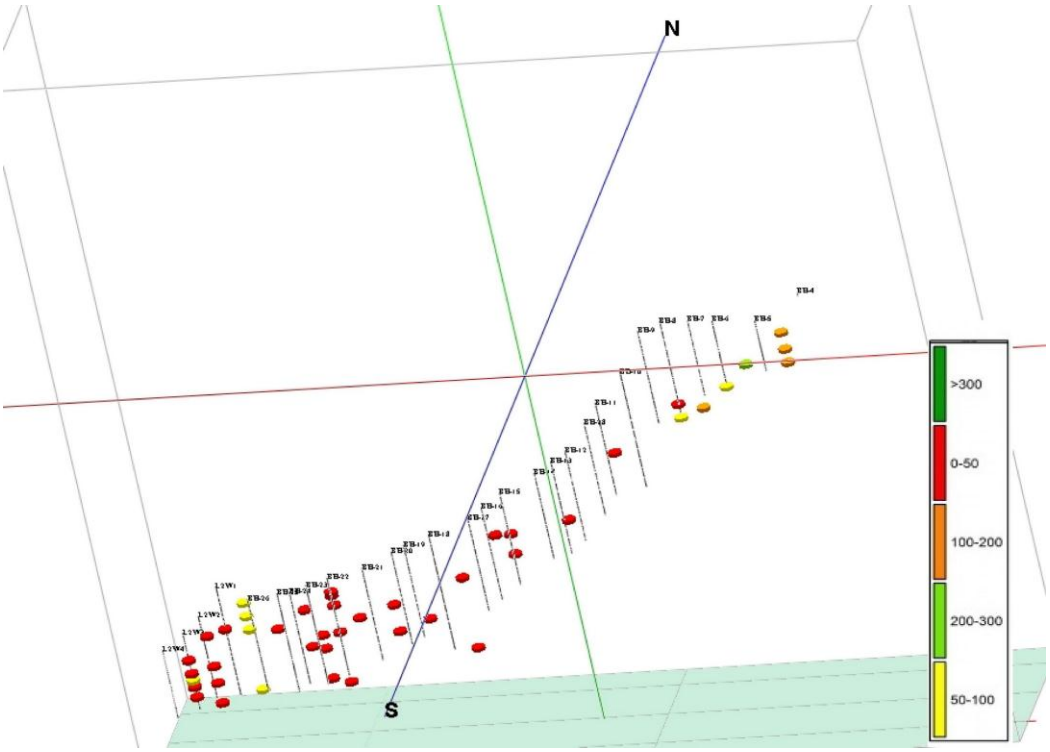
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷: طبقه بندی زاویه اصطکاک داخلی در امتداد گمانه های حفر شده خط ۲ متروی تبریز

۳-۷- مدول الاستیسیته



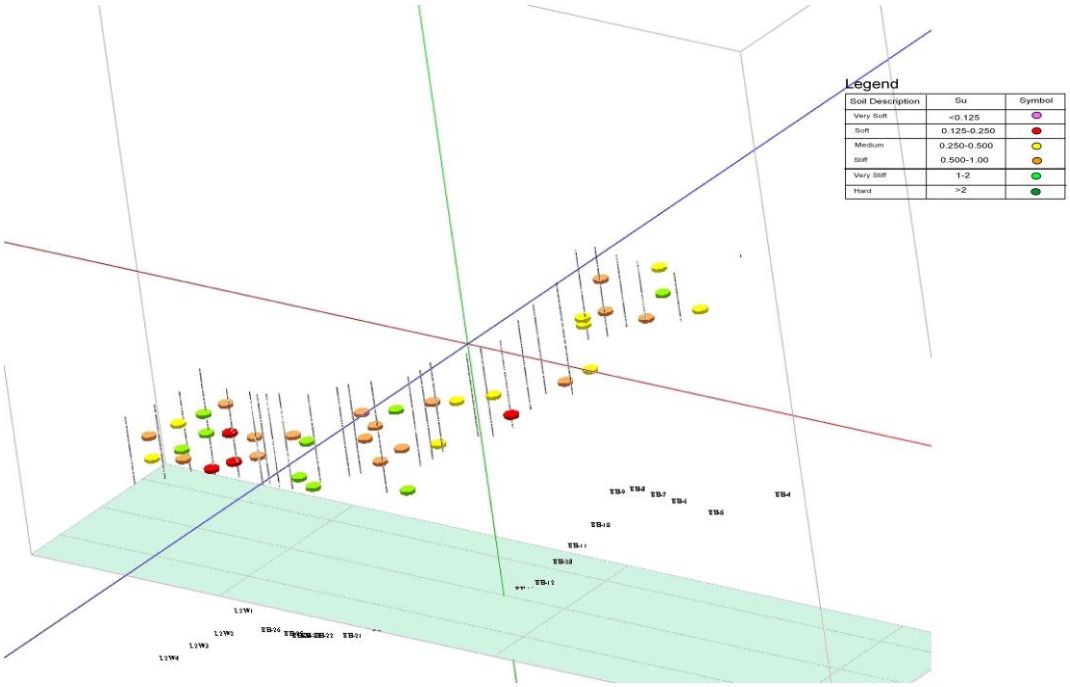
شکل ۸: طبقه بندی مدول الاستیسیته در امتداد گمانه های حفر شده خط ۲ متروی تبریز

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۸- مقاومت برشی زهکشی نشده

طبق مشاهدات در آزمایشات تک محوری مقاومت تک‌محوری نمونه‌های شبه‌سنگی بین ۰/۶ تا ۱۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و مقاومت تک-محوری نمونه‌های خاکی بین ۰/۵ تا ۴/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بدست آمده است.



شکل ۹: مقاومت برشی زهکشی نشده در امتداد گمانه های حفر شده خط ۲ متروی تبریز

۴. نتیجه گیری

لایه‌های خاکی موجود در محدوده طرح عموماً دارای تراکم و سفتی متوسط تا تراکم و سفتی بالا می‌باشند. با توجه به تراز سطح آب زیرزمینی در محدوده طرح، درصد رطوبت لایه‌های زیر این تراز عموماً تا حدی بالا بوده و درصد رطوبت لایه‌های بالای این تراز عموماً پایین می‌باشند.

پارامترهای تغییرشکل پذیری لایه‌های زیرسطحی در ارزیابی نشست لایه‌ها در اثر تغییر وضعیت تنش ناشی از احداث تونل اهمیت می‌یابند. این پارامترها در مسیر خط ۲ متروی تبریز به صورت زیر می باشند:

Soil/Rock	E (kg/cm^2)
Coarse Grain Alluvium	100 ~ 500
Fine Grain Alluvium	100 ~ 350
Sandstone	300 ~ 650
Marlstone, Claystone & Siltstone	200 ~ 600

www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهای مقاومت برشی لایه‌های زیرسطحی شامل چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی می‌باشند. این پارامترها در ارزیابی پایداری لایه‌های زیرسطحی در اثر تغییر وضعیت تنش ناشی از احداث تونل اهمیت می‌یابند. و در خط دو متروی تبریز به صورت زیر طبقه بندی می گردند.

Soil/Rock	C_{uu} (kg/cm^2)	C_{cu} (kg/cm^2)	φ_{cu} $(deg.)$
Coarse Grain Alluvium	-	0.05 ~ 0.2	28 ~ 35
Fine Grain Alluvium	0.5 ~ 1.5	0.1 ~ 0.5	15 ~ 30
Sandstone	0.3 ~ 0.6	0.1 ~ 0.4	30 ~ 35
Marlstone, Claystone & Siltstone	0.4 ~ 1.2	0.3 ~ 0.9	15 ~ 31

۵. مراجع

۱. پژوهش عمران راهور(۱۳۸۷)، گزارش نهایی مطالعات ژئوتکنیک مرحله اول پروژه خط ۲ قطار شهری تبریز،

۲. بابازاده، ر. مطالعات مهندسی خصوصیات آبرفت های مسیر خط ۲ متروی تبریز با استفاده از آزمون های برجا، چهاردهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران و بیست و هشتمین گردهایی علوم زمین

3.Das, B. M., 1983- *Advanced Soil Mechanics*. McGraw-Hill Book Compan

4. Peck, R. B., Hanson, W. E. & Thornburn, T. H., 1974- Foundation Engineering, John Wiley & Sons, pp. 514

www.SID.ir