بسمه تعالی

شرکت فنی مهندسی
سازه آزما گوهر ایساتیس

گزارش مطالعات ژئوتکنیک و آزمایشهای مکانیک خاک

پروژه: نیروگاه خورشیدی

کارفرما: شرکت سیمان تجارت مهریز

مشاور: شرکت ابتکار انرژی ایساتیس

کد پروژه: ۰۴۰۸

اردیبهشت ماه ۱۴۰۴

ویرایش: ۰۰

فهرست مطالب

۱-مقدمه، اهداف کار و کاربرد گزارش ۲
۱-۱-مقدمه ۲
۱-۲- کاربرد و اهداف مطالعات ۲
۲-اطلاعات کلی پروژه ۳
۲-۱- موقعیت محل پروژه و گمانه ها ۳
۲-۲- خصوصیات کلی پروژه ۵
۳- زمین‌شناسی عمومی منطقه ۶
۳-۲- ارزیابی پتانسیل روانگرایی: ۷
۳-۳- تکتونیک منطقه: ۹
۳-۳ - زلزله خیزی محل پروژه ۹
۴-عملیات و مطالعات صحرایی ۱۰
۴-۱- حفر گمانه های اکتشافی: ۱۱
۴-۲- روش حفاری، تعداد و عمق گمانه‌ها ۱۱
۴-۳- اخذ نمونه ۱۱
۴-۴- تشریح نظری خاک ۱۲
۴-۵- آزمایش دانسیته در محل ۱۲
۴-۶- آزمایش صحرایی SPT (ضربه و نفوذ استاندارد)در حین حفاری ۱۳
۴-۷- آزمایش ژئوالتریک ۱۳
۴-۸- آزمایش صحرایی درون چاهی (دان هول) با استاندارد ASTM D7400 ..... ۱۴
۵- آزمایش های آزمایشگاهی انجام شده ۱۴
۵-۱- آزمایش تعیین درصد رطوبت ۱۴
۵-۲- آزمایش تعیین حدود اتربرگ ۱۵
۵-۳- آزمایش دانه بندی و طبقه بندی خاک ۱۵
۵-۴- آزمایش تعیین تراکم آزمایشگاهی و درصد رطوبت بهینه خاک ۱۵
۵-۵- آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا(CBR) ۱۵
۵-۶- آزمایشهای شیمیایی ۱۶
۵-۷-۱- بررسی نتایج شیمیایی بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ۱۸
۵-۷-۲- بررسی نتایج شیمیایی بر اساس مراجع بین المللی ۱۸
۵-۸- آزمایش برش مستقیم ۲۱
۶- پارامترهای ژئوتکنیکی مورد استفاده در محاسبات مقاومت مجاز و نشست ۲۲
۷- ظرفیت باربری مجاز خاک ۲۲
۷-۱- تعیین ظرفیت باربری مجاز (ایمن) پی های سطحی بر اساس معیار گسیختگی برشی : ۲۳
۷-۲- تعیین ظرفیت باربری مجاز خاک بر اساس معیار نشست خاک ۲۴
۷-۳- ظرفیت باربری مجاز : ۲۵
۸- بررسی مدول عکس العمل قائم استاتیکی خاک بستر ۲۶
۹-ضرایب فشار جانبی خاک ۲۶
۱۰- نتیجه گیری و جمع بندی ۲۸
۱۰-۱- سطح آب زیرزمینی ۲۸
۱۰-۲- تعیین نوع سیمان مصرفی ۲۸
۱۰-۳- توصیه ها و پیشنهاد های فنی ۲۸
پیوست ۱– تصاویر پروژه (عملیات صحرایی) ۳۰
پیوست ۲– نتایج آزمایش ها ۳۵

گزارش مطالعات ژئوتکنیک و آزمایشهای مکانیک خاک

۱-مقدمه، اهداف کار و کاربرد گزارش

۱-۱-مقدمه

این گزارش حاوی نتایج عملیات صحرایی، آزمایش‌ها و مطالعات مکانیک خاک می‌باشد که بنا به درخواست شرکت سیمان تجارت مهریز به عنوان کارفرمای پروژه و با هماهنگی شرکت ابتکار انرژی ایساتیس به عنوان مشاور و نماینده کارفرما، جهت احداث نیروگاه خورشیدی به منظور ارزیابی وضعیت ژئوتکنیکی زمین محل احداث پروژه توسط شرکت فنی مهندسی سازه آزما گوهر ایساتیس تهیه و تدوین گردیده است.

۱-۲- کاربرد و اهداف مطالعات

اهداف مطالعات عبارتست از انجام عملیات صحرایی، مطالعات و آزمایش های مکانیک خاک طبق روش‌های استاندارد، به منظور دستیابی به مشخصات فیزیکی رفتار مکانیکی خاک و لایه‌های زمین پروژه فوق .

مطالعات و بررسی های انجام شده در محل احداث پروژه با حفر ۱۵ گمانه دستی شناسایی (به روش ترانشه برداری) به عمق حدود ۲/۵ متر و ۲ گمانه ژئوتکنیکی (به روش حفاری ماشینی) به عمق ۳۰ و ۶ متر جهت نمونه گیری از لایه ها، انجام آزمایشهای آزمایشگاهی، انجام آزمایش مقاومت الکتریکی به روش ونر در ۵ نقطه به منظور دستیابی به موارد ذیل صورت پذیرفته است.

۱-۲-۱- بررسی وضعیت زمین‌شناسی عمومی و لرزه‌خیزی محل پروژه در حد اطلاعات و آمار.

۱-۲-۲- شناسایی مصالح و لایه های زیر سطحی تا عمق حدود ۲/۵ و ۲۰ متری از سطح توپوگرافی طبیعی.

۱-۲-۳- توصیف و طبقه‌بندی خاک در لایه‌های مشخص شده به روش یونیفاید.

۱-۲-۴- تعیین خصوصیات شیمیایی خاک محل پروژه شامل سنجش میزان کلر، سولفات، گچ و ... و PH

۱-۲-۵- بررسی ظرفیت باربری مجاز و تخمین نشست پی ها.

۱-۲-۶- تخمین ضریب فشارهای جانبی خاک

۱-۲-۷- توصیه های فنی

۲-اطلاعات کلی پروژه

شهر مهریز در استان یزد است. این شهر در ۳۵ کیلومتری جنوب استان یزد قرار گرفته است. جمعیت این شهرستان در سال ۱۳۹۵، برابر ۵۱۷۳۳ نفر بوده است. شهرستان مهریز در کنار جاده استراتژیک تهران ـ بندر عباس (یزد ـ کرمان) قرار دارد. این شهرستان از شمال به شهرستان یزد، از جنوب به شهرستان شهربابک و شهرستان انار استان کرمان و شهرستان مروست از غرب به شهرستان تفت و از مشرق به شهرستان بافق محدود می‌شود.

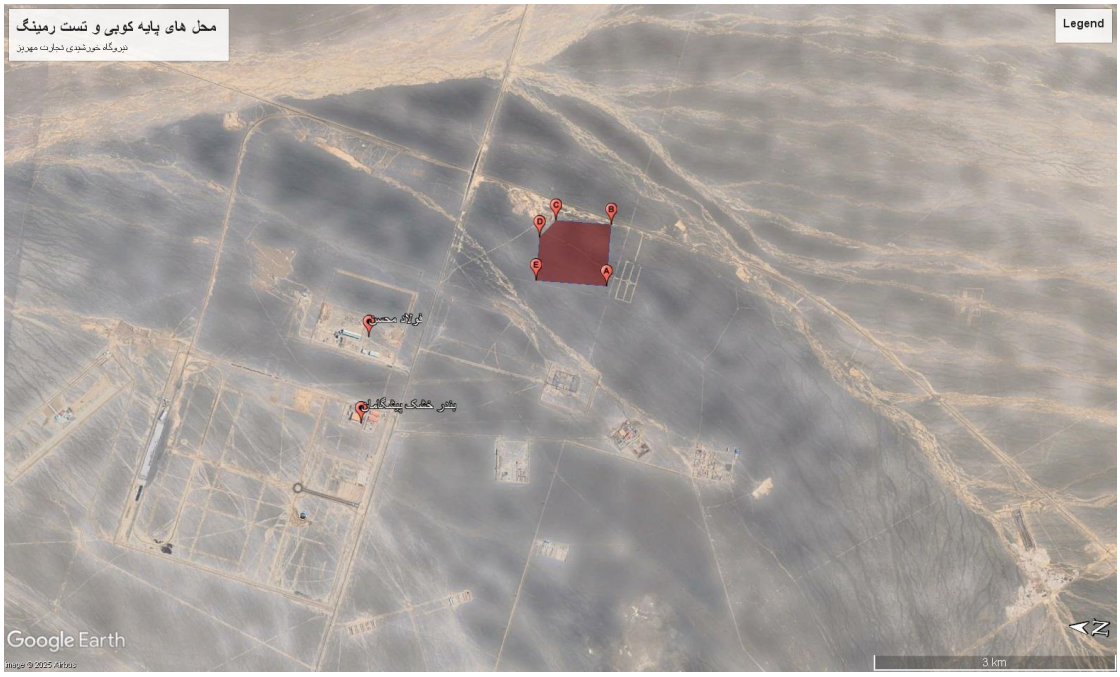
شهرستان مهریز از دو منطقه خشک و نیمه خشک تشکیل شده‌است: مناطقی از قبیل دشت بهادران در شمال شرقی و مناطق جنوبی این شهرستان در زمره مناطق خشک و دامنه‌های شیرکوه در شمال غربی مهریز و برخی از دامنه‌های غربی، منطقه نیمه خشک آن را به وجود می‌آورند. با عنایت به مطالب فوق می‌توان نتیجه گرفت در گستره این شهرستان هرچه از شمال به جنوب و از غرب به شرق پیش برویم از میزان بارندگی کاسته شده و بر خشکی محیط افزوده می‌گردد. به‌طور کلی به استثناء قسمت بسیار محدودی از مناطق کوهستانی، بقیه در حیطه قلمرو مناطق خشک قرار دارد. میانگین میزان بارندگی در سال ۶۲ میلی متر، و ارتفاع از سطح دریا ۱۴۸۰ متر می باشد.

۲-۱- موقعیت محل پروژه و گمانه ها

پروژه مورد نظر در استان یزد- شهرستان مهریز- کیلومتر ۱۷ جاده کارخانه سیمان تجارت واقع شده است. موقعیت جغرافیایی پروژه در جدول ۱، موقعیت قرارگیری گمانه ها در جدول ۲ درج و کروکی محل پروژه و گمانه ها در شکل های ۱ و ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی چهار گوشه سایت نیروگاه

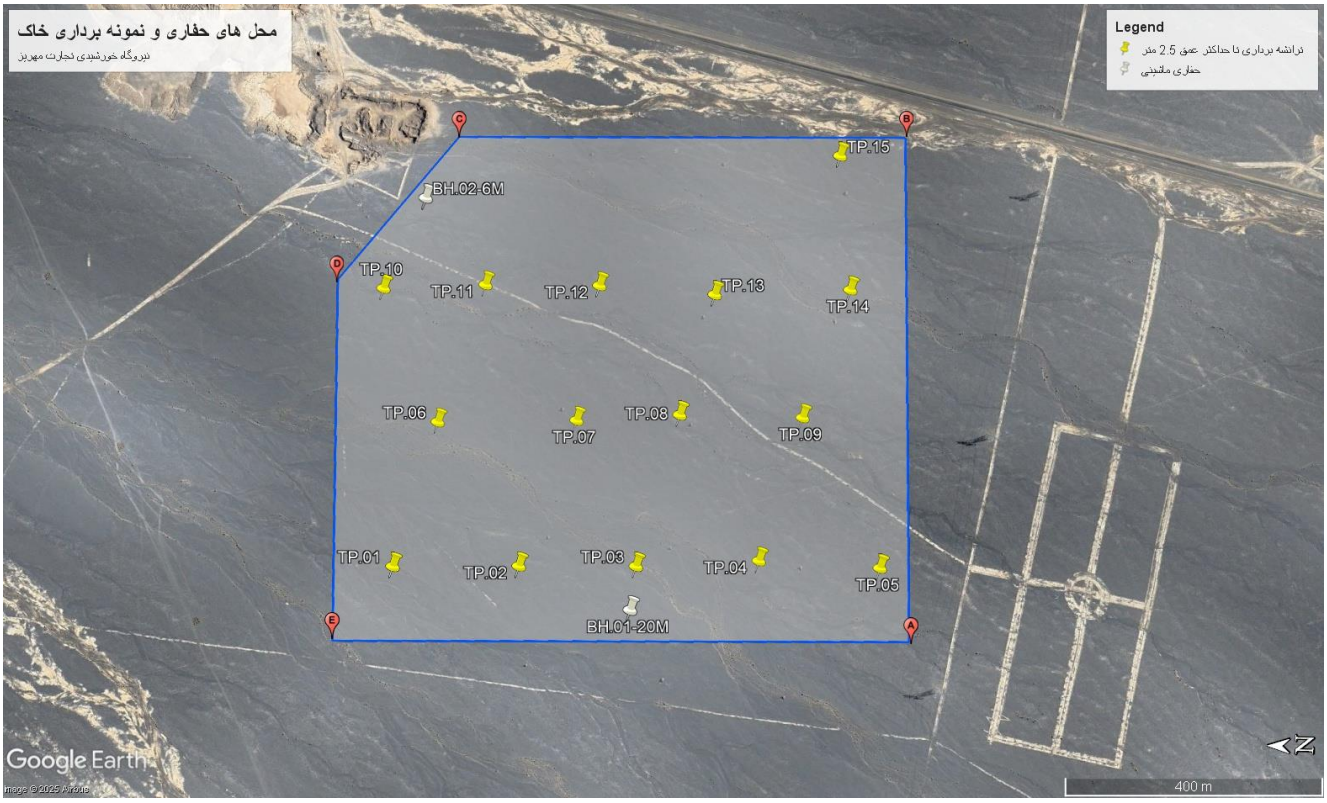
شماره نقطه	UTM (40R)	
	X	Y
A	272538	3502438
B	273341	3502439
C	273339	3503150
D	273106	3503341
E	272544	3503340



شکل ۱- تصویر ماهواره ای از موقعیت قرار گیری محل پروژه

جدول ۲- موقعیت جغرافیایی محل قرار گیری گمانه ها

شماره گمانه	UTM (40R)		نوع گمانه	عمق (متر)
	X	Y		
BH.01	272572	3502881	ژئوتکنیکی	23
BH.02	273223	3503207	ژئوتکنیکی	6
TP.01	272639	3503252	شناسایی	2.5
TP.02	272640	3503055	شناسایی	2.5
TP.03	272640	3502872	شناسایی	2.5
TP.04	272649	3502680	شناسایی	2.5
TP.05	272638	3502491	شناسایی	2.5
TP.06	272866	3503184	شناسایی	2.5
TP.07	272869	3502966	شناسایی	2.5
TP.08	272878	3502804	شناسایی	2.5
TP.09	272874	3502611	شناسایی	2.5
TP.10	273078	3503272	شناسایی	2.5
TP.11	273084	3503111	شناسایی	2.5
TP.12	273083	3502931	شناسایی	2.5
TP.13	273069	3502749	شناسایی	2.5
TP.14	273077	3502535	شناسایی	2.5
TP.15	273292	3502550	شناسایی	2.5



شکل ۲- موقعیت قرارگیری گمانه ها

۲-۲- خصوصیات کلی پروژه

زمین مورد مطالعه حدود ۷۰ هکتار می باشد. که تقریبا عمده زمین محل استقرار پایه های پنل هـای خوشـیدی مـی باشد.

طبق مشاهدات صورت گرفته محل پروژه در حال حاضر بایر بوده و دارای پوشش گیاهی بسـیار ضـعیف از نـوع خـار و بوته های مختص مناطق بیابانی می باشد. سطح زمین صاف و دارای شیب ناچیز بـوده در برخـی از قسـمت هـا دارای آبشستگی کم می باشد. تردد وسایل نقلیه سبک و سنگین در کل سایت مقدور می باشد. طبق اطلاعات ابنیـه خاصـی در محل ساخته نخواهد شد و ابنیه احداثی در حد اتاق تاسسیات و نگهبانی خواهد بود.

اطلاعات کلی محل پروژه طبق اظهارات کارفرما مطابق مندرجات ذیل می باشد.

- ارتفاع از سطح دریا: ۱۴۸۰ متر



شکل ۳- نمایی کلی از محل پروژه

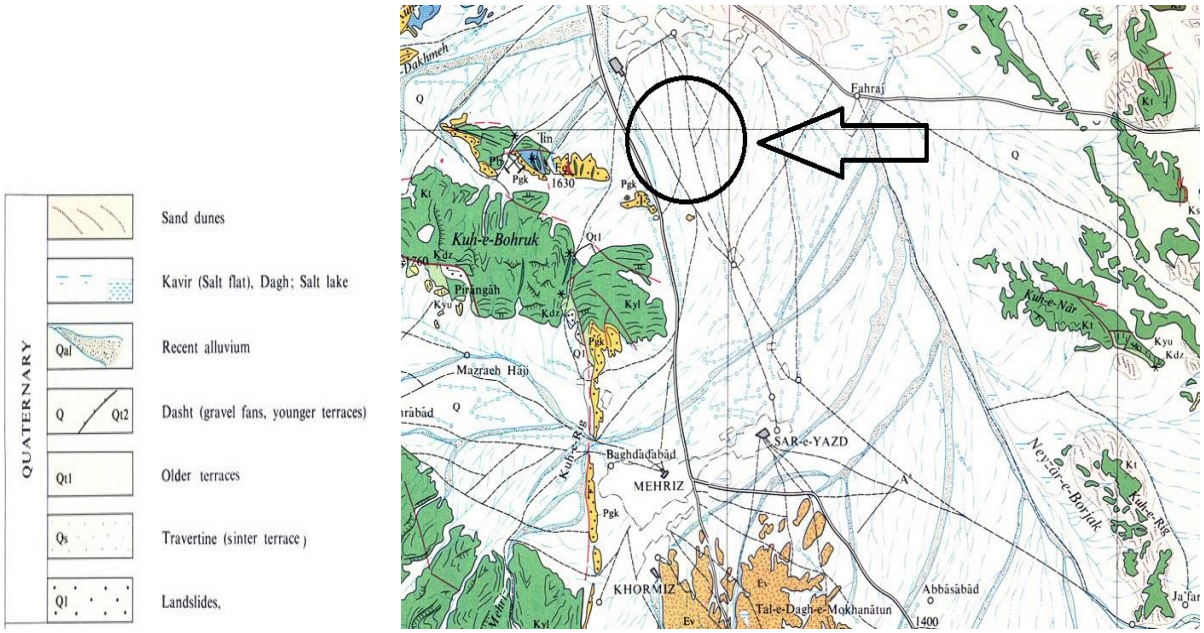
۳- زمین‌شناسی عمومی منطقه

از نظر زمین شناسی، محل پروژه در زون ایران مرکزی واقع شده است. زون ایران مرکزی به شکل مثلثی بوده و از شرق به بلوک لوت سیستان، از شمال به رشته کوه‌های البرز و حد غربی و جنوبی آن به زون سنندج سیرجان محدود می‌گردد.

۳-۱- رسوب شناسی: محل مورد مطالعه در دشت یزد- ارکان قرار دارد.مطابق نقشه های زمین شناسی استان، این دشت از طرف غرب و جنوب غربی به کوهستان شیرکوه و از جهت شرق به کوه های خرانق پایان می یابد. در شمال این دشت باتلاق نمک اردکان نایین (چاله عقدا) قرار دارد و جنوب آن به کفه بهادران می پیوندد. شهرستان یزد در مرکز استان یزد در دره ای خشک و پهناور بین شیرکوه و خرانق قرار گرفته که قسمت شمال، شمال شرقی، شرق و جنوب شرقی دشت مذکور بیشتر از نوع ماسه روان و جنوب و جنوب غربی آن از آبرفت دوران حاضر (چهارم) تشکیل یافته است.

طبق نقشه های زمین شناسی خاک محل پروژه در رده Q^2 قرار می گیرد که شامل نهشت ها با سایز شن، ماسه با درصد کمی ریز دانه می باشد که در عمق های سطحی بصورت تحکیم یافته و در عمق های بالا در اثر سیمانتاسیون بصورت ماسه سنگ می باشد.

سنگ ها و شن حاصل از آبرفت بصورت کاملا گرد گوشه می باشند.



شکل ۴- نقشه زمین شناسی محدوده اطراف پروژه

۳-۲- ارزیابی پتانسیل روانگرایی:

روانگرایی (Liquefaction) به واکنش خاک در برابر بارهای دینامیکی یا تحریک ناشی از امواج برشی زود گذر اطلاق می شود که در نتیجه آن مقاومت خاک به طور کامل از بین رفته وخاک حالتی آبگونه به خود می گیرد.

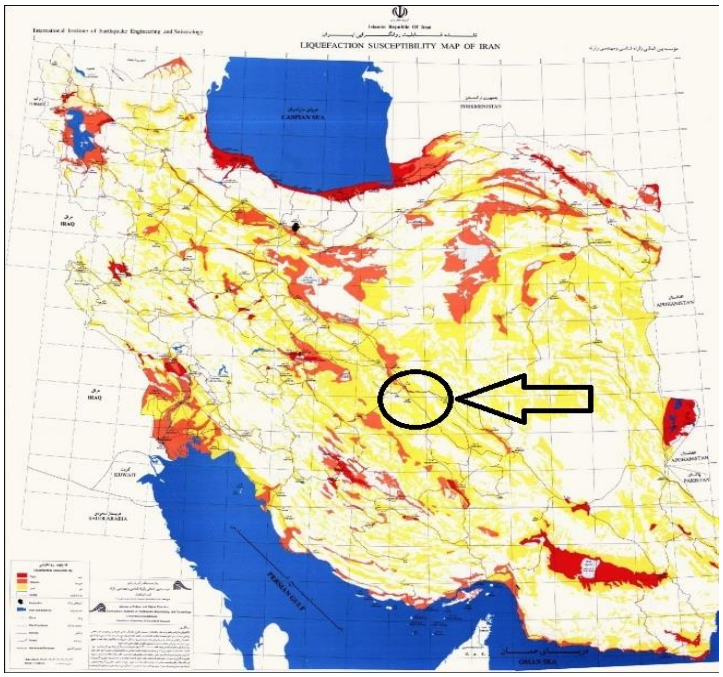
به طور کلی هرگاه خاک های غیر چسبنده، اشباع وسست در معرض ارتعاشات زمین در نتیجهٔ زلزله قرار گیرند تمایل به تراکم پیدا می کنند، ولی در محدوده دانه بندی خاصی، زهکشی تا حدودی کند بوده بقسمتی که تغییرات حجمی سریع خاک به دلیل عدم زهکشی صورت نگرفته ولزوما فشار منفذی بالا خواهد رفت .افزایش فشار آب حفره ای کاهش تنش مؤثر را به دنبال داشته که نتیجه ازدیاد فشار منفذی به کاهش مقاومت برشی خاک می گردد. بر اساس رابطهٔ تنش های استاتیکی در خاک کاهش تنش مؤثر در خاک می شود که منجر به کم ویا حتی صفر شدن مقاومت برشی شده ومتعاقب آن به حالت سیال گونه خاک اصطلاحا روانگرایی گفته می شود.

بر اساس آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۶۶ ایران، ویرایش سوم) زمین هایی مستعد روانگرایی تشخیص داده می شوند که حداقل دارای یکی از شرایط زیر باشند:

- سابقه روانگرایی در آنها مشاهده شده باشد.

- زمین هایی که از نوع خاک ماسه ای با تراکم کم (ماسه با تراکم کم به ماسه ای اطلاق می شودکه عدد ضربه و نفوذ استاندارد کمتر از ۲۰ باشد) اعم از تمیز یا رس دار با مقدار رس کمتراز ۲۰ درصد یا دارای لای و یا شن بوده و تراز سطح آب زیرزمینی در آنها نسبت به سطح زمین کمتر از حدود ۱۰ متر باشد.

در ادامه نقشه وجدول یهنه بندی مسیر از لحاظ پتانسیل روانگرایی بر اساس نقشه پتانسیل روانگرایی ایران تهیه شده توسط موسسه بین المللی زلزله شناسی ومهندسی زلزله در منطقه مورد مطالعه ارائه می شود.



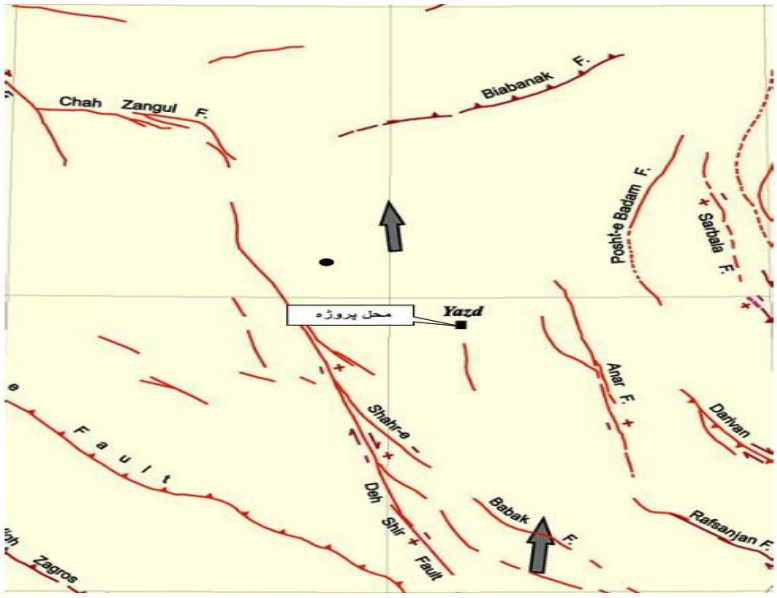
شکل ۵- نقشه قابلیت روانگرایی ایران (محدود مورد مطالعه)

با توجه به نقشه روانگرایی ارائه شده سایت مورد بررسی در محدوده دارای پتانسیل روانگرایی کم واقع شده است. همچنین مطابق مطالعات صحرایی انجام شده، بررسی سطح آب زیر زمینی منطقه و **با توجه به جنس خاک خطر روانگرایی منتفی می باشد.**

۳-۳- تکتونیک منطقه:

گسل های نزدیک به منطقه کمتر از ۵۰ کیلومتر با محل پروژه فاصله دارد. وجود گسل های مذکور در نزدیکی محل مورد مطالعه می تواند باعث بالا رفتن توان لرزه خیزی منطقه گردد که این موضوع می بایست در طراحی و اجرای پروژه ها مد نظر قرار گیرد.

از مهمترین گسل‌های منطقه می‌توان به گسل دهشیر- بافق و گسل پشت بام اشاره نمود.



شکل ۵- نقشه گسل های اطراف پروژه (شهر یزد)

۳-۳ - زلزله خیزی محل پروژه

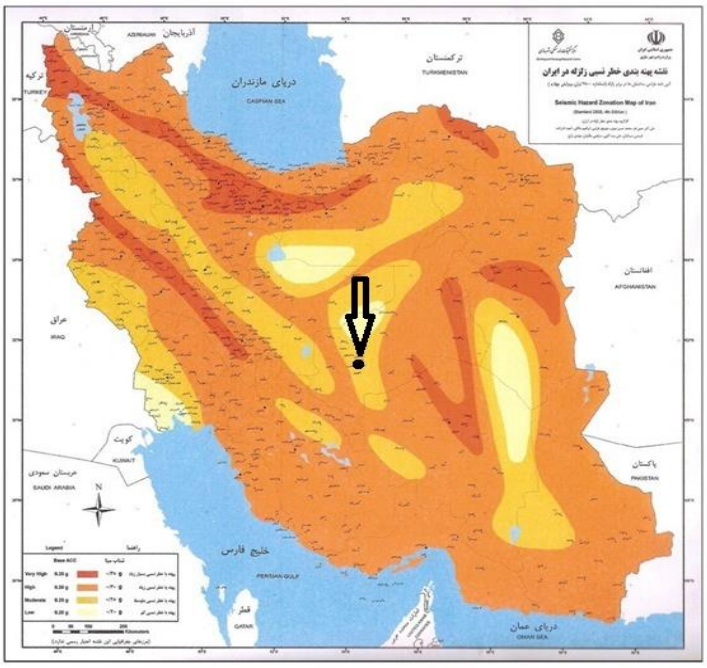
طبق آئین‌نامه ۲۸۰۰ ویرایش ۴ :

- محل پروژه با استناد به نقشه‌های پهنه بندی خطر زلزله در ایران در منطقه با خطر نسبی زلزله متوسط، توصیف گردیده است. ضریب شتاب مبنای طرح با توجه به قرارگیری محل پروژه در پهنه با خطر نسبی زلزله متوسط به مقدار $A=0.25\ g$ می‌باشد.
- با توجه به عمق کم گمانه ها امکان تحلیل خاک آن از نظر طبقه بندی نوع زمین به لحاظ آیین نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران میسر نمی باشد. ولی با توجه به بافت خاک می توان گفت زمین پروژه با نوع II آیین نامه مذکور بیشترین تطابق را دارد.

•با توجه به نوع لایه های خاک طبیعی محل گمانه ها و نتایج آزمایش صحرایی و آزمایش تعیین سرعت موج برشی درون چاهی به روش دانهول (پیوست گزارش)، از نظر طبقه بندی نوع زمین به لحاظ زلزله، زمین پروژه با گروه II آیین نامه مذکور بیشترین تطابق را دارد.

جدول ۳- مقادیر ضریب بازتاب ساختمان

طبقه زمین	T_0	T_S	خطر نسبی کم و متوسط	
			S	S_0
II	۰/۱	۰/۵	۱/۵	۱/۰



شکل ۶- وضعیت لرزه خیزی محل پروژه

۴-عملیات و مطالعات صحرایی

این عملیات در اردیبهشت ماه ۱۴۰۴ انجام شد، به منظور شناسایی های سطح الارضی و تحت الارضی، نمونه گیری های لازم و آزمایشهای صحرایی در محل سایت صورت پذیرفت. به طور کلی مطالعات صحرایی این پروژه شامل موارد و بخش های زیر می باشد:

۴-۱- حفر گمانه های اکتشافی:

به منظور شناسایی های تحت الارضی و نمونه برداری از مصالح اقدام به حفر گمانه های شناسایی Test pit در محل سایت مورد مطالعه شد. در وهله اول محل حفر گمانه ها با توجه به شرح خدمات با فواصل مناسب در کل سایت در نظر گرفته شد. عمق گمانه های شناسایی حداکثر ۲/۵ متر در نظر گرفته شده بود.

به منظور تعیین نوع و ضخامت لایه‌های خاک، آزمایش‌های صحرائی و نمونه‌برداری جهت آزمایش‌های مورد نیاز، ۲ گمانه به روش حفاری ماشینی از سطح زمین موجود با عمق ۶ و ۲۳ متر حفاری گردیده است.

مختصات محل حفر گمانه با استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی و توسط دستگاه های ماهواره ای GPS با خطای سنجش کمتر از ۵ متر بدست آمده است.

تعیین محل نهایی گمانه ها با توجه به شرایط زمین شناسی و گسترش رخنمون های سنگی انجام شد.

۴-۲- روش حفاری، تعداد و عمق گمانه‌ها

به منظور تعیین نوع و ضخامت لایه‌های خاک، آزمایش‌های صحرائی و نمونه‌برداری جهت آزمایش‌های مورد نیاز، ۱۵ عدد سونداژ از سطح زمین طبیعی در محل های مختلف سایت انجام شده است. گمانه های شناسایی اصلی در این بخش از مسیر ازTP.01 تا TP.15 نامگذاری شدند.

حفاری گمانه ها شناسایی توسط بیل مکانیکی انجام شد. از این نوع حفاری در دشت های هموار و در مکان هایی که دارای راه دسترسی مناسب نیستند، بهره گرفته می شود.

به منظور بررسی مسائل ژئوتکنیک پروژه دو گمانه به روش حفاری ماشینی انجام گردید که این گمانه ها BH.01 و BH.02 نامگذاری گردید.

۴-۳- اخذ نمونه

در هر گمانه شناسایی، نمونه برداری دستخورده از اعماق مختلف و یا با تغییر جنس لایه انجام شد. از این نمونه ها جهت انجام آزمایشهای فیزیکی، تشریح نظری و تعیین رده خاک استفاده شد. از همین نمونه ها جهت آزمایشهای تراکم آزمایشگاهی، سی بی آر و شیمیایی نیز استفاده گردید.

همچنین نمونه های گمانه های ژئوتکنیکی(حفاری ماشینی) به صورت نمونه گیری ممتد با کربارل در جعبه استاندارد قرار گرفته و بعد از تشریح نظری و درب نویسی جعبه کلیه نمونه های اخذ شده جهت حفظ شرایط اولیه خود در کیسه های پلاستیکی بسته بندی شدند. مشخصات کامل نمونه های اخذ شده شامل عمق، نوع نمونه برداری، تاریخ نمونه برداری و شماره گمانه بر روی هر نمونه یاداشت گردید.از این نمونه ها جهت آزمایشهای آزمایشگاهی، تشریح نظری و تعیین رده خاک استفاده شد.

نمونه گیری در گمانه های مختلف در افق ها و تراز های گوناگون انجام شد تا تصویر کاملی از قشرهای مختلف در زمین در طول مسیر بدست آید و امکان تهیه پروفیل مناسب فراهم گردد.

کلیه نمونه های اخذ شده پس از تشریح نظری و لوگ برداری صحرایی جهت حفظ شرایط اولیه خود در کیسه های پلاستیکی بسته بندی شدند. مشخصات کامل نمونه های اخذ شده شامل عمق، نوع نمونه برداری، تاریخ نمونه برداری و شماره گمانه بر روی هر نمونه یاداشت گردید. این نمونه ها در پایان آزمایشگاه منتقل گردید.

۴-۴- تشریح نظری خاک

کلیه نمونه های اخذ شده مورد تشریح نظری واقع شدند. توصیف ارائه شده شامل رنگ و جنس نمونه های اخذ شده است.

به طور کلی می توان گفت خاک محل پروژه از نوع ماسه لای دار همراه شن و در **عمق های سطحی دارای کمی گچ متبلور شده (ژیپس)** می باشد. این توصیف ها در جداول لاگ گمانه برای هر گمانه ارائه شده است.

۴-۵- آزمایش دانسیته در محل

با استفاده از این آزمایش می توان وزن مخصوص خاک را در محل تعیین نمود. این آزمایش برای خاک هایی استفاده می شود که درصد قابل توجهی سنگ و مصالح درشت دانه بزرگتر از ۳۸ میلی متر نداشته باشند.

برای تعیین وزن مخصوص و درصد رطوبت در محل به روش صحرایی Sand Batell و در آزمایشگاه به روش موم گیری انجام شده است.

۴-۶- آزمایش صحرایی SPT (ضربه و نفوذ استاندارد)در حین حفاری

از این آزمایش در خاک های دانه ای (ماسه و شن) جهت بررسی تراکم نسبی و در خاک های ریزدانه چسبنده (رس) جهت بررسی قوام و در نهایت به عنوان نشانه‌ای از مقاومت خاک محل در شرایط طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به انجام تست با SPT دستی سبک آلمانی و نهایتا" با تبدیل به SPT– ASTM1586 برای خاک محل پروژه بر اساس بررسی های صورت گرفته و نتایج آزمایش های ***SPT*** به طور کلی می توان رده های تراکمی خاک را مطابق جدول ۴ توصیف نمود.

نتایج تفصیلی این آزمایش در لاگ گمانه های پیوست گزارش درج گردیده است.

جدول ۴- خلاصه توصیف رده تراکمی لایه های خاک دانه ای محل پروژه

شماره گمانه	عمق گمانه *(m)*	طبقه بندی مهندسی خاک	ضربات SPT	توصیف قوام بخش خاک چسبنده	بخش خاک دانه ای	
					رده تراکم نسبی	توصیف
کلیه گمانه ها	**0 - 1**	SM, SP-SM, SW-SM	10-30	--	%35≤Dr<%65	تراکم نسبی متوسط
کلیه گمانه ها	**1 - 3**	SM, SP-SM, GM	30 - 50	--	%65≤Dr<%85	تراکم نسبی زیاد
کلیه گمانه ها	**3 - 23**	SM, SP-SM,	>50	--	%85≤Dr	تراکم نسبی خیلی زیاد

۴-۷- آزمایش ژئوالتریک

در این مطالعه از روش ونر برای اندازه گیری گستره مقاومت ویژه الکتریکی خاک استفاده شده است و از طریق سونداژ زنی الکتریکی در ۵ نقطه با آرایه ونر در اعماق ۱ تا ۵ متر صورت گرفت.

با رجوع به طبقه بندی BS-1377 از سطح تا عمق نفوذ و مطالعه شده تمام لایه ها در رده خاک های با خاصیت خورندگی " خورنده تا خورندگی شدید" قرار می گیرد.

گزارش تفضیلی این آزمایش در پیوست این گزارش ارائه شده است.

۴-۸- آزمایش صحرایی درون چاهی (دان هول) با استاندارد ASTM D7400

از این آزمایش جهت تعیین موج برشی خاک Vs، نوع زمین و ضرایب زلزله طبق آیین نامه ۲۸۰۰ استفاده می گردد.این آزمایش در گمانه BH.01 و تا عمق ۲۲ متری انجام و نتایج و گزارش تفضیلی آن در پیوست گزارش ارائه گردیده است.

۵- آزمایش های آزمایشگاهی انجام شده

برروی نمونه های اخذ شده آزمایشهای آزمایشگاهی ذیل بر حسب مورد و ضرورت و بنا به نوع خاک صورت پذیرفته است. استانداردهای مورد استفاده بدین شرح می باشند:

- ✓ آزمایش تعیین درصد رطوبت: با استاندارد ASTM D2216
- ✓ آزمایش های دانه بندی و هیدرومتری: با استاندارد ASTM D422
- ✓ آزمایش تعیین حدود اتربرگ: با استاندارد: ASTM D4318-D423-D424
- ✓ طبقه بندی یونیفاید خاک: با استاندارد ASTM D2487
- ✓ آزمایش برش مستقیم: با استاندارد ASTM D3080
- ✓ آزمایش های تعیین خصوصیات شیمیایی خاک: با استاندارد BS 1377 Part 3
- ✓ آزمایش سی بی آر: با استاندارد ASTM D1883-8
- ✓ آزمایش تعیین تراکم آزمایشگاهی: با استاندارد AASHTO T180D

۵-۱- آزمایش تعیین درصد رطوبت

این آزمایش بر روی تعدادی از نمونه‌های به دست آمده انجام پذیرفته است که نتایج در لوگ گمانه ارائه شده است.به طور کلی درصد رطوبت خاک پایین و بین ۲ تا ۶ درصد می باشد.

۵-۲- آزمایش تعیین حدود اتربرگ

این آزمایش بر روی نمونه‌های اخذ شده در اعماق مختلف از محل گمانه‌ها انجام پذیرفته است. به طور کلی با توجه به ماهیت خاک محل و درصد عبوری کمتر از ۱۲ درصد رد شده از الک ۲۰۰، می توان گفت به طور کلی خاک محل پروژه فاقد خاصیت خمیری می باشد.

۵-۳- آزمایش دانه بندی و طبقه بندی خاک

این آزمایش بر روی نمونه‌های اخذ شده از محل گمانه‌ها انجام پذیرفته است. نتایج آزمایش ها در لوگ گمانه ها و منحنی دانه بندی ارائه شده است.

به طور کلی می توان گفت خاک محل پروژه عمدتا با نام گروه ماسه لای دار شن دار (SM) و ماسه لای دار بد دانه بندی شده همراه شن(SP-SM) می باشد.

۵-۴- آزمایش تعیین تراکم آزمایشگاهی و درصد رطوبت بهینه خاک

به منظور تعیین پارمترهای راهسازی و محوطه سازی و ... پروژه آزمایش تعیین تراکم حداکثر خاک و درصد رطوبت بهینه به تعداد ۳ عدد بر روی نمونه های برداشت شده از عمق های مختلف در گمانه ها صورت گرفته است که نتایج این آزمایش در پیوست گزارش ارائه شده است.

بر اساس نتایج حاصله حداکثر دانیسته خشک خاک بین ۲/۱۸ تا ۲/۲۲ گرم بر سانتیمتر مکعب با درصد رطوبت بهینه ۶/۵ تا ۶/۹ می باشد. خلاصه نتایج این آزمایش در جدول ۴ آورده شده است.

۵-۵- آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا(CBR)

به منظور تعیین پارمترهای راهسازی و محوطه سازی و ... پروژه آزمایش تعیین نسبت باربری کالیفرنیا (CBR) به تعداد ۳ عدد همراه با غرقاب بر روی نمونه های برداشت شده از عمق های مختلف در گمانه ها صورت گرفته است که نتایج این آزمایش در پیوست گزارش ارائه شده است.

نتایج حاصله نشان از نسبت سی بی آر بین ۳۳ تا ۴۷ درصد برای نمونه غرقاب دارد.خلاصه نتایج این آزمایش در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵- خلاصه نتایج آزمایش تراکم آزمایشگاهی و سی بی آر

شماره گمانه	عمق (m)	طبقه بندی یونیفاید	درصد رطوبت بهینه	γ (g/cm³) حداکثر تراکم زمایشگاهی	سی بی آر
TP.01	0-1	SM	6.9	2.12	21
TP.03	0-1	SW-SM	5.8	2.19	29
TP.05	1-2	SP-SM	5.3	2.17	36
TP.06	0-1	SM	7.2	2.10	19
TP.09	0-1	SM	7.1	2.14	25
TP.10	1-2	SP-SM	6.2	2.16	34
TP.12	0-1	SM	6.5	2.21	57
TP.14	1-2	SP-SM	6.0	2.18	31

۵-۶- آزمایش‌های شیمیایی

جهت تعیین وضعیت شیمیایی خاک محل پروژه و تعیین نوع پوشش و ضخامت جهت حفاظت پایه ها در برابر خوردگی و همچنین تعیین نوع سیمان مصرفی پروژه، بر روی نمونه خاک نمونه برداری شده از عمق های مختلف گمانه ای حفاری شده در محل پروژه آزمایش‌های تعیین مقدار درصد یون‌های سولفات، کلر، گچ و... و pH انجام گردید.

جهت تعیین نوع پوشش و ضخامت پوشش پایه جهت مقابله با خوردگی می بایست با توجه به نتایج حاصل شده، مطابق آیین نامه های بین المللی معتبر و با نظر طراح پروژه تصمیم گیری نمود.

نتایج این آزمایش در جدول ۶ درج گردیده است.

جدول ۶- نتایج آزمایش آنالیز شیمیایی خاک

ردیف	آزمایش	واحد	محل نمونه برداری						
			TP.01	TP.02	TP.03	TP.04	TP.05	TP.06	TP.07
			۱ متری	۲,۵ متری	۱ متری	۱ متری	۲ متری	۲,۵ متری	۱ متری
1	**EC*10³**	Ms/cm	17.66	14.45	12.21	19.47	26.8	20.7	23.6
2	**PH**	%	7.62	7.76	7.9	7.54	7.69	7.59	7.65
3	**کلر (CL-)**	%	0.53	0.37	0.3	0.46	0.77	0.68	0.74
4	**کلر (CL-)**	mg/Kg	5371.15	3706.2	3070.7	4632.7	7752.13	6855.05	7472.75
5	**سولفات (SO4)**	%	0.12	0.2	0.17	0.32	0.25	0.08	0.14
6	**سولفات (SO4)**	mg/Kg	1209.6	2097.6	1704	3240	2520	801.6	1435.2
7	**سولفید (S)**	mg/Kg	401.06	233.06	189.3	360	280	89.06	159.46
8	**CO3+HCO3**	mg/Kg	73.2	109.8	97.6	134.2	134.2	109.8	61
9	**مواد آلی**	%	0.09	0.12	0.22	0.25	0.25	0.06	0.31
10	**گچ**	%	1.35	0.97	0.28	0.84	1.09	0.33	0.24

ردیف	آزمایش	واحد	محل نمونه برداری						
			TP.08	TP.09	TP.10	TP.11	TP.12	TP.13	TP.14	TP.15
			۲ متری	۱ متری	۲,۵ متری	۲ متری	۱ متری	۲,۵ متری	۱ متری	۱ متری
1	**EC*10³**	Ms/cm	23.2	20.6	24.4	12.32	36.8	31.1	3.12	23.3
2	**PH**	%	7.53	7.74	7.88	7.69	7.47	7.79	7.66	7.7
3	**کلر (CL-)**	%	0.77	0.64	0.78	0.39	1.14	1.07	0.09	0.74
4	**کلر (CL-)**	mg/Kg	7721.25	6485.8	7841.9	3951.1	11427.25	10745.8	986.9	7412.4
5	**سولفات (SO4)**	%	0.08	0.13	0.11	0.07	0.23	0.052	0.014	0.13
6	**سولفات (SO4)**	mg/Kg	816	1320	1180.8	705.6	2376	523.2	144	1315.2
7	**سولفید (S)**	mg/Kg	90.66	146.6	131.2	78.4	264	59.13	16	146.13
8	**CO3+HCO3**	mg/Kg	73.2	97.6	134.2	85.4	134.2	109.8	109.8	122
9	**مواد آلی**	%	0.188	0.09	0.25	0.09	0.188	0.125	0.09	0.23
10	**گچ**	%	0.86	0.57	0.57	0.5	0.65	1.47	0.43	0.41

۵-۷-۱- بررسی نتایج شیمیایی بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

با توجه به نتایج آزمایش‌های شیمیایی انجام شده، جهت تعیین نوع سیمان مصرفی می توان از جدول ۹-پ-۱-۸ و مندرجات صفحات ۵۱۳ و ۵۱۴ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش ۹۹ و یا هر آیین نامه معتبر در زمینه پروژه که تشخیص مشاور باشد با رعایت کلیه ضوابط مشخصات فنی خصوصی پروژه بر اساس تشخیص مشاور طرح استفاده نمود. نتایج آزمایش شیمیایی نشان دهنده مقدار یون سولفات($SO4^{-}$) محلول در آب موجود در خاک (درصد وزنی) در محدوده بین ۰/۲ تا ۲ درصد ($0.2\%\leq SO4^{-}\leq 2.0\%$) می باشد که در شرایط محیطی از نظر سولفات در شرایط متوسط طبقه بندی می گردد. سایر نتایج شیمیایی نشان از حضور **ترکیبات قابل توجه کلر و گچ متبلور شده** در عمق های سطحی خاک محل را دارد.

تعیین نوع سیمان مصرفی: با توجه به حدود نتایج آزمایش های شیمی خاک محل پروژه در شرایط محیطی از نظر احتمال حملات سولفاتی در رده زیاد (XS2) قرار گرفته و برای اعماق تماس بین پی و خاک می بایست از سیمان با مقاومت سولفاتی متوسط (سیمان تیپ II) با حداقل عیار ۴۰۰ کیلوگرم در متر مکعب و رده مقاومتی C30 و نسبت آب به سیمان حداکثر ۰/۴۵ جهت بتن ریزی پی ها و سایر قسمت هایی که در تماس با خاک هستند استفاده نمود.

بدیهی است استفاده از مصالح، سیمان، آب و طرح اختلاط آزمایشگاهی مناسب و مطابق استاندارد های مربوطه تاکید و الزامی می باشد.

۵-۷-۲- بررسی نتایج شیمیایی بر اساس مراجع بین المللی

روش دیگر جهت تعین خورندگی خاک استفاده از درجه بندی پارامترهای مختلف خاک می باشد که در جدول ۷ نمرات این پارامترها و در جدول شماره ۸ میزان خورندگی با استفاده از مجموع کلیه پارامترها موثر آورده شده است. که با توجه به جدول شماره ۹ می توان برای سایت مورد نظر میزان خوردگی را نتیجه گیری کرد.

به منظور کنترل خوردگی می توان از آیین نامه های زیر جهت پوشش ها استفاده کرد.

EN ISO 14713
EN ISO 1461:2009
DIN EN ISO 8044
DIN EN ISO 12944-1-2-3
DIN EN ISO 12501-1

جدول شماره ۷- نمرات پارامتر های مهم در خورندگی خاک

No	Item	Description	Score
1	Soil Type	Limy, Rocky, Sandy	2
		Mud with Sand Clay	0
		Clay, Limy Clay	-2
		Thick and Compact Mud Coal, Swampy Soil	-4
2	Moisture	>20%	-1
		<=20%	0
3	pH	>6	0
		<=6	-2
4	Under wound Water	No	0
		Yes	-1
		Variable	-2
5	Soil Resistivity	<10Ωm	-4
		10-23 Ωm	-3
		23-50 Ωm	-2
		50-100 Ωm	-1
		>100 Ωm	0
6	$CO_3^2+HCO_3$	<=1%	0
		1-5%	1
		>5%	2
7	Cl-	<=100 mg kg	0
		>100 mg kg	-1
8	SO_4^{-2}	<200 mg kg	0
		200-500 mg kg	-1
		500-1000 mg kg	-2
		>1000 mg kg	-3
9	S^{2-}	No	0
		Negligible	-2
		Yes	-3
10	Ash of Coke	No	0
		Yes	-4

جدول شماره ۸- خلاصه درجه بندی پارامتر های مهم خاک در گمانه ها تا عمق ۱ متر در میزان خورندگی

No.	Item	Description	Score
1.	Soil type	**Mud with Sand Clay**	**0**
2.	Moisture	**<=20%**	**0**
3.	PH	>6	**0**
4.	Under Ground water	NO	**0**
5.	Soil Resistivity	**10-23 Ωm**	**-3**
6.	CO_3^{-2} HCO_3	<=1%	**0**
7.	CL	**>100 mg kg**	**-1**
8.	$SO4^{-2}$	**>1000 mg kg**	**-2**
9.	S^{-2}	**Negligible**	**-2**
10.	Ash to Coke	NO	**0**

جدول شماره ۹- تعیین سطح خورندگی با استفاده از جمع نمرات جدول شماره ۷

Total Score	Corrosivity Level
S>=0	**Negligible**
-2 <S<0	**Low**
-5 <S<= -2	**Moderate**
-10<S<=-5	**High**
S<= -10	**Very High to Severe**

همچنین مطابق مراجع نامبرده میزان حداکثر و حداقل ضخامت گالوانیزه که برای مقاطع فولادی قابل استفاده است با توجه به ضخامت فولاد مطابق جدول شماره ۱۰ تعیین می شود:

جدول ۱۰- ضخامت حداقل و حداکثر گالوانیزه قابل استفاده برای مقاطع فلزی در خورندگی خاک

ضخامت فلز (mm)	متوسط ضخامت پوشش(حداقل مقدار) (µm)	متوسط ضخامت پوشش(حداکثر مقدار) (µm)
t>6mm	85	**150**
3mm <t ≤6mm	70	**90**
1.5mm <t ≤3mm	55	**80**

نتیجه گیری :

جمع نمرات پارامترهای مهم خاک محل در میزان خورندگی،طبق جدول ۷ : **S=-8**

سطح خورندگی توجه به جدول ۸: **خاک با خورندگی زیاد**

۵-۸- آزمایش برش مستقیم

جهت تعیین خصوصیات مکانیکی و پارامتر های مقاومت برشی لایه های خاک آزمایش برش مستقیم کند برروی نمونه های دستخورده در شرایط غرقاب شده انجام می گردد. همچنین جهت تعیین خصوصیات مکانیکی و پارامترهای مقاومت برشی لایه های خاک در شرایط طبیعی آزمایش برش مستقیم تند برروی نمونه های دستخورده در شرایط طبیعی انجام می گردد.ضمنا چسبندگی و زاویه اصتکاک داخلی خواص ثابت خاک نیستند و با شرایط مختلف تغییر می کنند.

با توجه نوع و درصد رطوبت محل خاک محل گمانه ها و عدم امکان نمونه گیری دست نخورده، آزمایش مذکور بر روی نمونه های ریمولد (بازسازی شده) از خاک دست خورده بر اساس شرایط درصد رطوبت و دانسیته در محل به روش تند انجام شده است.

جدول ۱۱- نتایج آزمایش های تعیین پارامترهای مقاومت برشی لایه های خاک

شماره گمانه	عمق (m)	نوع خاک	نوع آزمایش	درصد رطوبت	γ (g/cm³)	φ' (°)	φ_u (°)	C' (kg/cm²)	C_u (kg/cm²)
TP.6	1	SM	برش تند طبیعی	4.5	1.80	-	30	-	0.09
TP.7	2	SW-SM	برش تند طبیعی	3.3	1.89	-	33	-	0.04
TP.9	2	SM	برش تند طبیعی	3.8	1.92	-	31	-	0.09
BH.1	6	SM	برش تند طبیعی	4.4	1.88	-	34	-	0.08
BH.1	12	SM	برش تند طبیعی	5.3	1.95	-	32	-	0.08
BH.1	15	GM	برش تند طبیعی	7.8	1.93	-	33	-	0.04
BH.1	18	SM	برش تند طبیعی	6.7	1.90	-	30	-	0.13
BH.2	3	SM	برش تند طبیعی	4.9	1.92	-	28	-	0.05

۶- پارامترهای ژئوتکنیکی مورد استفاده در محاسبات مقاومت مجاز و نشست

با توجه به نوع و جنس لایه های خاک تا انتهای عمق گمانه حفاری شده، جهت تعیین خصوصیات مکانیکی و پارامترهای مقاومت برشی لایه های خاک از آزمایش برش مستقیم (تند) و برای تعیین پارامترهای مرتبط با تغییر شکل پذیری خاک نظیر ضریب پواسون و مدول الاستیسته از نتایج دانسیته در محل، آزمایش SPT و آزمایش های طبقه بندی خاک استفاده شده است.

به منظور محاسبات ظرفیت باربری مجاز و نشست از پارامترهای زیر برای لایه های مختلف استفاده شده است.

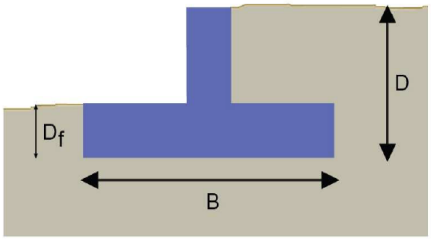
جدول ۱۲- پارامترهای انتخابی مقاومتی و تغییر شکل پذیری خاک جهت استقرار تراز کف پی های سطحی مربعی و نواری در عمق حدود ۱ متری از سطح محل گمانه ها

نام لایه خاک	ضخامت لایه (m)	پائین لایه (m)	وزن مخصوص (gr/cm3)	C (kg/cm2)	F (o)	Es (kg/cm2)	ضریب پواسون	نسبت مناقد	Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	بیش تحکیم یافته
خاک1	3	3	1.7	0.07	28	250	0.3	0.6				False
خاک 2	7	10	1.85	0.05	32	500	0.3	0.55				False
خاک 3	10	20	1.95	0.05	34	750	0.3	0.5				False

پارامتر	مقدار	واحد
L / B	5	-
Df	1	m
عمق گودبرداری	1	m
نیروی افقی (B direction)		kgf
نیروی افقی (L direction)		kgf
بار قائم		kgf
لنگر (around B)		kgf.m
لنگر (around L)		kgf.m

پارامتر	مقدار	واحد
متوسط وزن مخصوص خاک بالای فونداسیون	1.70	gr/cm3
سطح آب زیرزمینی از زیر پی	100	m
ضریب اطمینان	3	-
نشست مجاز	2.54	cm
ضریب بارگذاری مجدد Er/Es	1	-
ضریب صلبیت پی	1	-
ضریب نشست تحکیم غیراشباع	0	-

$$q_{ult}=C.N_c.S_c.d_c.i_c.g_c.b_c + q.N_q.S_q.d_q.i_q.g_q.b_q + \frac{1}{2}\gamma.B'.N\gamma.S\gamma.d\gamma.i\gamma.g\gamma.b\gamma$$



۷- ظرفیت باربری مجاز خاک

بطور کلی دو عامل ذیل در طرح شالوده سازه ها اثر تعیین کننده دارد :

الف) فشار وارده از شالوده به خاک از مقاومت ایمنی خاک در برابر گسیختگی برشی تجاوز نکنند.

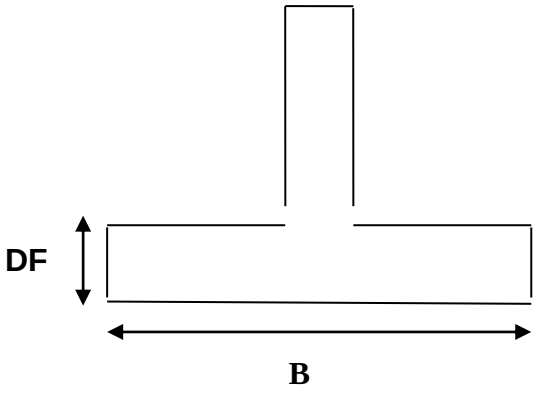
ب) بار وارده نباید باعث نشستهای بیش از نشست مجاز برای سازه مورد نظر گردد.

نوع پی مناسب و علاوه بر خصوصیات مکانیکی خاک از نظر مقاومت در برابر گسیختگی برش و نشست، به میزان نیروهای وارده از سازه، ابعاد و نوع مناسب پی، عمق مدفون خاک نیز بستگی دارد. لذا با توجه به توضیحات فوق، مقاومت مجاز خاک (ظرفیت باربری مجاز) پروژه بر اساس گسیختگی برشی و نشست خاک به شرح زیر قابل محاسبه خواهد بود.

۷-۱- تعیین ظرفیت باربری مجاز (ایمن) پی های سطحی بر اساس معیار گسیختگی برشی :

ظرفیت باربری مجاز به لحاظ گسیختگی برشی با استفاده از رابطه عمومی هنسن (Hansen – 1970) به شرح زیر محاسبه می گردد.

$$qu = C.Nc.Sc.dc.Fc.gc.bc + q.Nq.Sq.dq.Fq.gq.b\,q + 0.5.\gamma.B.N\gamma.S\gamma.d\gamma.F\gamma.g\gamma.b\gamma$$



C : چسبندگی خاک بر حسب Kg/cm^2

qu : ظرفیت باربری نهایی خاک در تراز سطح زیرین شالوده بر حسب Kg/cm^2

qa : ظرفیت باربری مجاز (ایمن) خاک در تراز سطح زیرین شالوده بر حسب Kg/cm^2

q : تنش موثر در تراز سطح زیرین شالوده بر حسب Kg/cm^2

F.S : ضریب اطمینان (معمولا" برابر ۳ در نظر گرفته می شود)

Df : عمق مدفون پی

γ : وزن مخصوص خاک بر حسب gr/cm^3 (در صورت اشباع شدن خاک زیر فونداسیون تبدیل به γ' یعنی وزن مخصوص شناور می شود)

B.L : طول و عرض شالوده بر حسب Cm

Sc , Sq , Sγ : ضرایب شکل

dc , dq , dγ : ضرایب عمق

Fc , Fq , Fγ : ضرایب میل بار

gc , gq , gγ : ضرایب زمین (پی بر روی شیب)

bc , bq , bγ : ضرایب پی (پی کج شده)

Nc , Nq , Nγ : ضرایب ظرفیت باربری

۷-۲- تعیین ظرفیت باربری مجاز خاک بر اساس معیار نشست خاک

معمولا" محاسبات نشست نقش مهمی را در طراحی و اجرای شالوده ها دارد. نشست در خاکهای ریزدانه چسبنده شامل نشست آنی، تحکیمی و ثانویه و در خاکهای غیر چسبنده فقط شامل نشست آنی می باشد. معمولا" در محاسبه نشست پی در خاکهای چسبیده از نشست ثانویه صرف نظر می شود. لذا با این توضیح به طور کلی دو نوع نشست اصلی می تواند برای شالوده های سطحی رخ دهد.

الف) نشست آنی : در موقع عملیات اجرایی و در مدت کوتاهی بعد از اجرای شالوده رخ می دهد که این نشست در کلیه خاکها محاسبه می گردد و فقط در خاک های ریزدانه در حد اشباع بیش از ۹۰ درصد می توان از آن صرف نظر کرد.

ب) نشست تحکیم : در اثر تغییر شکل لایه های خاک تحت اثر نیروی وارده و کاهش حجم بر اثر خروج تدریجی آب از میان حفرات موجود در خاک در طول زمان صورت می گیرد.

در این پروژه با توجه به جنس لایه های خاک و درصد رطوبت فعلی، نشست خاک زیر پی از نوع آنی بوده که به شرح زیر محاسبه گردد.

$$Se=q'.B.\frac{1-\nu^2}{E}Iw$$

Se : نشست الاستیک بر حسب Cm

q´ : فشار خالص کف بر حسب Kg/cm^2 ($q=qa-\gamma.D_f$)

B : عرض پی بر حسب Cm

E : مدول الاستیسیته خاک بر حسب Kg/cm^2

ν: ضریب پواسون خاک

Iw : ضریب شکل پی

۷-۳- ظرفیت باربری مجاز :

در این پروژه با توجه به درجه اشباع و جنس لایه های خاک محل گمانه ها، نشست ها عمدتا" از نوع آنی مورد انتظار می باشد و با زیاد شدن عمق مدفون موثر پی ظرفیت باربری افزایش می یابد . نتایج بررسی ظرفیت باربری پی های مورد نظر بر حسب نشستهای مختلف فرضی به شرح ذیل بدست آمده است.

جدول ۱۳-ظرفیت باربری و نشست مجاز پی های سطحی مربعی و نواری در عمق استقرار حدود ۱ متر از سطح محل گمانه ها

B(m)		L/B=1	L/B=2	L/B=5	L/B=8	L/B=10
1	Qall (kg/cm2)	3.1	2.7	2.4	2.3	2.3
	S (cm)	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
1.5	Qall (kg/cm2)	3.0	2.6	2.4	2.3	2.3
	S (cm)	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9
2	Qall (kg/cm2)	2.9	2.6	2.4	2.4	2.4
	S (cm)	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2
2.5	Qall (kg/cm2)	2.9	2.7	2.5	2.5	2.5
	S (cm)	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4
3	Qall (kg/cm2)	3.0	2.8	2.6	2.6	2.6
	S (cm)	1.3	1.5	1.7	1.7	1.8
3.5	Qall (kg/cm2)	3.0	2.9	2.7	2.7	2.7
	S (cm)	1.5	1.7	2.0	2.1	2.1
4	Qall (kg/cm2)	3.2	3.1	3.0	2.9	2.9
	S (cm)	1.8	2.1	2.5	2.5	2.5

۸- بررسی مدول عکس العمل قائم استاتیکی خاک بستر

اگر شالوده ای به عرض B تحت تاثیر باری به شدت q (نیرو بر واحد سطح) قرار گیرد ، نشست Δ در آن بوجود می آید با این مقدمه ، ضریب واکنش بستر به صورت زیر تعریف می شود:

$$k = q/\Delta$$

واحد k بر حسب کیلو گرم بر سانتیمتر مکعب می باشد. مقدار ضریب واکنش بستر برای یک خاک مشخص ثابت نیست و به عوامل متعددی نظیر نوع شالوده ، طول (L) و عرض (B) شالوده و همچنین عمق قرار گیری آن بستگی دارد.

جدول ۱۴- ضریب واکنش بستر استاتیک خاک پی های سطحی نواری و مربعی برای استقرار تراز کف پی در عمق ۱ متری از سطح محل گمانه ها

Estimated Ks values (kg/cm3):

B(m)	L/B=1	L/B=2	L/B=5	L/B=8	L/B=10
1	6.33	4.77	3.60	3.30	3.22
1.5	4.21	3.20	2.66	2.52	2.47
2	3.14	2.51	2.16	2.07	2.02
2.5	2.50	2.14	1.82	1.74	1.71
3	2.22	1.86	1.59	1.50	1.45
3.5	2.00	1.65	1.39	1.30	1.26
4	1.80	1.48	1.21	1.14	1.13

۹-ضرایب فشار جانبی خاک

فشار خاک وارد بر پشت دیوارها و یا جلوی آن ها تابعی از نوع حرکت دیوار می باشد. چنانچه خاک دیوار را فشار دهد و دیوار حول پاشنه بگردد و یا به طرف جلو حرکت نماید کمترین مقدار فشار خاک یعنی فشار خاک فعال (Active) بر پشت دیوار وارد می شود که با Ka نشان داده می شود.

چنانچه به عکس باشد یعنی دیوار خاک را حرکت بدهد و جابجا نماید (دیوار توسط نیروهای وارد خارجی به طرف خاک رانده شود) در پشت دیوار بزرگترین فشار خاک یعنی فشار مدافع (passive) وارد می گردد که با Kp نشان داده می شود.

چنانچه نه خاک دیوار را به حرکت درآورد و نه دیوار خاک را، مقدار فشار خاک وارده به پشت دیوار دارای مقداری مابین فشار خاک فعال و مدافع خواهد بود که فشار خاک خنثی نامیده می شود و با K_0 نشان داده می شود.

با توجه به مطالب ذکر شده در پشت دیوارهای حائل فشار خاک فعال و در جلوی آنها فشار خاک مدافع و در پشت دیوارهای زیرزمین ها که سقف ساختمان به عنوان تکیه گاه صلب از حرکت راس دیوار جلوگیری می نماید فشار خاک خنثی به وجود می آید. با در نظر گرفتن شرایط بلند مدت $Ø'=30^{\circ}$ ضرائب فشارهای جانبی خاک محل پروژه در حالت های فشار فعال (K_a) ، فشار مقاوم (K_p) و سکون (K_o) از روابط رانکین ذیل بدست می آید :

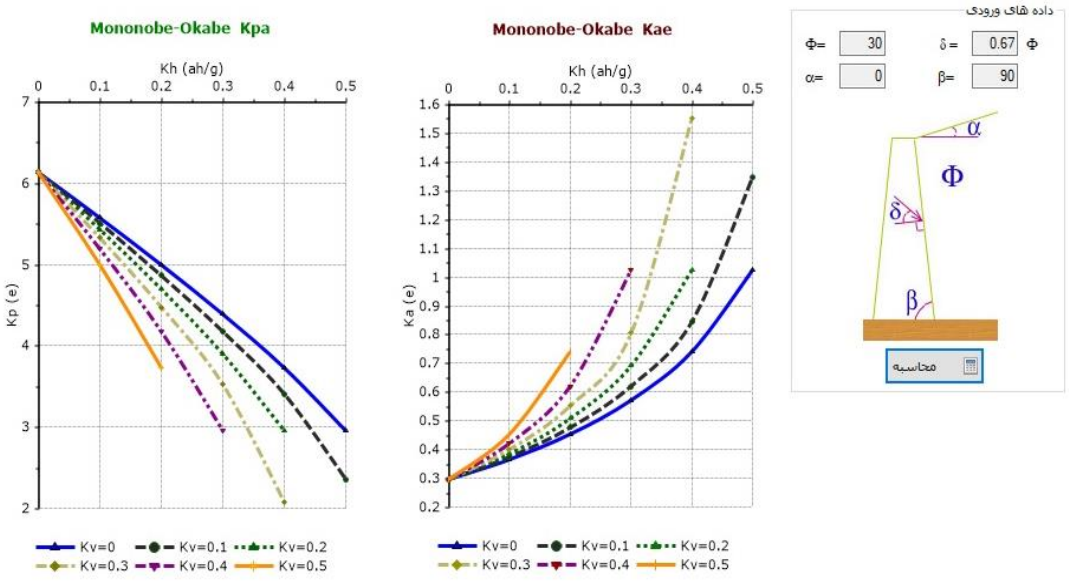
$$K_a = (1 – \text{Sin } Ø') / (1 + \text{Sin } Ø')$$

$$K_p = (1 + \text{Sin } Ø') / (1 – \text{Sin } Ø')$$

$$K_0 = 1 – \text{Sin } Ø'$$

$K_0 = 0.5$

Rankine Lateral Earth Pressure (static)
Ka=0.333
Kp=3
Coulomb Lateral Earth Pressure (static)
Ka=0.297
Kp=6.132



شکل ۷- ضرایب فشار جانبی خاک

لازم به ذکر است که در صورت وجود هرگونه سربار اضافی در مجاورت دیوار حائل بایستی اثر آن در محاسبات مربوط به دیوار حائل در نظر گرفته شود.

۱۰- نتیجه گیری و جمع بندی

۱۰-۱- سطح آب زیرزمینی

تراز سطح آب زیرزمینی تا عمق های حفاری شده محل گمانه ها مشاهده نشد و با توجه به بررسی های انجام شده (بررسی چاههای منطقه و مطالعات میدانی) سطح آب زیرزمینی در اعماق پایین می‌باشد.

۱۰-۲- تعیین نوع سیمان مصرفی

با توجه به حدود نتایج آزمایش های شیمی خاک محل پروژه در شرایط محیطی از نظر احتمال حملات سولفاتی در رده زیاد(XS2) قرار گرفته و برای اعماق تماس بین پی و خاک می بایست از سیمان با مقاومت سولفاتی متوسط (سیمان تیپ II) با حداقل عیار ۴۰۰ کیلوگرم در متر مکعب و رده مقاومتی C30 و نسبت آب به سیمان حداکثر ۰/۴۵ جهت بتن ریزی پی ها و سایر قسمت هایی که در تماس با خاک هستند استفاده نمود.

بدیهی است استفاده از مصالح، سیمان، آب و طرح اختلاط آزمایشگاهی مناسب و مطابق استاندارد های مربوطه تاکید و الزامی می باشد.

۱۰-۳- توصیه ها و پیشنهاد های فنی

- بارش باران‌های موسمی و احتمال جاری‌شدن سیل، یکی از ویژگی‌های فصل بهار است. با توجه به قرار گیری سایت در محل عبور سیلاب احتمالی از سمت بالا دست می بایست نسبت به ایجاد سیل بند مناسب در قسمت بیرونی و سیستم زهکش در داخل سایت اقدام لازم صورت گیرد.

- بمنظور ایجاد بستر مناسب جهت عبور و مرور وسایل و ماشین آلات در سایت همچنین بالا بردن ضریب اطمینان در عمق کوبش پایه ها توصیه می گردد خاک های دستی حدالمقدور از سایت خارج شده و خاک بستر محل تسطیح و عملیات آبپاشی و تراکم تا رسیدن به تراکم نسبی حداقل ۹۰ درصد صورت پذیرد.

- توصیه می گردد ایزولاسیون رطوبتی اطراف فونداسیون ها اجرا گردد. همچنین کلیه مصالح فلزی مدفون در خاک (پایه های سازه پنل خورشیدی) و حتی بتن به نحو مناسبی در برابر زنگ زدگی و خوردگی مقاوم گردند. کلیه تاسیسات و سازه های فلزی با روش های مناسب و ضخامت مناسب در برابر خوردگی آتی مقاوم شوند.
- با توجه به عدم وجود تراز آب زیرزمینی، جنس و تراکم لایه ها، وقوع روانگرایی در محدوده پروژه، محتمل نمی باشد.
- در جدول زیر حداقل عمق پی ها با توجه به درجه حرارت مینیمم محیط و پدیده یخبندان ارائه شده است. ضمنا اگر پی ساختمانها در ارتفاعی بیش از ۱۵۰ متر از سطح دریا ساخته شود(مناطق کوهستانی)، حداقل عمق داده شده در جدول به ازای هر ۲۰۰ متر افزایش ارتفاع ، به میزان ۵ سانتیمتر افزایش می یابد.

حداقل درجه حرارت(C°)	t >-5°	-5°≥t> -10°	t ≤ -10°
حداقل عمق یخبندان(cm)	60	80	100
ارتفاع پی ساختمان از سطح دریا بیش از ۱۵۰ متر	هر ۲۰۰ متر افزایش ارتفاع، به میزان (cm) ۵ افزایش		

- با توجه به حساسیت خاک محل پروژه نسبت به تغییر رطوبت به منظور جلوگیری از اثر فرسایشی رطوبت خاک توصیه می گردد سیستم زهکشی مناسب به نحوی اجرا شود که از تجمع و نفوذ آب های سطحی در سایت و زیر پایه ها جلوگیری شود.
- با توجه به نتایج آزمایش های دانه بندی، حدود اتربرگ و سی بی آر انجام شده می توان گفت خاک محل پروژه جهت اجرای لایه های بستر و خاکریزی مناسب بوده و به شرط قرار گیری در حدود مشخصات فنی مورد نظر مشاور از آن به عنوان لایه های خاکریز و روسازی در محوطه سازی استفاده نمود.

در خاتمه لازم به ذکر است که این مطالعات بر اساس درخواست کارفرمای محترم که به این مشاور ابلاغ شده تنظیم شده است. با عنایت به اینکه کلیه اطلاعات ارائه شده در این گزارش بر اساس مشاهدات و مطالعات انجام شده در محل حفر گمانه می باشد و با توجه به طبیعت متغیر زمین، در صورتی که در حین عملیات اجرایی و گودبرداری مغایرتی در نوع لایه های خاک تحت الارضی مشاهده گردید لازم است مهندس ناظر محترم پروژه سریعا" موارد را با مشاور آزمایشگاه مطرح نموده تا بررسی های لازم و در صورت نیاز آزمایش ها و حفاری مجدد در نقاط مشکوک انجام گردد.

پیوست ۱- تصاویر پروژه (عملیات صحرایی)





حفاری با استفاده از بیل مکانیکی و نمونه برداری از اعماق مختلف خاک







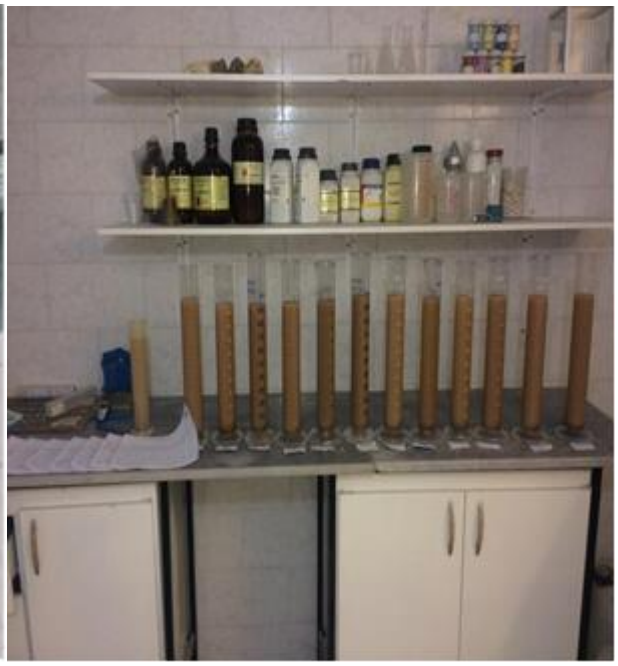
حفاری به روش ماشینی

تصاویر پروژه (آزمایش های آزمایشگاهی)









آزمایش دانه بندی، هیدرومتری و حدود اتربرگ







آزمایش تعیین درصد رطوبت، برش مستقیم و سی بی آر



آزمایش های آنالیز شیمیایی خاک

پیوست ۲- نتایج آزمایش ها

لیست گمانه ها

Saze Azma Gouhar Isatis



پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز

عنوان	نوع	عمق (m)	خاک دستی (m)	سطح آب (m)	تعداد نمونه ها	تعداد آزمایشهای SPT	مختصات
BH.01	Mud Rotary	23	0	N/A	23	9	X=272572 Y=3502881 Z=
BH.02	Mud Rotary	6	0	N/A	6	3	X=273223 Y=3503207 Z=
TP.01	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=272639 Y=3503252 Z=
TP.02	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=272640 Y=3503055 Z=
TP.03	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=272640 Y=3502872 Z=
TP.04	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=272649 Y=3502680 Z=
TP.05	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=272638 Y=3502491 Z=
TP.06	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=272866 Y=3503184 Z=
TP.07	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=272869 Y=3502966 Z=
TP.08	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=272878 Y=3502804 Z=
TP.09	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=272874 Y=3502611 Z=
TP.10	Test Pit	2.5	0	N/A	3	0	X=273078 Y=3503272 Z=
TP.11	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=273084 Y=3503111 Z=
TP.12	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=273083 Y=3502931 Z=
TP.13	Test Pit	2.5	0	N/A	3	0	X=273069 Y=3502749 Z=
TP.14	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=273077 Y=3502535 Z=
TP.15	Test Pit	2.5	0	N/A	3	1	X=273292 Y=3502550 Z=

خلاصه نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی

Saze Azma Gouhar Isatis

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

گمانه	عمق نمونه (m)	Soil Class	D10 mm	D30 mm	D60 mm	رس (٪)	سیلت / لای (٪)	ماسه (٪)	شن (٪)	قلوه سنگ (٪)	LL	PL
BH.01	1	SM A-1-b(0)	-1	0.259	2.401	8.6	10.9	52.9	27.5	0.1	N/A	N/A
BH.01	3	SP-SM A-1-b(0)	-1	0.653	4.614	0	11.7	50.2	38	0.1	N/A	N/A
BH.01	6	SM A-1-b(0)	-1	0.234	2.811	10	12.1	46.1	31.8	0	N/A	N/A
BH.01	9	SM A-1-b(0)	-1	0.188	1.913	11.3	13.5	50.6	24.6	0	N/A	N/A
BH.01	12	SM A-1-b(0)	-1	0.188	1.539	9.2	14.2	57.5	19	0.1	N/A	N/A
BH.01	15	GM A-1-b(0)	-1	0.37	5.007	6.9	10	41.3	41.8	0	N/A	N/A
BH.01	18	SM A-1-b(0)	-1	0.298	3.443	9.4	11.9	43.6	35.2	0	N/A	N/A
BH.01	20	SM A-1-b(0)	-1	0.229	1.588	10.1	11.8	58.2	19.9	0	N/A	N/A
BH.02	1	SP-SM A-1-b(0)	-1	0.423	2.717	0	11.5	59.3	29.2	0	N/A	N/A
BH.02	3	SM A-4(0)	-1	0.124	1.127	12	15.3	52.4	20.3	0	N/A	N/A
TP.01	1	SM A-1-b(0)	-1	0.322	1.987	6	8.8	60.1	25.1	0	N/A	N/A
TP.01	2	SW-SM A-1-b(0)	0.084	0.771	4.814	0	9.8	50	40.3	0	N/A	N/A
TP.02	1	SW-SM A-1-b(0)	0.141	0.466	1.14	0	9.2	75.5	15.3	0	N/A	N/A
TP.02	2.5	SP-SM A-1-b(0)	0.173	0.644	3.441	0	6.3	59.8	33.9	0	N/A	N/A
TP.03	1	SW-SM A-1-b(0)	0.092	0.683	2.376	0	9.7	65	25.3	0	N/A	N/A
TP.04	1	SP-SM A-1-b(0)	-1	0.961	4.351	0	10.5	51.5	38	0	N/A	N/A
TP.04	2.5	SP-SM A-1-b(0)	-1	0.641	3.639	0	11.5	53.8	34.7	0	N/A	N/A
TP.05	1	SM A-1-b(0)	-1	0.303	2.751	8.4	12.3	49.5	29.7	0.1	N/A	N/A
TP.05	2	SP-SM A-1-b(0)	-1	0.654	4.128	0	11.2	51.6	37.2	0	N/A	N/A
TP.06	1	SM A-1-b(0)	-1	0.249	1.943	8.1	9.9	57.1	24.8	0.1	N/A	N/A
TP.06	2.5	SM A-1-b(0)	-1	0.432	3.131	6.7	9.7	51.6	32	0	N/A	N/A
TP.07	1	SM A-1-b(0)	-1	0.615	3.885	6.2	9.1	48.7	36	0	N/A	N/A
TP.07	2	SW-SM A-1-b(0)	0.082	1.176	5.897	0	9.9	45.2	44.9	0	N/A	N/A
TP.08	1	SM A-1-b(0)	-1	0.927	4.114	6	7.1	50.5	36.4	0	N/A	N/A
TP.08	2	SM A-1-b(0)	-1	0.337	1.734	6.6	10.1	61.9	21.4	0	N/A	N/A
TP.09	1	SM A-1-b(0)	-1	0.278	2.255	8.1	11.3	54.1	26.5	0	N/A	N/A
TP.09	2	SM A-1-b(0)	-1	0.36	2.152	7.1	10.4	56.9	25.6	0	N/A	N/A
TP.10	1	SP-SM A-1-b(0)	-1	0.551	2.509	0	11.7	61.1	27.2	0	N/A	N/A

خلاصه نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی

Saze Azma Gouhar Isatis

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز

گمانه	عمق نمونه (m)	Soil Class	D10 mm	D30 mm	D60 mm	رس (٪)	سیلت / لای (٪)	ماسه (٪)	شن (٪)	قلوه سنگ (٪)	LL	PL
TP.10	2.5	SP-SM A-1-b(0)	0.165	0.754	4.281	0	7.3	54.6	38.1	0	N/A	N/A
TP.11	1	SW-SM A-1-b(0)	0.079	0.742	2.871	0	9.9	60.9	29.2	0	N/A	N/A
TP.11	2	SM A-1-b(0)	-1	0.643	4.07	6.8	8.6	47.9	36.7	0	N/A	N/A
TP.12	1	SM A-1-b(0)	-1	0.484	3.08	7.1	8.9	53.3	30.7	0	N/A	N/A
TP.12	2	SM A-1-b(0)	-1	0.69	4.255	5.8	8.1	48.3	37.8	0	N/A	N/A
TP.13	1	SW A-1-b(0)	0.272	1.159	4.77	0	4.8	55.1	40.1	0	N/A	N/A
TP.13	2.5	SP-SM A-1-b(0)	-1	0.619	3.94	0	12	51.7	36.3	0	N/A	N/A
TP.14	1	SM A-1-b(0)	-1	0.334	2.758	8.8	12.3	51.3	27.7	0	N/A	N/A
TP.14	2	SP-SM A-1-b(0)	-1	0.761	5.071	0	11.6	47.1	41.3	0	N/A	N/A
TP.15	1	SM A-1-b(0)	-1	0.359	1.143	7.5	9.7	68.2	14.5	0.1	N/A	N/A
TP.15	2.5	SP-SM A-1-b(0)	-1	0.707	3.315	0	11	57.2	31.8	0	N/A	N/A

آزمایش تعیین دانسیته و رطوبت

گمانه	عمق نمونه (m)	Soil Class	درصد رطوبت (٪)	دانسیته خشک (gr/cm3)
BH.01	3	SP-SM A-1-b(0)	4.9	
BH.01	4		5.5	
BH.01	6	SM A-1-b(0)	4.4	1.88
BH.01	10		5.3	1.95
BH.01	14		7.8	1.93
BH.01	18	SM A-1-b(0)	6.7	1.9
BH.02	3	SM A-4(0)	4.9	1.92
BH.02	6		6.4	
TP.01	1	SM A-1-b(0)	3.3	
TP.01	2	SW-SM A-1-b(0)	2.7	
TP.02	1	SW-SM A-1-b(0)	2.3	
TP.02	2.5	SP-SM A-1-b(0)	2.1	1.86
TP.03	1	SW-SM A-1-b(0)	3.1	
TP.04	1	SP-SM A-1-b(0)	3.7	1.77
TP.04	2.5	SP-SM A-1-b(0)	4	
TP.05	1	SM A-1-b(0)	4.7	
TP.05	2	SP-SM A-1-b(0)	2.5	

خلاصه نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی

Saze Azma Gouhar Isatis

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز

گمانه	عمق نمونه (m)	Soil Class	درصد رطوبت (٪)	دانسیته خشک (gr/cm3)
TP.06	1	SM A-1-b(0)	3.9	
TP.06	2.5	SM A-1-b(0)	4.5	1.8
TP.07	1	SM A-1-b(0)	4.6	
TP.07	2	SW-SM A-1-b(0)	3.3	1.89
TP.08	1	SM A-1-b(0)	3.4	
TP.08	2	SM A-1-b(0)	4.1	
TP.09	1	SM A-1-b(0)	3.1	
TP.09	2	SM A-1-b(0)	3.8	1.92
TP.10	1	SP-SM A-1-b(0)	2.8	
TP.10	2.5	SP-SM A-1-b(0)	2.5	
TP.11	1	SW-SM A-1-b(0)	3.1	1.77
TP.11	2	SM A-1-b(0)	3.9	
TP.12	1	SM A-1-b(0)	3.4	
TP.12	2	SM A-1-b(0)	4.8	
TP.13	1	SW A-1-b(0)	2.4	
TP.13	2.5	SP-SM A-1-b(0)	3.4	1.85
TP.14	1	SM A-1-b(0)	4.9	
TP.14	2	SP-SM A-1-b(0)	4.5	
TP.15	1	SM A-1-b(0)	3.6	
TP.15	2.5	SP-SM A-1-b(0)	4.1	1.94

آزمایش برش مستقیم

گمانه	عمق نمونه (m)	Soil Class	نوع	Box Width (cm)	C (kg/cm2)	Phi (deg)
BH.01	6	SM A-1-b(0)	سریع	10	0.08	33.7
BH.01	12	SM A-1-b(0)	سریع	10	0.08	31.8
BH.01	15	GM A-1-b(0)	سریع	10	0.04	33.3
BH.01	18	SM A-1-b(0)	سریع	10	0.13	29.7
BH.02	3	SM A-4(0)	سریع	10	0.05	28
TP.06	1	SM A-1-b(0)	سریع	10	0.09	30.1

خلاصه نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی

Saze Azma Gouhar Isatis

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز

گمانه	عمق نمونه (m)	Soil Class	نوع	Box Width (cm)	C (kg/cm2)	Phi (deg)
TP.07	2	SW-SM A-1-b(0)	سریع	10	0.04	32.7
TP.09	2	SM A-1-b(0)	سریع	10	0.09	31.3

آزمایش شیمی خاک و آب

گمانه	عمق نمونه (m)	Soil Class	#	مقدار
TP.01	1	SM A-1-b(0)	6	0.12
TP.01	1	SM A-1-b(0)	7	1.35
TP.01	1	SM A-1-b(0)	9	0.53
TP.01	1	SM A-1-b(0)	10	0.09
TP.01	1	SM A-1-b(0)	2	7.62
TP.02	2.5	SP-SM A-1-b(0)	7	0.97
TP.02	2.5	SP-SM A-1-b(0)	9	0.37
TP.02	2.5	SP-SM A-1-b(0)	6	0.2
TP.02	2.5	SP-SM A-1-b(0)	2	7.76
TP.02	2.5	SP-SM A-1-b(0)	10	0.12
TP.03	1	SW-SM A-1-b(0)	2	7.9
TP.03	1	SW-SM A-1-b(0)	6	0.17
TP.03	1	SW-SM A-1-b(0)	7	0.28
TP.03	1	SW-SM A-1-b(0)	9	0.3
TP.03	1	SW-SM A-1-b(0)	10	0.22
TP.04	1	SP-SM A-1-b(0)	7	0.84
TP.04	1	SP-SM A-1-b(0)	9	0.46
TP.04	1	SP-SM A-1-b(0)	6	0.32
TP.04	1	SP-SM A-1-b(0)	2	7.54
TP.04	1	SP-SM A-1-b(0)	10	0.25
TP.05	2	SP-SM A-1-b(0)	2	7.69
TP.05	2	SP-SM A-1-b(0)	6	0.25
TP.05	2	SP-SM A-1-b(0)	7	1.09
TP.05	2	SP-SM A-1-b(0)	9	0.77

خلاصه نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی

Saze Azma Gouhar Isatis

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز

گمانه	عمق نمونه (m)	Soil Class	#	مقدار
TP.05	2	SP-SM A-1-b(0)	10	0.25
TP.06	2.5	SM A-1-b(0)	6	0.08
TP.06	2.5	SM A-1-b(0)	10	0.06
TP.06	2.5	SM A-1-b(0)	7	0.33
TP.06	2.5	SM A-1-b(0)	2	7.59
TP.06	2.5	SM A-1-b(0)	9	0.68
TP.07	1	SM A-1-b(0)	2	7.65
TP.07	1	SM A-1-b(0)	6	0.14
TP.07	1	SM A-1-b(0)	7	0.24
TP.07	1	SM A-1-b(0)	9	0.74
TP.07	1	SM A-1-b(0)	10	0.31
TP.08	2	SM A-1-b(0)	9	0.77
TP.08	2	SM A-1-b(0)	2	7.53
TP.08	2	SM A-1-b(0)	7	0.86
TP.08	2	SM A-1-b(0)	10	0.19
TP.08	2	SM A-1-b(0)	6	0.08
TP.09	1	SM A-1-b(0)	2	7.74
TP.09	1	SM A-1-b(0)	6	0.13
TP.09	1	SM A-1-b(0)	7	0.57
TP.09	1	SM A-1-b(0)	9	0.64
TP.09	1	SM A-1-b(0)	10	0.09
TP.10	2.5	SP-SM A-1-b(0)	6	0.11
TP.10	2.5	SP-SM A-1-b(0)	10	0.25
TP.10	2.5	SP-SM A-1-b(0)	7	0.57
TP.10	2.5	SP-SM A-1-b(0)	2	7.88
TP.10	2.5	SP-SM A-1-b(0)	9	0.78
TP.11	1	SW-SM A-1-b(0)	2	7.69
TP.11	1	SW-SM A-1-b(0)	6	0.07
TP.11	1	SW-SM A-1-b(0)	7	0.5

خلاصه نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی

Saze Azma Gouhar Isatis

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز

گمانه	عمق نمونه (m)	Soil Class	#	مقدار
TP.11	1	SW-SM A-1-b(0)	9	0.39
TP.11	1	SW-SM A-1-b(0)	10	0.09
TP.12	1	SM A-1-b(0)	2	7.47
TP.12	1	SM A-1-b(0)	10	0.19
TP.12	1	SM A-1-b(0)	9	1.14
TP.12	1	SM A-1-b(0)	6	0.23
TP.12	1	SM A-1-b(0)	7	0.65
TP.13	2.5	SP-SM A-1-b(0)	2	7.79
TP.13	2.5	SP-SM A-1-b(0)	6	0.05
TP.13	2.5	SP-SM A-1-b(0)	7	1.47
TP.13	2.5	SP-SM A-1-b(0)	9	1.07
TP.13	2.5	SP-SM A-1-b(0)	10	0.13
TP.14	1	SM A-1-b(0)	2	7.66
TP.14	1	SM A-1-b(0)	10	0.09
TP.14	1	SM A-1-b(0)	9	0.09
TP.14	1	SM A-1-b(0)	6	0.01
TP.14	1	SM A-1-b(0)	7	0.43
TP.15	1	SM A-1-b(0)	10	0.23
TP.15	1	SM A-1-b(0)	2	7.7
TP.15	1	SM A-1-b(0)	6	0.13
TP.15	1	SM A-1-b(0)	7	0.41
TP.15	1	SM A-1-b(0)	9	0.74

Mud Rotary Log BH.01

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:23 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.26
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:272572
مختصه عرض:3502881
Method:Mud Rotary

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)	عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک: Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	حدود آتربرگ: LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)	W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3): Dry	Bulk	آزمایش برش مستقیم: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	آزمایش سه محوری: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم: Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	آزمایش تراکم: wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	آزمایش شیمی خاک: K (cm/sec)	PH	SO3	CL
0					Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن		0																													
1		●	SM A-1-b(0)				1	27.5	52.9	10.9	8.6	NLL	-	NPI																						
2		●				* 33	2																												
3		●	SP-SM A-1-b(0)		Poorly Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار بد دانه بندی شده شن دار با تراکم خیلی زیاد به رنگ قهوه ای روشن		3	38	50.2	11.7					4.9	0	0																			
4		●				* 45	4								5.5	0	0																	
5		●					5																												

SampleTypes

- ● دستخورده
- + دست نخورده
- □ شلبی / یوفر
- ■ کرکانر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations

- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Mud Rotary Log BH.01

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:23 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.26
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:272572
مختصه عرض:3502881
Method:Mud Rotary

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)	عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک: Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	حدود آتربرگ: LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)	W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3): Dry	Bulk	آزمایش برش مستقیم: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	آزمایش سه محوری: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم: Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	آزمایش تراکم: wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک: PH	SO3	CL
5		●			Poorly Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار بد دانه بندی شده شن دار با تراکم خیلی زیاد به رنگ قهوه ای روشن		5																											
6		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار شن دار با تراکم خیلی زیاد به رنگ قهوه ای روشن	* (65)	6	31.8	46.1	12.1	10	NLL	-	NPI	4.4	1.88	2	F	0.08	33.7															
7		●					7																												
8		●				* (65)	8																												
9		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار شن دار با تراکم خیلی زیاد به رنگ قهوه ای روشن		9	24.6	50.6	13.5	11.3	NLL	-	NPI																						
10		●				* (65)	10								5.3	1.95	2.1																	

SampleTypes
- دستخورده
- دست نخورده
- شلبی / یوفر
- کرکانر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations
- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Mud Rotary Log BH.01

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:23 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.26
لاگ نویس:میرحسینی
ارتفاع:
مختصه طول:272572
مختصه عرض:3502881
Method:Mud Rotary

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)	عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک: Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	حدود آتربرگ: LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)	W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3): Dry	Bulk	آزمایش برش مستقیم: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	آزمایش سه محوری: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم: Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	آزمایش تراکم: wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک: PH	SO3	CL
10		●			Silty Sand With Gravel ماسه لای دار شن دار با تراکم خیلی زیاد به رنگ قهوه ای روشن	* (65)	10								5.3	1.95	2.1																			
11		●					11																												
12		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار شن دار با تراکم خیلی زیاد به رنگ قهوه ای روشن	* (65)	12	19	57.5	14.2	9.2	NLL	-	NPI					F	0.08	31.8															
13							13																												
14		●				* (65)	14								7.8	1.93	2.1																	
15		●	GM A-1-b(0)				15	41.8	41.3	10	6.9	NLL	-	NPI					F	0.04	33.3															

SampleTypes

- ● دستخورده A-1-b(0)
- + دست نخورده
- □ شلبی / یوفر
- ■ کرکانر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations

- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Mud Rotary Log BH.01

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:23 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.26
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:272572
مختصه عرض:3502881
Method:Mud Rotary

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)	عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک: Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	حدود آتربرگ: LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)	W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3): Dry	Bulk	آزمایش برش مستقیم: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	آزمایش سه محوری: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم: Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	آزمایش تراکم: wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک: PH	SO3	CL
15		●	GM A-1-b(0)		Silty Gravel With Sand شن لای دار همراه ماسه با تراکم خیلی زیاد به رنگ قهوه ای روشن		15	41.8	41.3	10	6.9	NLL	-	NPI				F	0.04	33.3														
16		●					16																												
17		●				* (65)	17																												
18		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم خیلی زیاد تا حد ماسه سنگ به رنگ قهوه ای روشن		18	35.2	43.6	11.9	9.4	NLL	-	NPI	6.7	1.9	2	F	0.13	29.7														
19		●					19																												
20		●	SM A-1-b(0)			* (65)	20	19.9	58.2	11.8	10.1	NLL	-	NPI																						

SampleTypes
- ● دستخورده A-1-b(0)
- + دست نخورده
- □ شلبی / یوفر
- ■ کرکانر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations
- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Mud Rotary Log BH.01

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:23 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.26
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:272572
مختصه عرض:3502881
Method:Mud Rotary

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)	عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک: Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	حدود آتربرگ: LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)	W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3): Dry	Bulk	آزمایش برش مستقیم: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	آزمایش سه محوری: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم: Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	آزمایش تراکم: wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک: PH	SO3	CL
20		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم خیلی زیاد تا حد ماسه سنگ به رنگ قهوه ای روشن	* (65)	20	19.9	58.2	11.8	10.1	NLL	-	NPI																						
21		●					21																													
22		●					22																													
23		●			End of Log @ 23 (m)		23																													

SampleTypes

- دستخورده ●
- دست نخورده +
- شلبی / یوفر □
- کرکانر ■
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations

- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Mud Rotary Log BH.02

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

6 (m) :عمق
- (m) :سطح آب
1404.02.25 :تاریخ حفاری
میرحسینی :لاگ نویس

ارتفاع:
273223 :مختصه طول
3503207 :مختصه عرض
Method:Mud Rotary

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)
0					Poorly Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار بد دانه بندی همراه شن با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن	
1		●	SP-SM A-1-b(0)			
2		●				* 31
3		●	SM A-4(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار شن دار با تراکم خیلی زیاد به رنگ قهوه ای روشن	
4		●				* 40
5		●				

عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک				حدود آتربرگ			W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3)		آزمایش برش مستقیم			آزمایش سه محوری					qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم			آزمایش تراکم		آزمایش شیمی خاک		
	Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)		Dry	Bulk	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)		Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	PH	SO3	CL
0																											
1	29.2	59.3	11.5																								
2																											
3	20.3	52.4	15.3	12	NLL	-	NPI	4.9	1.92	2	F	0.05	28														
4																											
5																											

SampleTypes
● دستخورده
+ دست نخورده
□ شلبی / یوفر
■ کرکانر
نمونه نفوذ استاندارد
نمونه آب
سطح آب زیرزمینی

Abreviations
LL : حد روانی
PL : حد خمیری
PI : اندیس خمیری
NPI : None PI
C : ضریب چسبندگی
Phi : زاویه اصطکاک داخلی
C' : ضریب چسبندگی (CU)
Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
Cc : Cc
Cs : Cs
Pc : فشار پیش تحکیمی
K : ضریب نفوذپذیری
w : درصد رطوبت
qu : مقاومت فشاری تک محوری
F : سریع
S : کند
CD : تحکیم شده، زهکش شده
UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Mud Rotary Log BH.02

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک
شرکت

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

ارتفاع:
مختصه طول:273223
مختصه عرض:3503207
Method:Mud Rotary

6 (m):عمق
- (m):سطح آب
1404.02.25:تاریخ حفاری
میرحسینی:لاگ نویس

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT: 10 20 30 40 50)	عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک: Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	حدود آتربرگ: LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)	W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3): Dry	Bulk	آزمایش برش مستقیم: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	آزمایش سه محوری: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم: Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	آزمایش تراکم: wo (٪)	Max. Dry Density (gr/	K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک: PH	SO3	CL
5		●			Silty Sand With Gravel ماسه لای دار شن دار با تراکم خیلی زیاد به رنگ قهوه ای روشن		5																													
6		●			End of Log @ 6 (m)	* (65)	6								6.4	0	0																			

SampleTypes: ● دستخورده | + دست نخورده | □ شلبی / یوفر | ■ کرکانر | ⊔ نمونه نفوذ استاندارد | ▩ نمونه آب | ▽ سطح آب زیرزمینی

Abreviations:
LL : حد روانی
PL : حد خمیری
PI : اندیس خمیری
NPI : None PI
C : ضریب چسبندگی
Phi : زاویه اصطکاک داخلی
C' : ضریب چسبندگی (CU)
Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
Cc : Cc
Cs : Cs
Pc : فشار پیش تحکیمی
K : ضریب نفوذپذیری
w : درصد رطوبت
qu : مقاومت فشاری تک محوری
F : سریع
S : کند
CD : تحکیم شده، زهکش شده
UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.01

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:272639
مختصه عرض:3503252
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)
0					unknown خاک سطحی هوازده	
1		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن	* 45
2		●	SW-SM A-1-b(0)		Well Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار خوب دانه بندی شده همراه شن با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن	
		●			End of Log @ 2.5 (m)	

عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک				حدود آتربرگ			W (%)	وزن مخصوص (gr/cm3)		آزمایش برش مستقیم			آزمایش سه محوری					qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم			آزمایش تراکم		K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک		
	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Dry	Bulk	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (°)	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (°)	C' (kg/cm2)	Phi' (°)		Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	wo (%)	Max. Dry Density (gr/cm3)		PH	SO3	CL
0																											
1	25.1	60.1	8.8	6	NLL	-	NPI	3.3	0	0																7.6	0.12	0.53
2	40.3	50	9.8					2.7	0	0																	

SampleTypes
- ● دستخورده
- + دست نخورده
- □ شلبی / یوفر
- ■ کرکانر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations
- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.02

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:272640
مختصه عرض:3503055
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)
0					unknown خاک سطحی هوازده	
1		●	SW-SM A-1-b(0)		Well Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار خوب دانه بندی شده همراه شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن	
2		●			Poorly Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار بد دانه بندی شده همراه شن با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن	* (65)
		●	SP-SM A-1-b(0)		End of Log @ 2.5 (m)	

عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک				حدود آتربرگ			W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3)		آزمایش برش مستقیم			آزمایش سه محوری					qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم			آزمایش تراکم		آزمایش شیمی خاک		
	Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)		Dry	Bulk	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)		Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	PH	SO3	CL
0																											
1	15.3	75.5	9.2					2.3	0	0																	
2	33.9	59.8	6.3					2.1	1.86	1.9															7.8	0.2	0.37

SampleTypes
● دستخورده
+ دست نخورده
□ شلبی / یوفر
■ کرکانر
نمونه نفوذ استاندارد
نمونه آب
سطح آب زیرزمینی

Abreviations
LL : حد روانی
PL : حد خمیری
PI : اندیس خمیری
NPI : None PI
C : ضریب چسبندگی
Phi : زاویه اصطکاک داخلی
C' : ضریب چسبندگی (CU)
Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
Cc : Cc
Cs : Cs
Pc : فشار پیش تحکیمی
K : ضریب نفوذپذیری
w : درصد رطوبت
qu : مقاومت فشاری تک محوری
F : سریع
S : کند
CD : تحکیم شده، زهکش شده
UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.03

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
میرحسینی:لاگ نویس

ارتفاع:
مختصه طول:272640
مختصه عرض:3502872
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (× SPT 10 20 30 40 50)	عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک: Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	حدود آتربرگ: LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)	w (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3): Dry	Bulk	آزمایش برش مستقیم: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	آزمایش سه محوری: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم: Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	آزمایش تراکم: wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک: PH	SO3	CL
0					unknown خاک سطحی هوا زده		0																												
1		●	SW-SM A-1-b(0)		Well Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار خوب دانه بندی شده همراه شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن	* 40	1	25.3	65	9.7					3.1	0	0																7.9	0.17	0.3
2		●			Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم زیا به رنگ قهوه ای روشن		2																												
		●			End of Log @ 2.5 (m)																														

SampleTypes

- ● دستخورده
- + دست نخورده
- □ شلبی / یوفر
- ■ کرکاتر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations

- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.04

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:272649
مختصه عرض:3502680
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)	عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک: Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	حدود آتربرگ: LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)	W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3): Dry	Bulk	آزمایش برش مستقیم: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	آزمایش سه محوری: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم: Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	آزمایش تراکم: wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک: PH	SO3	CL
0					unknown خاک سطحی هوازده		0																													
1		●	SP-SM A-1-b(0)		Poorly Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار بد دانه بندی شده همراه شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن	* 28	1	38	51.5	10.5					3.7	1.77	1.8																7.5	0.32	0.46
2		●			Poorly Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار بد دانه بندی شده همراه شن با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن		2																													
		●	SP-SM A-1-b(0)		End of Log @ 2.5 (m)			34.7	53.8	11.5					4	0	0																			

SampleTypes
- ● دستخورده
- + دست نخورده
- □ شلبی / یوفر
- ■ کرکانر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations
- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.05

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
میرحسینی:لاگ نویس

ارتفاع:
مختصه طول:272638
مختصه عرض:3502491
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (× SPT 10 20 30 40 50)	عمق (m)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	w (%)	Dry	Bulk	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	wo (%)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	PH	SO3	CL
0					unknown خاک سطحی هوا زده		0																												
					Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن																														
1		●	SM A-1-b(0)		Poorly Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار بد دانه بندی شده همراه شن با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن	* 40	1	29.7	49.5	12.3	8.4	NLL	-	NPI	4.7	0	0																		
2		●	SP-SM A-1-b(0)				2	37.2	51.6	11.2					2.5	0	0																7.7	0.25	0.77
		●			End of Log @ 2.5 (m)																														

SampleTypes

- ● دستخورده
- + دست نخورده
- □ شلبی / یوفر
- ■ کرکاتر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations

- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.06

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:272866
مختصه عرض:3503184
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)
0					unknown خاک سطحی هوا زده	
1		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم کم به رنگ قهوه ای روشن	
2		●			Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن و املاح ژیپس دار با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن	* 47
		●	SM A-1-b(0)		End of Log @ 2.5 (m)	

عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک				حدود آتربرگ			W (%)	وزن مخصوص (gr/cm3)		آزمایش برش مستقیم			آزمایش سه محوری					qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم			آزمایش تراکم		K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک		
	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Dry	Bulk	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (°)	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (°)	C' (kg/cm2)	Phi' (°)		Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	wo (%)	Max. Dry Density (gr/cm3)		PH	SO3	CL
0																												
1	24.8	57.1	9.9	8.1	NLL	-	NPI	3.9	0	0	F	0.09	30.1															
2	32	51.6	9.7	6.7	NLL	-	NPI	4.5	1.8	1.9																7.6	0.08	0.68

SampleTypes
- ● دستخورده
- + دست نخورده
- □ شلبی / یوفر
- ■ کرکانر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations
- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.07

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:272869
مختصه عرض:3502966
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)
0					unknown خاک سطحی هوازده	
1		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن	* 27
2		●	SW-SM A-1-b(0)		Well Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار خوب دانه بندی شده همراه شن و املاح ژیپس دار با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن	
		●			End of Log @ 2.5 (m)	

عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک				حدود آتربرگ			W (%)	وزن مخصوص (gr/cm3)		آزمایش برش مستقیم			آزمایش سه محوری					qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم			آزمایش تراکم		K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک		
	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Dry	Bulk	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (°)	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (°)	C' (kg/cm2)	Phi' (°)		Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	wo (%)	Max. Dry Density (gr/cm3)		PH	SO3	CL
0																												
1	36	48.7	9.1	6.2	NLL	-	NPI	4.6	0	0																		
2	44.9	45.2	9.9					3.3	1.89	2	F	0.04	32.7															

SampleTypes: ● دستخورده | + دست نخورده | □ شلبی / پوفر | ■ کرکانر | نمونه نفوذ استاندارد | نمونه آب | سطح آب زیرزمینی

Abreviations:
LL : حد روانی | PL : حد خمیری | PI : اندیس خمیری | NPI : None PI
C : ضریب چسبندگی | Phi : زاویه اصطکاک داخلی | C' : ضریب چسبندگی (CU) | Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
Cc : Cc | Cs : Cs | Pc : فشار پیش تحکیمی | K : ضریب نفوذپذیری
w : درصد رطوبت | qu : مقاومت فشاری تک محوری | F : سریع | S : کند
CD : تحکیم شده، زهکش شده | UU : تحکیم نشده، زهکش نشده | CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.08

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:272878
مختصه عرض:3502804
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)	عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک: Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	حدود آتربرگ: LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)	W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3): Dry	Bulk	آزمایش برش مستقیم: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	آزمایش سه محوری: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم: Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	آزمایش تراکم: wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک: PH	SO3	CL
0					unknown خاک سطحی هوا زده		0																														
1		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن	* 22	1	36.4	50.5	7.1	6	NLL	-	NPI	3.4	0	0																				
2		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن		2	21.4	61.9	10.1	6.6	NLL	-	NPI	4.1	0	0																		7.5	0.08	0.77
		●			Silty Sand With Gravel ماسه لای دار شن دار با تراکم خیلی زیاد به رنگ قهوه ای روشن																															
					End of Log @ 2.5 (m)																															

SampleTypes
- دستخورده
- دست نخورده
- شلبی / پوفر
- کرکاتر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations
- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.09

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:272874
مختصه عرض:3502611
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی
0					unknown خاک سطحی
1		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن
2		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار شن دار با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن
		●			End of Log @ 2.5 (m)

Field Tests: SPT (10 20 30 40 50) — * 25

عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک				حدود آتربرگ			W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3)		آزمایش برش مستقیم			آزمایش سه محوری					qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم			آزمایش تراکم		آزمایش تراوایی	آزمایش شیمی خاک		
	Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)		Dry	Bulk	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)		Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	PH	SO3	CL
0																												
1	26.5	54.1	11.3	8.1	NLL	-	NPI	3.1	0	0																7.7	0.13	0.64
2	25.6	56.9	10.4	7.1	NLL	-	NPI	3.8	1.92	2	F	0.09	31.3															

SampleTypes
- ● دستخورده
- + دست نخورده
- □ شلبی / یوفر
- ■ کرکانر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations
- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.10

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:273078
مختصه عرض:3503272
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی
0					unknown خاک سطحی هوا زده
1		●	SP-SM A-1-b(0)		Poorly Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار همراه شن با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن
2		●			
		●	SP-SM A-1-b(0)		End of Log @ 2.5 (m)

Field Tests: SPT 10 20 30 40 50

عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک				حدود آتربرگ			W (%)	وزن مخصوص (gr/cm3)		آزمایش برش مستقیم			آزمایش سه محوری					qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم			آزمایش تراکم		آزمایش نفوذپذیری	آزمایش شیمی خاک		
	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Dry	Bulk	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (°)	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (°)	C' (kg/cm2)	Phi' (°)		Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	wo (%)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	PH	SO3	CL
0																												
1	27.2	61.1	11.7					2.8	0	0																		
2																												
	38.1	54.6	7.3					2.5	0	0																	7.9	0.11	0.78

SampleTypes
- دستخورده
- دست نخورده
- شلبی / پوفر
- کرکانر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations
- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.11

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
میرحسینی:لاگ نویس

ارتفاع:
مختصه طول:273084
مختصه عرض:3503111
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (× SPT 10 20 30 40 50)	عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک: Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	حدود آتربرگ: LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)	w (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3): Dry	Bulk	آزمایش برش مستقیم: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	آزمایش سه محوری: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم: Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	آزمایش تراکم: wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک: PH	SO3	CL
0					unknown خاک سطحی هوا زده		0																												
					Well Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار خوب دانه بندی شده همراه شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن	* 22																													
1		●	SW-SM A-1-b(0)				1	29.2	60.9	9.9					3.1	1.77	1.8																7.7	0.07	0.39
					Silty Sand With Gravel ماسه لای دار شن دار با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن																														
2		●	SM A-1-b(0)				2	36.7	47.9	8.6	6.8	NLL	-	NPI	3.9	0	0																		
		●			End of Log @ 2.5 (m)																														

SampleTypes

- ● دستخورده
- + دست نخورده
- □ شلبی / یوفر
- ■ کرکاتر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations

- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.12

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:273083
مختصه عرض:3502931
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT)
0					unknown خاک سطحی هوا زده	
1		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن	
					Silty Sand With Gravel ماسه لای دار شن دار با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن	* 37
2		●	SM A-1-b(0)			
		●			End of Log @ 2.5 (m)	

عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک				حدود آتربرگ			W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3)		آزمایش برش مستقیم			آزمایش سه محوری					qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم			آزمایش تراکم		K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک		
	Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)		Dry	Bulk	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)		Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)		PH	SO3	CL
0																											
1	30.7	53.3	8.9	7.1	NLL	-	NPI	3.4	0	0																7.5	0.23	1.14
2	37.8	48.3	8.1	5.8	NLL	-	NPI	4.8	0	0																	

SampleTypes

- ● دستخورده
- + دست نخورده
- □ شلبی / پوفر
- ■ کرکانر
- نمونه نفوذ استاندارد
- نمونه آب
- سطح آب زیرزمینی

Abreviations

- LL : حد روانی
- PL : حد خمیری
- PI : اندیس خمیری
- NPI : None PI
- C : ضریب چسبندگی
- Phi : زاویه اصطکاک داخلی
- C' : ضریب چسبندگی (CU)
- Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
- Cc : Cc
- Cs : Cs
- Pc : فشار پیش تحکیمی
- K : ضریب نفوذپذیری
- w : درصد رطوبت
- qu : مقاومت فشاری تک محوری
- F : سریع
- S : کند
- CD : تحکیم شده، زهکش شده
- UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
- CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.13

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:273069
مختصه عرض:3502749
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی
0					unknown خاک سطحی هوا زده
1		●	SW A-1-b(0)		Well Graded Sand With Gravel ماسه خوب دانه بندی شده شن دار با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن
2		●			Poorly Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار بد دانه بندی شده همراه شن با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن
		●	SP-SM A-1-b(0)		End of Log @ 2.5 (m)

Field Tests: SPT (10 20 30 40 50)

عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک				حدود آتربرگ			W (%)	وزن مخصوص (gr/cm3)		آزمایش برش مستقیم			آزمایش سه محوری					qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم			آزمایش تراکم		آزمایش شیمی خاک		
	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Dry	Bulk	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (°)	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (°)	C' (kg/cm2)	Phi' (°)		Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	wo (%)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	PH	SO3	CL
0																												
1	40.1	55.1	4.8					2.4	0	0																		
2	36.3	51.7	12					3.4	1.85	1.9																7.8	0.05	1.07

SampleTypes
● دستخورده
+ دست نخورده
□ شلبی / پوفر
■ کرکانر
نمونه نفوذ استاندارد
نمونه آب
سطح آب زیرزمینی

Abreviations
LL : حد روانی
PL : حد خمیری
PI : اندیس خمیری
NPI : None PI
C : ضریب چسبندگی
Phi : زاویه اصطکاک داخلی
C' : ضریب چسبندگی (CU)
Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
Cc : Cc
Cs : Cs
Pc : فشار پیش تحکیمی
K : ضریب نفوذپذیری
w : درصد رطوبت
qu : مقاومت فشاری تک محوری
F : سریع
S : کند
CD : تحکیم شده، زهکش شده
UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.14

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:273077
مختصه عرض:3502535
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی	Field Tests (SPT: 10 20 30 40 50)	عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک: Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	حدود آتربرگ: LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)	W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3): Dry	Bulk	آزمایش برش مستقیم: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	آزمایش سه محوری: Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)	qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم: Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	آزمایش تراکم: wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	آزمایش شیمی خاک: PH	SO3	CL
0					unknown خاک سطحی هوا زده		0																													
					Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن	* 26																														
1		●	SM A-1-b(0)		Poorly Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار بد دانه بندی شده شن دار با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن		1	27.7	51.3	12.3	8.8	NLL	-	NPI	4.9	0	0																	7.7	0.01	0.09
2		●	SP-SM A-1-b(0)				2	41.3	47.1	11.6					4.5	0	0																			
		●			End of Log @ 2.5 (m)																															

SampleTypes
● دستخورده
+ دست نخورده
□ شلبی / پوفر
■ کرکانر
نمونه نفوذ استاندارد
نمونه آب
سطح آب زیرزمینی

Abreviations
LL : حد روانی
PL : حد خمیری
PI : اندیس خمیری
NPI : None PI
C : ضریب چسبندگی
Phi : زاویه اصطکاک داخلی
C' : ضریب چسبندگی (CU)
Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
Cc : Cc
Cs : Cs
Pc : فشار پیش تحکیمی
K : ضریب نفوذپذیری
w : درصد رطوبت
qu : مقاومت فشاری تک محوری
F : سریع
S : کند
CD : تحکیم شده، زهکش شده
UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

Test Pit Log TP.15

مشخصات پروژه

نیروگاه خورشیدی تجارت: پروژه
شرکت سیمان تجارت یزد: کارفرما
استان یزد- شهرستان مهریز: آدرس
04.08: کد پروژه

مشخصات گمانه

عمق:2.5 (m)
سطح آب:- (m)
تاریخ حفاری:1404.02.18
لاگ نویس:میرحسینی

ارتفاع:
مختصه طول:273292
مختصه عرض:3502550
Method:Test Pit

شرکت

Saze Azma Gouhar Isatis
مشاور ژئوتکنیک

عمق (m)	سطح آب (m)	نوع نمونه	USCS / AASHTO	هاشور استاندارد لایه	توصیف زمین شناسی
0					unknown خاک سطحی هوازده
1		●	SM A-1-b(0)		Silty Sand With Gravel ماسه لای دار همراه کمی شن با تراکم متوسط به رنگ قهوه ای روشن
					Poorly Graded Silty Sand With Gravel & Clay ماسه لای دار بد دانه بندی شده همراه شن با تراکم زیاد به رنگ قهوه ای روشن
2		●			
		●	SP-SM A-1-b(0)		End of Log @ 2.5 (m)

Field Tests

عمق (m)	آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک				حدود آتربرگ			W (٪)	وزن مخصوص (gr/cm3)		آزمایش برش مستقیم			آزمایش سه محوری					qu (kg/cm2)	آزمایش تحکیم			آزمایش تراکم		آزمایش تراوایی	آزمایش شیمی خاک		
	Gravel (٪)	Sand (٪)	Silt (٪)	Clay (٪)	LL (٪)	PL (٪)	PI (٪)		Dry	Bulk	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	Test Type	C (kg/cm2)	Phi (o)	C' (kg/cm2)	Phi' (o)		Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	wo (٪)	Max. Dry Density (gr/cm3)	K (cm/sec)	PH	SO3	CL
0																												
1	14.5	68.2	9.7	7.5	NLL	-	NPI	3.6	0	0																7.7	0.13	0.74
2	31.8	57.2	11					4.1	1.94	2																		

SampleTypes: ● دستخورده، + دست نخورده، □ شلبی / پوفر، ■ کرکانر، نمونه نفوذ استاندارد، نمونه آب، سطح آب زیرزمینی

Abreviations: LL : حد روانی، PL : حد خمیری، PI : اندیس خمیری، NPI : None PI، C : ضریب چسبندگی، Phi : زاویه اصطکاک داخلی، C' : ضریب چسبندگی (CU)، Phi' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)، Cc : Cc، Cs : Cs، Pc : فشار پیش تحکیمی، K : ضریب نفوذپذیری، w : درصد رطوبت، qu : مقاومت فشاری تک محوری، F : سریع، S : کند، CD : تحکیم شده، زهکش شده، UU : تحکیم نشده، زهکش نشده، CU : تحکیم شده، زهکش نشده

NovoLAB 4.0.2022.310 Licensed to : Saze Azma Gouhar Isatis (sazeh_azma@yahoo.com)
Printed On 5/27/2025 By SEVER\IRANIAN

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

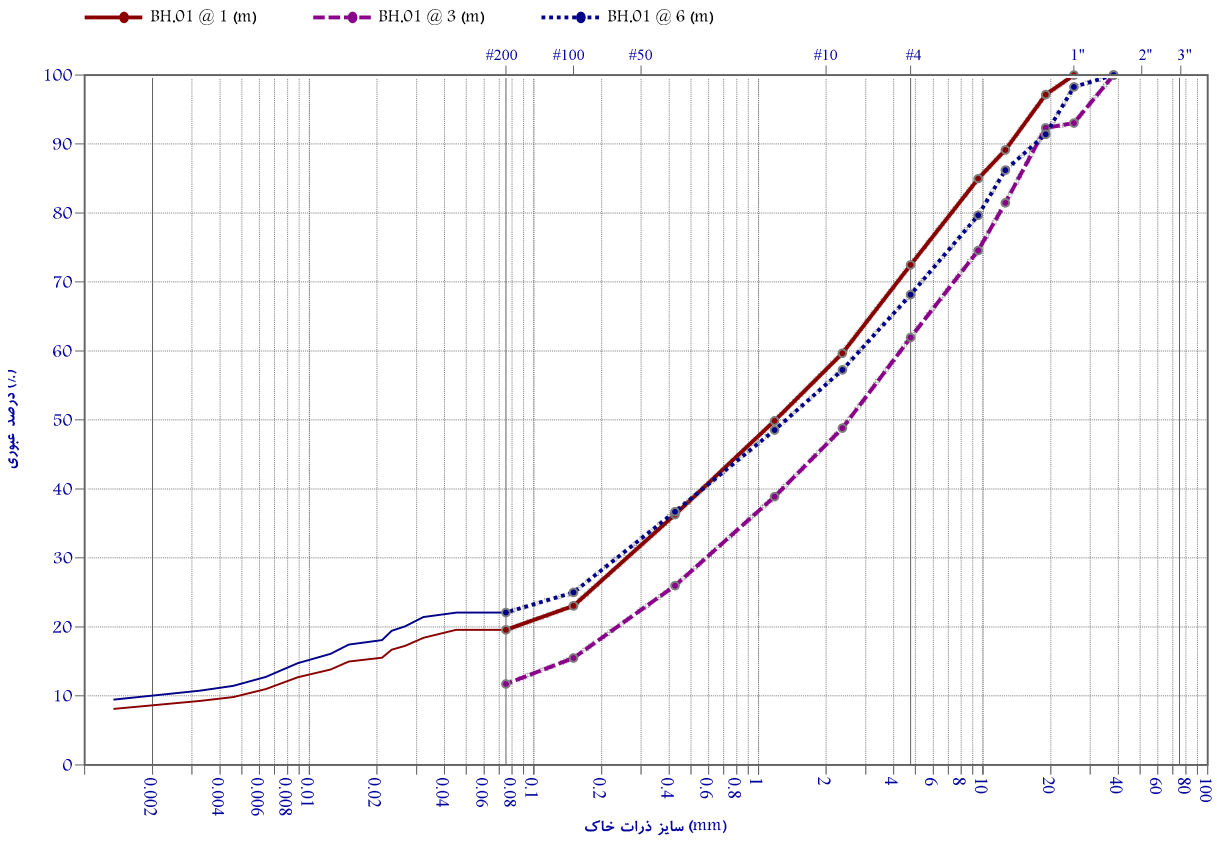
ASTM C136

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز



Particle Distribution (٪)

رس	سیلت / لای	ماسه	شن	قلوه سنگ
8.6	10.9	52.9	27.5	0.1 0.1 -
	11.7	50.2	38	
10	12.1	46.1	31.8	

Classification

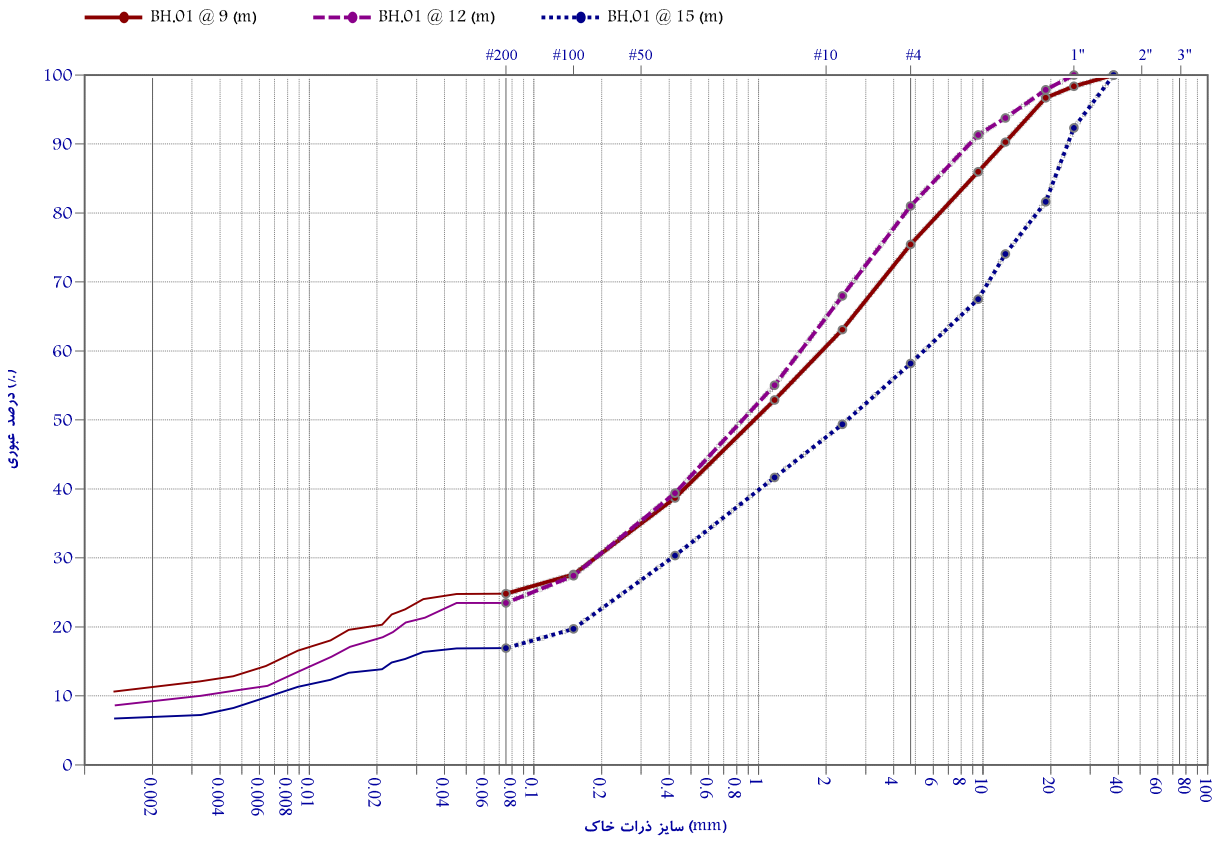
گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
BH.01	1	0.005	0.259	1.191	2.401	5.588	480.2	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
BH.01	3	-	0.584	2.513	4.278	79.723	-	-	-	N/A	SP-SM	A-1-b(0)
BH.01	6	0.002	0.234	1.323	2.811	9.74	1405.5	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت
کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد
کد پروژه : 04.08
آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز

Saze Azma Gouhar Isatis

ASTM C136



Particle Distribution (٪)

قلوه سنگ	شن	ماسه	سیلت / لای	رس
- 0.1 -	24.6	50.6	13.5	11.3
	19	57.5	14.2	9.2
	41.8	41.3	10	6.9

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
BH.01	9	0.001	0.188	0.958	1.913	18.476	1913	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
BH.01	12	0.003	0.188	0.849	1.539	7.655	513	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
BH.01	15	0.007	0.412	2.48	5.432	4.464	776	-	-	N/A	GM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

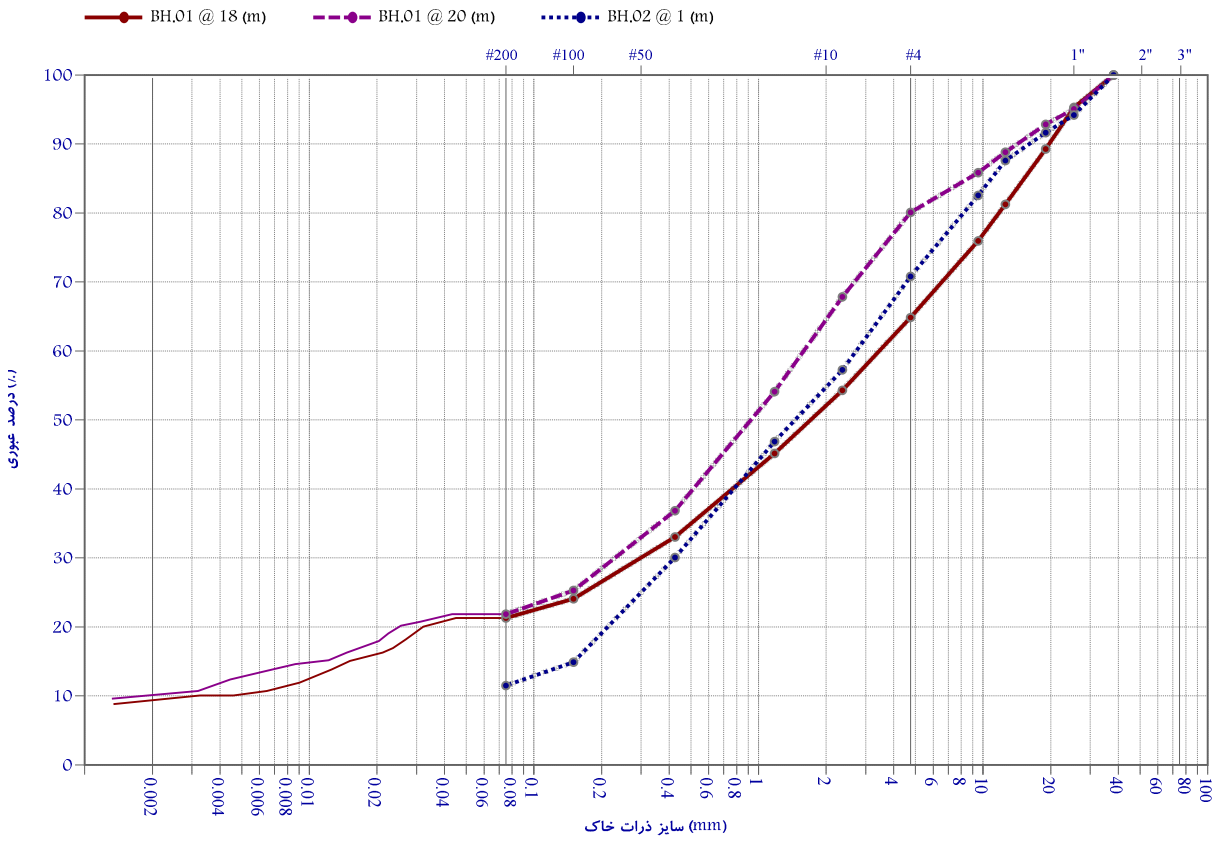
ASTM C136

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز



Particle Distribution (٪)

رس	سیلت / لای	ماسه	شن	قلوه سنگ
9.4	11.9	43.6	35.2	-
10.1	11.8	58.2	19.9	-
11.5		59.3	29.2	-

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
BH.01	18	0.003	0.298	1.703	3.443	8.598	1147.667	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
BH.01	20	0.002	0.229	0.925	1.588	16.512	794	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
BH.02	1	-	0.423	1.452	2.717	65.855	-	-	-	N/A	SP-SM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

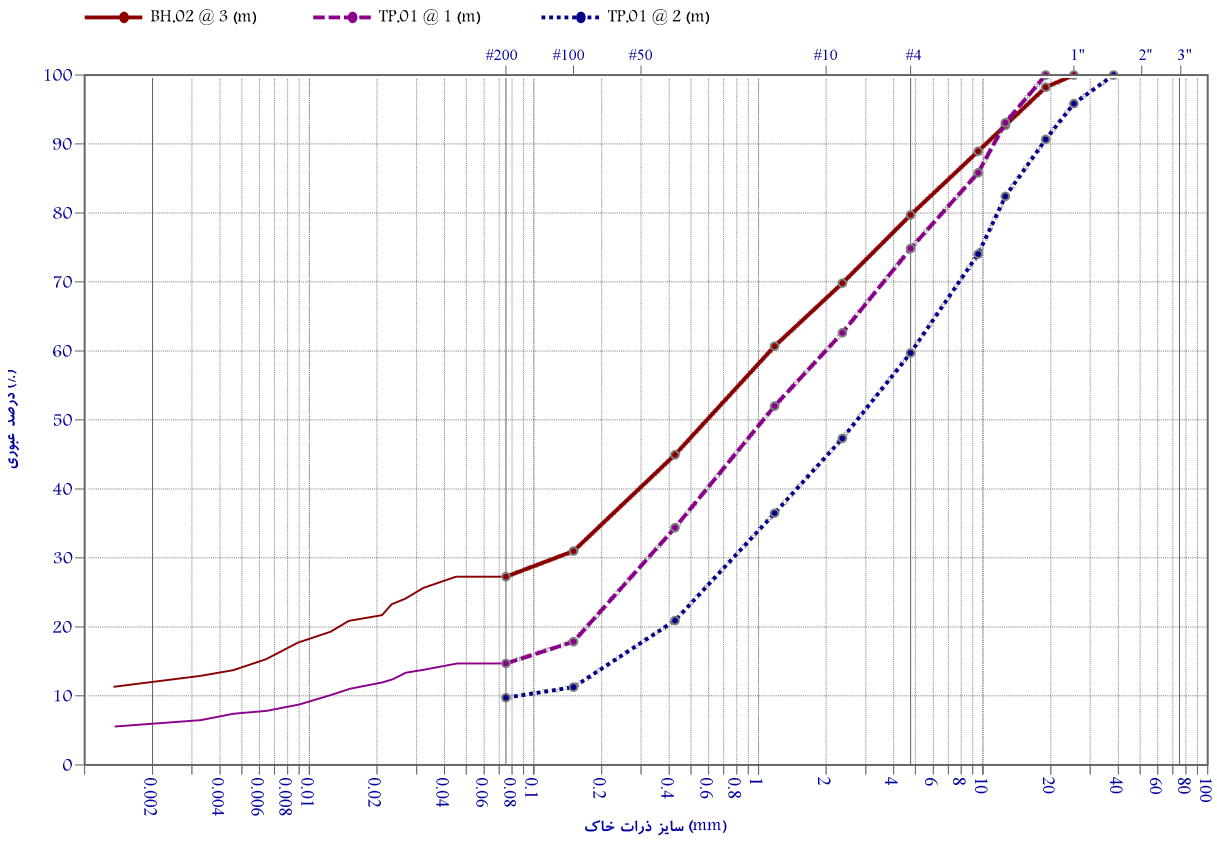
ASTM C136

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز



Particle Distribution (٪)

رس	سیلت / لای	ماسه	شن	قلوه سنگ
12	15.3	52.4	20.3	-
6	8.8	60.1	25.1	-
9.8		50	40.3	-

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
BH.02	3	0.001	0.124	0.589	1.127	13.643	1127	-	-	N/A	SM	A-1-b|0|0 (0)
TP.01	1	0.012	0.322	1.049	1.987	4.348	165.583	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
TP.01	2	0.084	0.771	2.742	4.814	1.47	57.31	-	-	N/A	SW-SM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

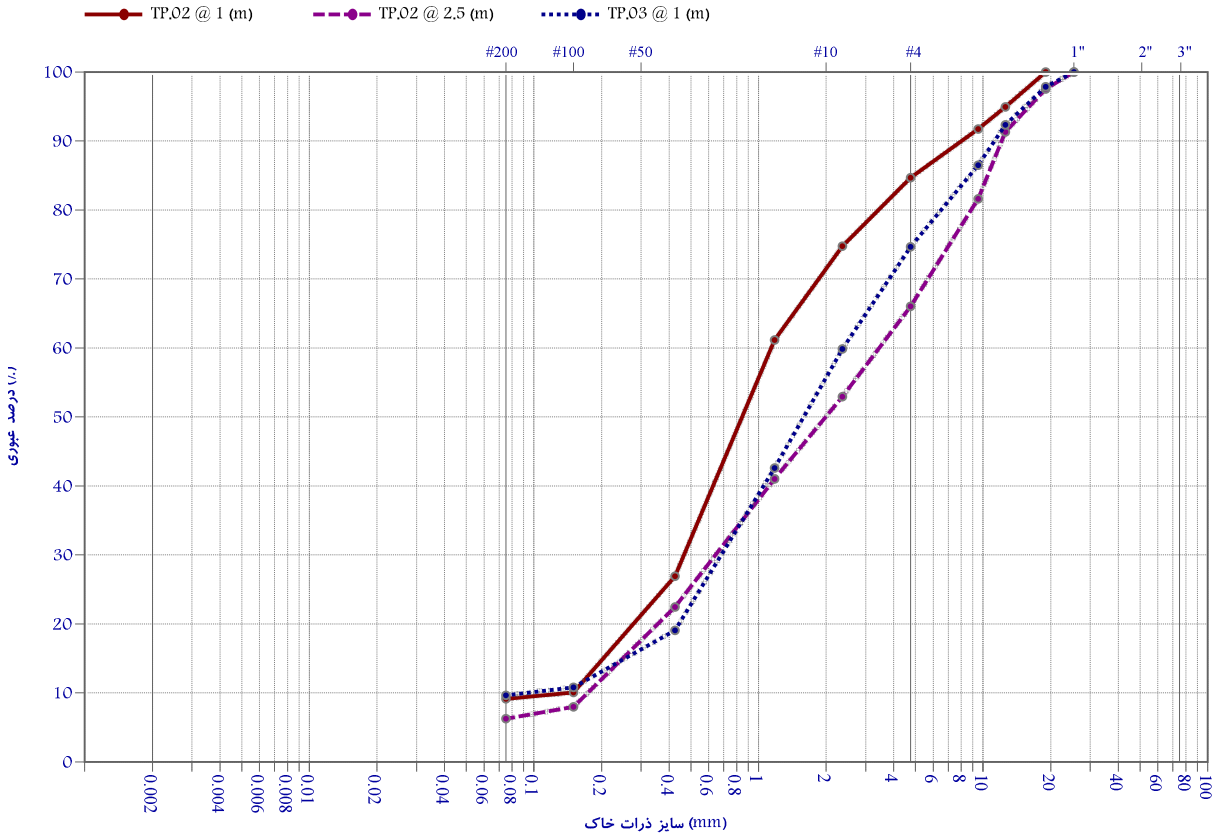
ASTM C136

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز



Particle Distribution (٪)

رس	سیلت / لای	ماسه	شن	قلوه سنگ
9.2		75.5	15.3	-
6.3		59.8	33.9	-
9.7		65	25.3	-

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
TP.02	1	0.141	0.466	0.846	1.14	1.351	8.085	-	-	N/A	SW-SM	A-1-b(0)
TP.02	2.5	0.173	0.644	1.99	3.441	0.697	19.89	-	-	N/A	SP-SM	A-1-b(0)
TP.03	1	0.092	0.683	1.588	2.376	2.134	25.826	-	-	N/A	SW-SM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

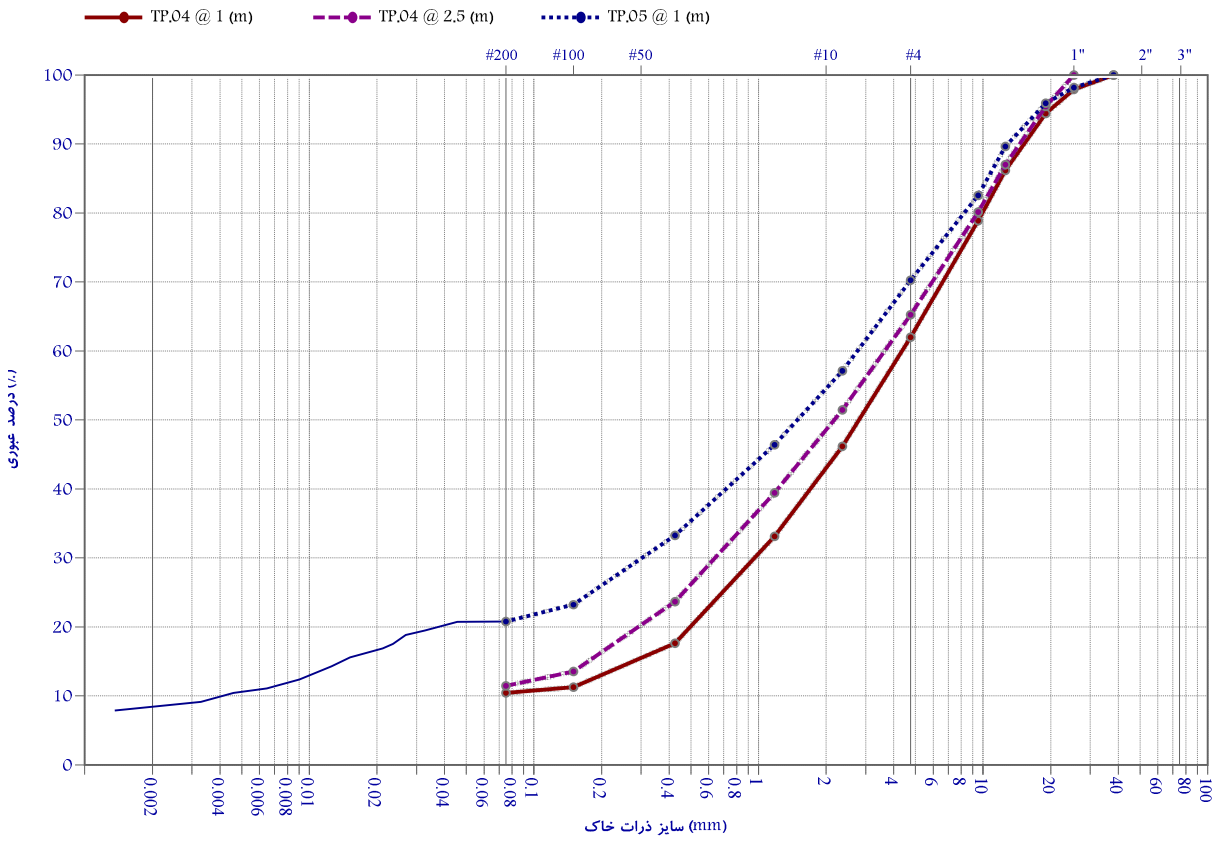
ASTM C136

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز



Particle Distribution (٪)

رس	سیلت / لای	ماسه	شن	قلوه سنگ
	10.5	51.5	38	-
	11.5	53.8	34.7	-
8.4	12.3	49.5	29.7	0.1

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
TP.04	1	-	0.961	2.794	4.351	212.255	-	-	-	N/A	SP-SM	A-1-b(0)
TP.04	2.5	-	0.641	2.171	3.639	112.91	-	-	-	N/A	SP-SM	A-1-b(0)
TP.05	1	0.004	0.303	1.489	2.751	8.343	687.75	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

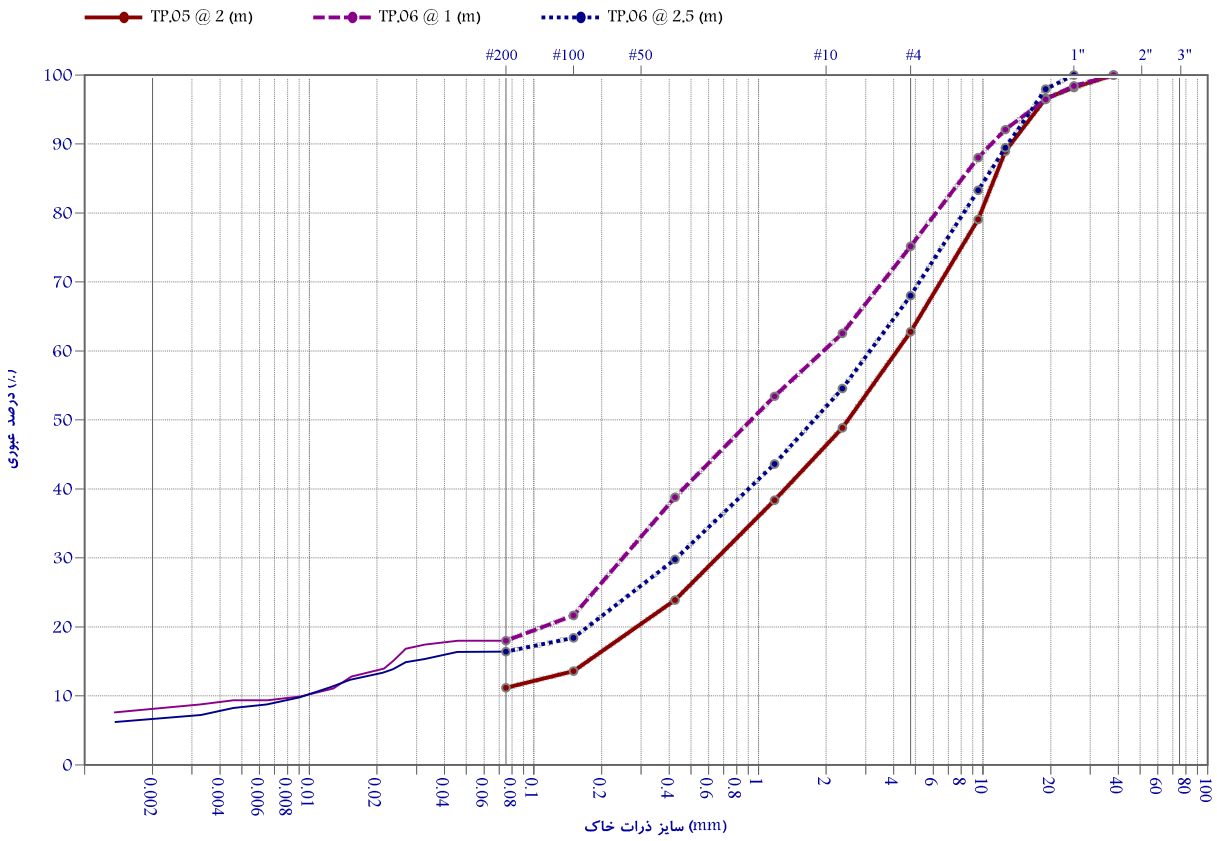
ASTM C136

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز



Particle Distribution (٪)

قلوه سنگ	شن	ماسه	سیلت / لای	رس
- 0.1 -	37.2	51.6	11.2	
	24.8	57.1	9.9	8.1
	32	51.6	9.7	6.7

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
TP.05	2	-	0.654	2.501	4.128	103.613	-	-	-	N/A	SP-SM	A-1-b(0)
TP.06	1	0.009	0.249	0.929	1.943	3.546	215.889	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
TP.06	2.5	0.009	0.432	1.767	3.131	6.623	347.889	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

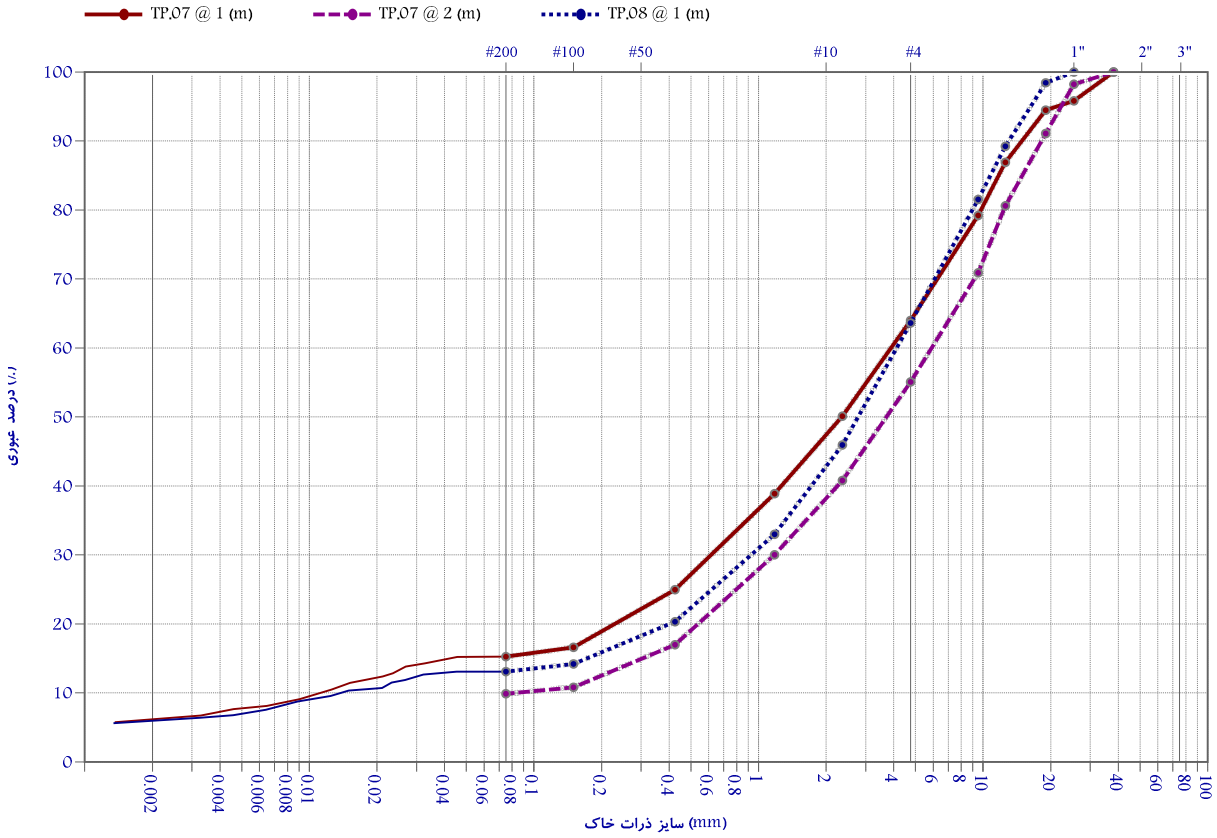
ASTM C136

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز



Particle Distribution (٪)

رس	سیلت / لای	ماسه	شن	قلوه سنگ
6.2	9.1	48.7	36	-
9.9		45.2	44.9	-
6	7.1	50.5	36.4	-

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
TP.07	1	0.011	0.615	2.345	3.885	8.85	353.182	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
TP.07	2	0.082	1.176	3.705	5.897	2.86	71.915	-	-	N/A	SW-SM	A-1-b(0)
TP.08	1	0.014	0.927	2.77	4.114	14.92	293.857	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

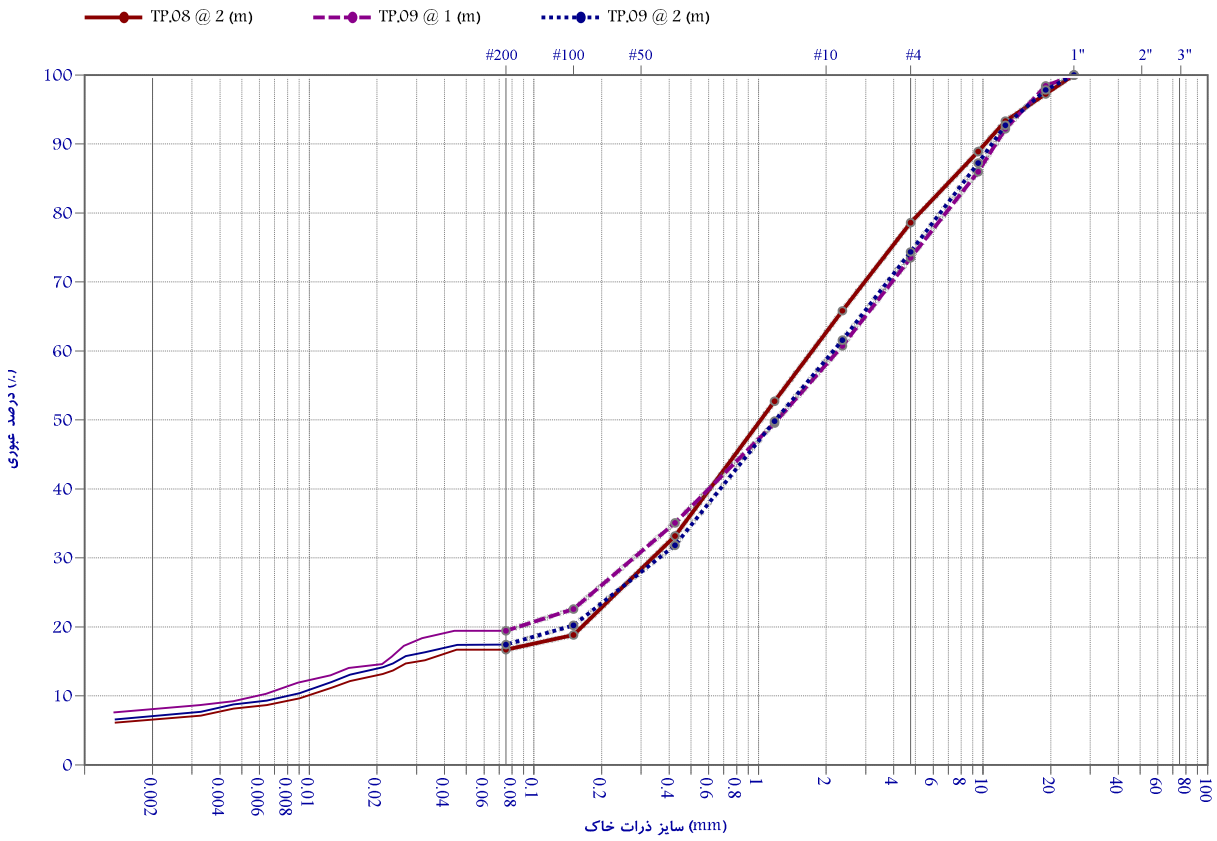
پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز

ASTM C136



Particle Distribution (٪)

رس	سیلت / لای	ماسه	شن	قلوه سنگ
6.6	10.1	61.9	21.4	-
8.1	11.3	54.1	26.5	-
7.1	10.4	56.9	25.6	-

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
TP.08	2	0.01	0.337	1.023	1.734	6.55	173.4	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
TP.09	1	0.006	0.278	1.213	2.255	5.712	375.833	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
TP.09	2	0.008	0.36	1.192	2.152	7.528	269	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

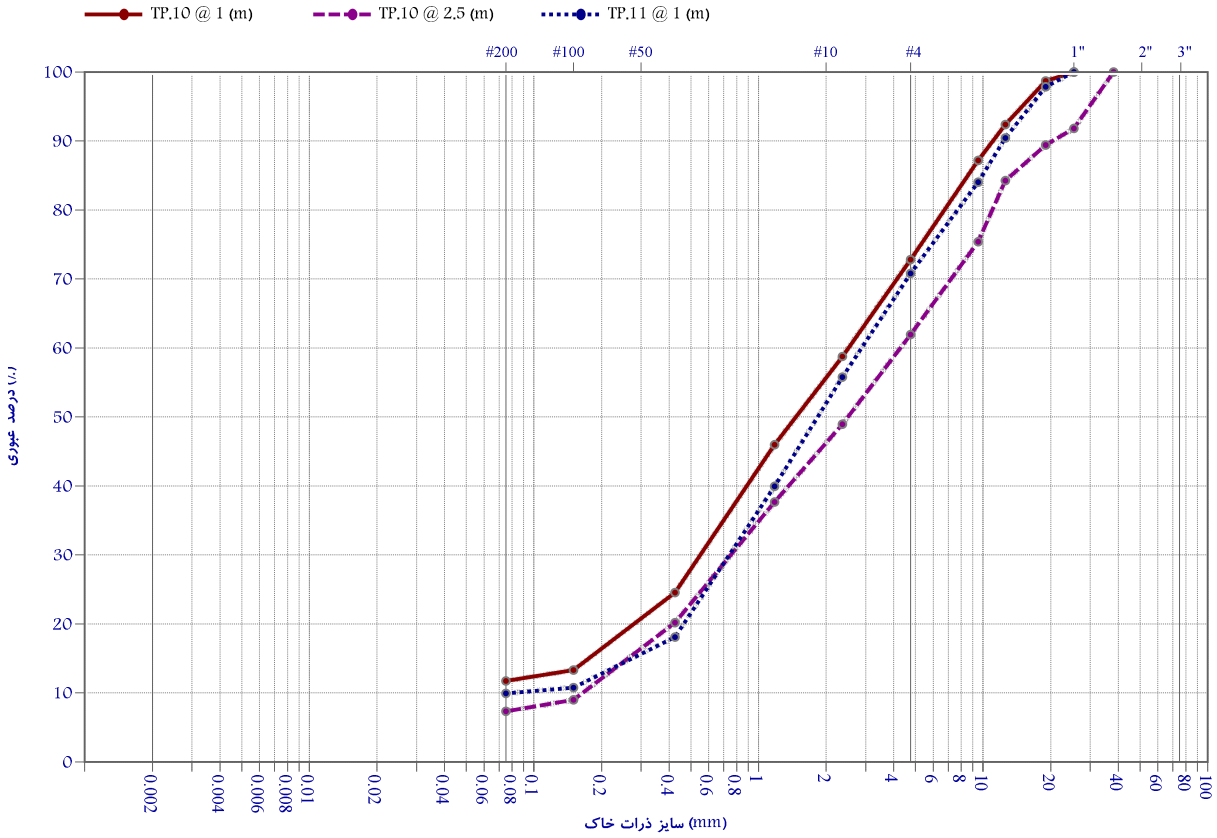
ASTM C136

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز



Particle Distribution (٪)

قلوه سنگ	شن	ماسه	سیلت / لای	رس
-	27.2	61.1	11.7	
-	38.1	54.6	7.3	
-	29.2	60.9	9.9	

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
TP.10	1	-	0.551	1.468	2.509	121.005	-	-	-	N/A	SP-SM	A-1-b(0)
TP.10	2.5	0.165	0.754	2.498	4.281	0.805	25.945	-	-	N/A	SP-SM	A-1-b(0)
TP.11	1	0.079	0.742	1.832	2.871	2.427	36.342	-	-	N/A	SW-SM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

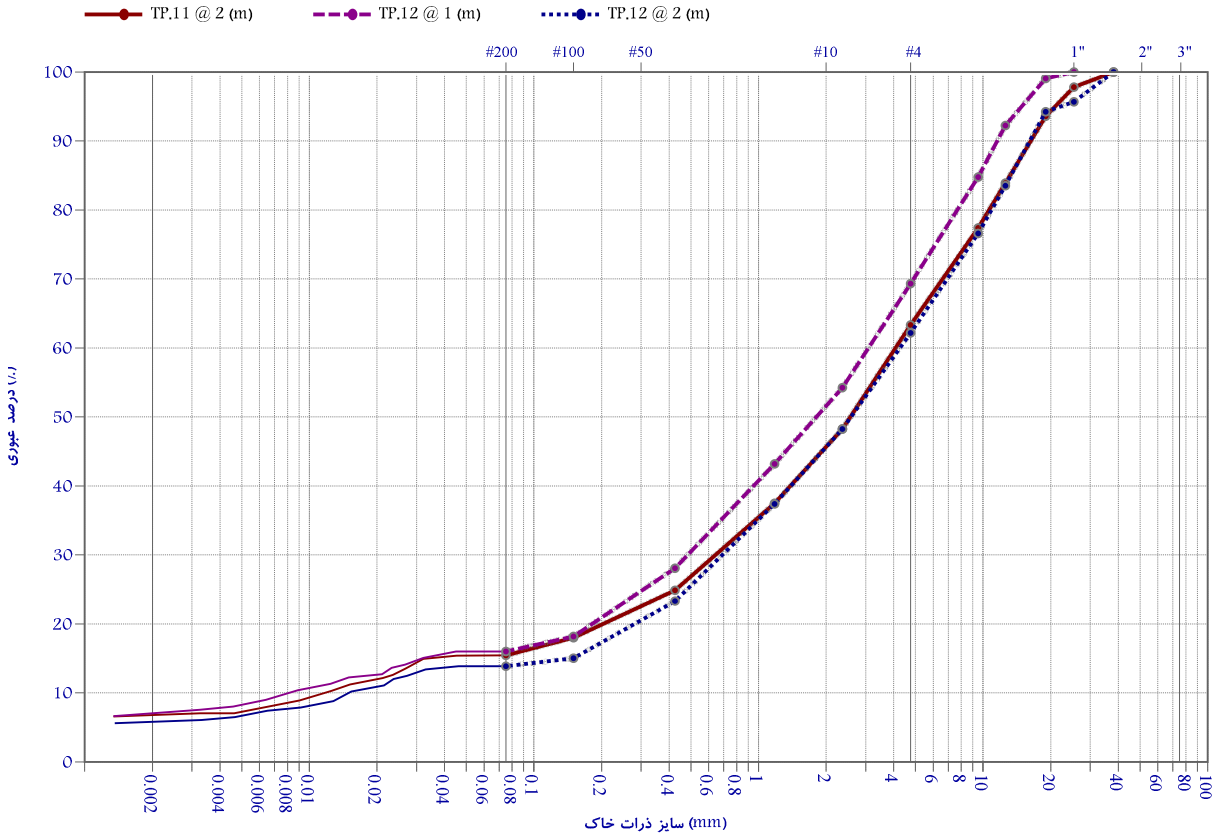
ASTM C136

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز



Particle Distribution (٪)

رس	سیلت / لای	ماسه	شن	قلوه سنگ
6.8	8.6	47.9	36.7	-
7.1	8.9	53.3	30.7	-
5.8	8.1	48.3	37.8	-

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
TP.11	2	0.012	0.643	2.558	4.07	8.465	339.167	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
TP.12	1	0.008	0.484	1.807	3.08	9.507	385	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
TP.12	2	0.015	0.69	2.577	4.255	7.459	283.667	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

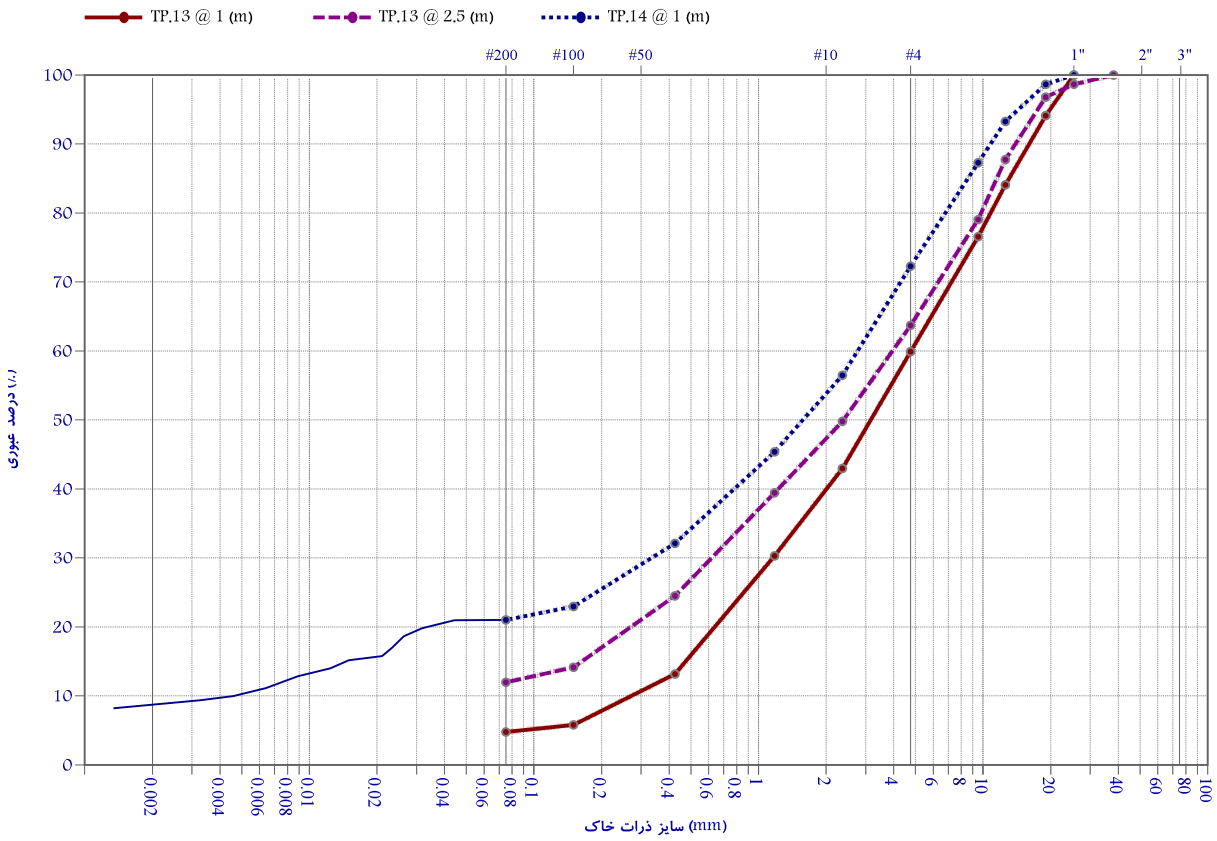
ASTM C136

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز



Particle Distribution (٪)

رس	سیلت / لای	ماسه	شن	قلوه سنگ
	4.8	55.1	40.1	-
	12	51.7	36.3	-
8.8	12.3	51.3	27.7	-

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
TP.13	1	0.272	1.159	3.156	4.77	1.035	17.537	-	-	N/A	SW	A-1-b(0)
TP.13	2.5	-	0.619	2.383	3.94	97.249	-	-	-	N/A	SP-SM	A-1-b(0)
TP.14	1	0.005	0.334	1.575	2.758	8.09	551.6	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)

آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک

Saze Azma Gouhar Isatis

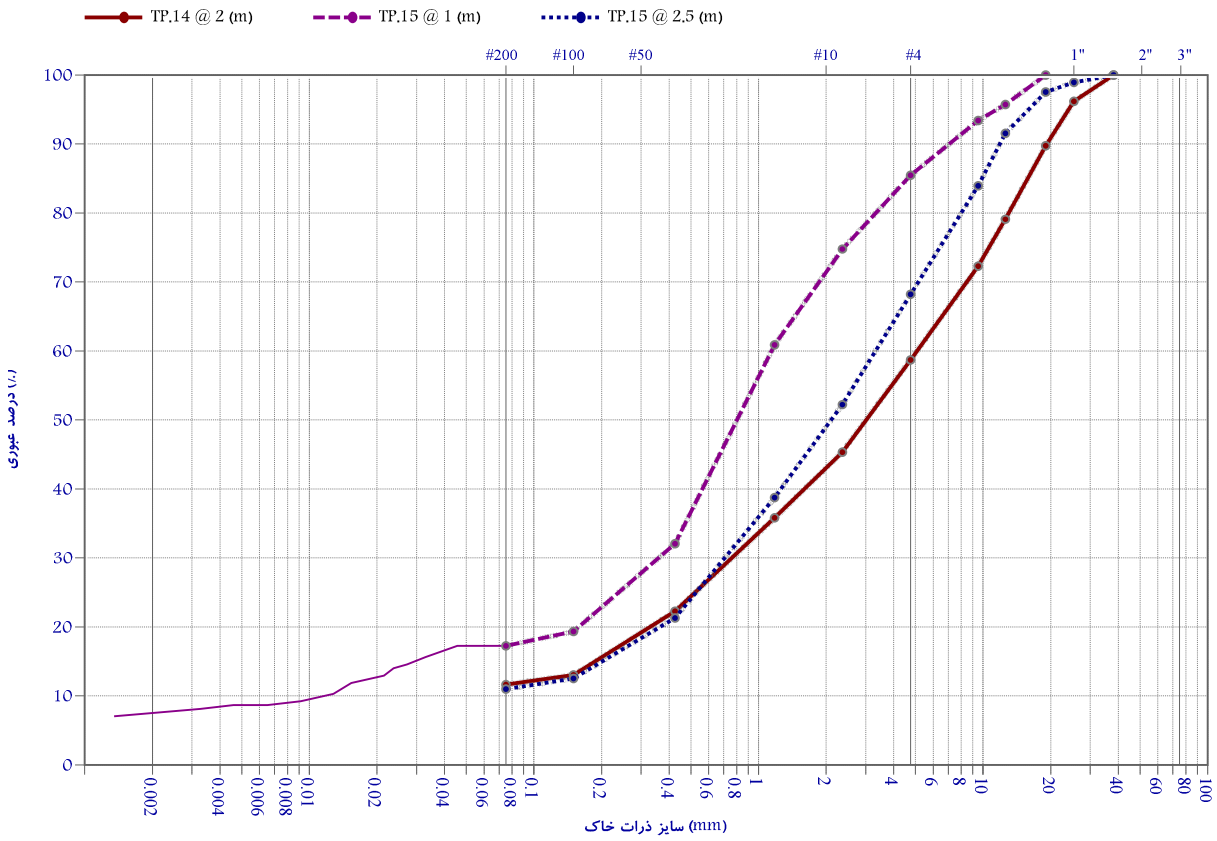
ASTM C136

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز



Particle Distribution (٪)

قلوه سنگ	شن	ماسه	سیلت / لای	رس
- 0.1 -	41.3	47.1	11.6	7.5
	14.5	68.2	9.7	
	31.8	57.2	11	

Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
TP.14	2	-	0.761	3.014	5.071	114.203	-	-	-	N/A	SP-SM	A-1-b(0)
TP.15	1	0.012	0.359	0.802	1.143	9.396	95.25	-	-	N/A	SM	A-1-b(0)
TP.15	2.5	-	0.707	2.104	3.315	150.784	-	-	-	N/A	SP-SM	A-1-b(0)

آزمایش برش مستقیم

Saze Azma Gouhar Isatis

ASTM D3080

پروژه :	نیروگاه خورشیدی تجارت	گمانه :	BH.01
کارفرما :	شرکت سیمان تجارت یزد	عمق نمونه :	6 (m)
کد پروژه :	04.08	طبقه بندی متحده :	SM | A-1-b(0)
آدرس :	استان یزد- شهرستان مهریز	نوع نمونه :	Disturbed

Mechanical Properties

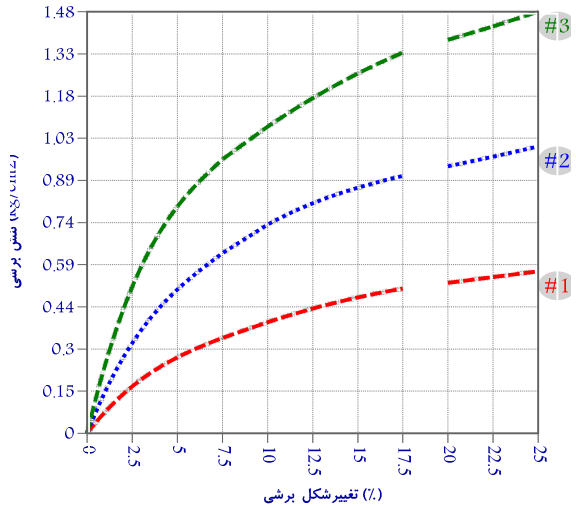
Gs	نوع	شرایط رطوبتی	Φ (o)	C (kg/cm2)	نوع جعبه برش (cm)2
2.65	Fast بازسازي شده	Wet	33.7	0.08	مربعی 10 x 10 x 2

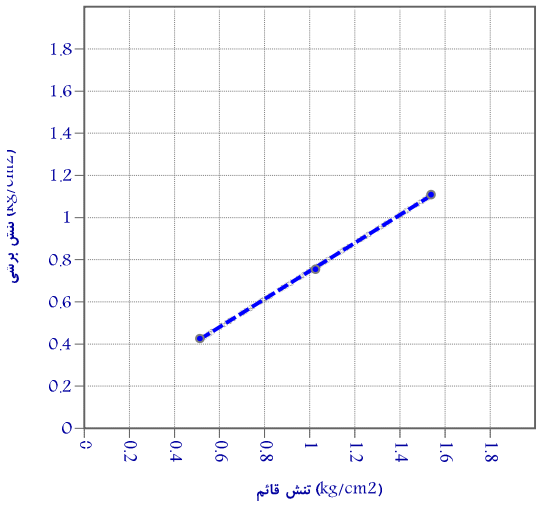
Sample Properties

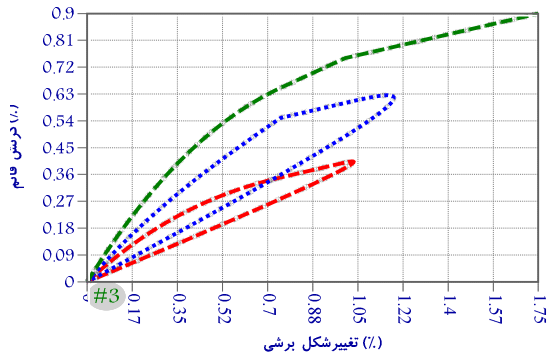
#	تنش قائم (kg/cm2)	ضریب رینگ (kgf/div)	دانسیته خشک (gr/cm3)	درصد رطوبت قبل (٪)	درصد رطوبت بعد (٪)	نسبت منافذ	درصد اشباع (٪)
1	0.51 {0.5}	0.097	1.88	4.4	4.4	0.41	28.5
2	1.03 {1}	0.097	1.88	4.4	4.4	0.41	28.5
3	1.54 {1.5}	0.097	1.88	4.4	4.4	0.41	28.5

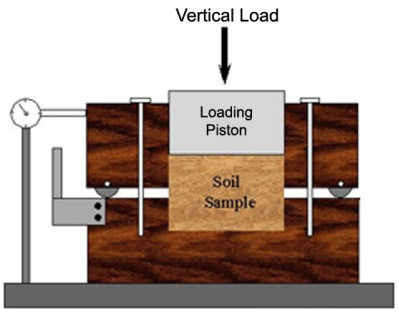
Strain Behavior

#	تنش برشی (kg/cm2)	کرنش برشی در شکست (٪)	کرنش قائم (٪)
1	0.43	2.5	-0.45
2	0.75	2.5	-0.7
3	1.11	2.5	-0.9









USCS Soil Description : Silty Sand With Gravel
AASHTO Soil Description : Stone fragments, gravel, sand (0)

Tested By :

آزمایش برش مستقیم

Saze Azma Gouhar Isatis

ASTM D3080

پروژه :	نیروگاه خورشیدی تجارت	گمانه :	BH.01
کارفرما :	شرکت سیمان تجارت یزد	عمق نمونه :	12 (m)
کد پروژه :	04.08	طبقه بندی متحده :	SM | A-1-b(0)
آدرس :	استان یزد- شهرستان مهریز	نوع نمونه :	Disturbed

Mechanical Properties

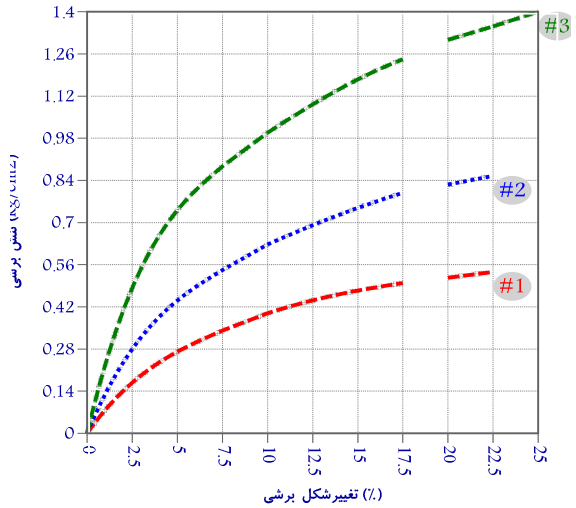
Gs	نوع	شرایط رطوبتی	Φ (o)	C (kg/cm2)	نوع جعبه برش (cm)2
2.65	Fast بازسازي شده	Wet	31.8	0.08	مربعی 10 x 10 x 2

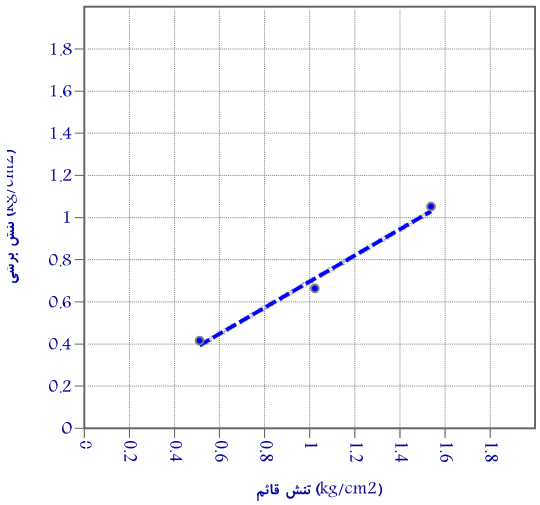
Sample Properties

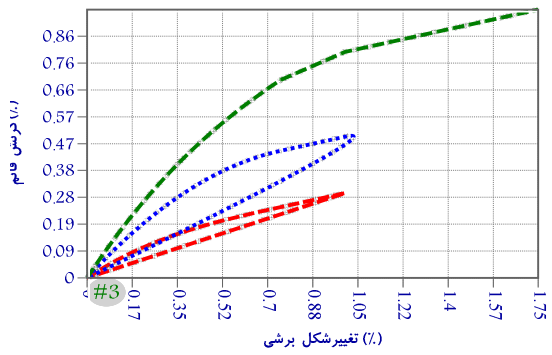
#	تنش قائم (kg/cm2)	ضریب رینگ (kgf/div)	دانسیته خشک (gr/cm3)	درصد رطوبت قبل (٪)	درصد رطوبت بعد (٪)	نسبت منافذ	درصد اشباع (٪)
1	0.51 {0.5}	0.097	1.95	5.3	5.3	0.36	39.1
2	1.02 {1}	0.097	1.95	5.3	5.3	0.36	39.1
3	1.54 {1.5}	0.097	1.95	5.3	5.3	0.36	39.1

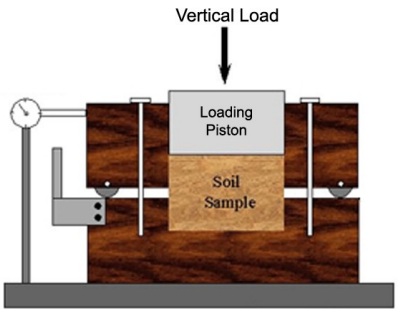
Strain Behavior

#	تنش برشی (kg/cm2)	کرنش برشی در شکست (٪)	کرنش قائم (٪)
1	0.42	2.25	-0.3
2	0.66	2.25	-0.55
3	1.05	2.5	-0.95









USCS Soil Description : Silty Sand With Gravel
AASHTO Soil Description : Stone fragments, gravel, sand (0)

Tested By :

آزمایش برش مستقیم

Saze Azma Gouhar Isatis

ASTM D3080

پروژه :	نیروگاه خورشیدی تجارت	گمانه :	BH.01
کارفرما :	شرکت سیمان تجارت یزد	عمق نمونه :	15 (m)
کد پروژه :	04.08	طبقه بندی متحده :	GM | A-1-b(0)
آدرس :	استان یزد- شهرستان مهریز	نوع نمونه :	Disturbed

Mechanical Properties

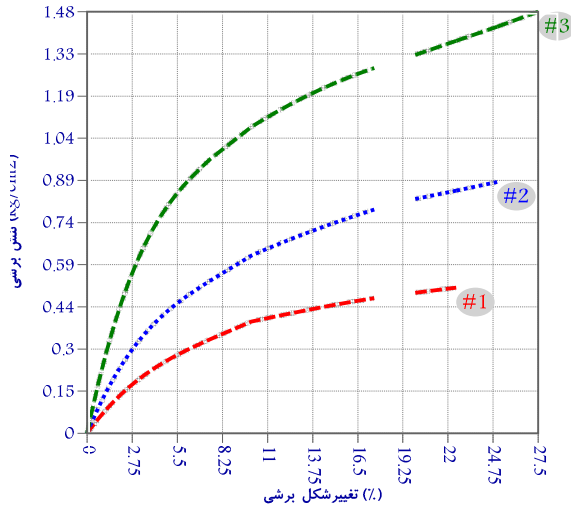
Gs	نوع	شرایط رطوبتی	Φ (o)	C (kg/cm2)	نوع جعبه برش (cm)2
2.65	Fast بازسازي شده	Wet	33.3	0.04	مربعی 10 x 10 x 2

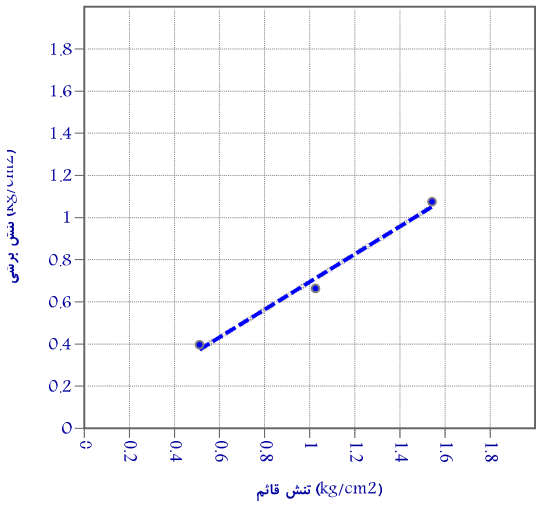
Sample Properties

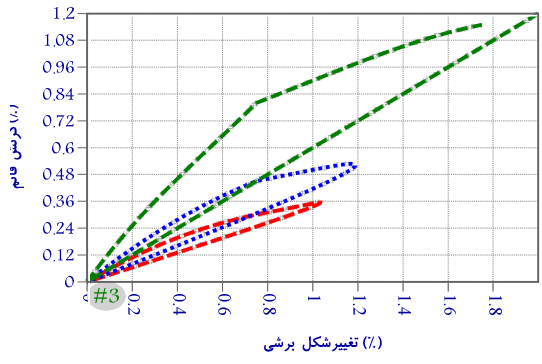
#	تنش قائم (kg/cm2)	ضریب رینگ (kgf/div)	دانسیته خشک (gr/cm3)	درصد رطوبت قبل (٪)	درصد رطوبت بعد (٪)	نسبت منافذ	درصد اشباع (٪)
1	0.51 {0.5}	0.097	1.93	7.8	7.8	0.37	55.4
2	1.03 {1}	0.097	1.93	7.8	7.8	0.37	55.4
3	1.54 {1.5}	0.097	1.93	7.8	7.8	0.37	55.4

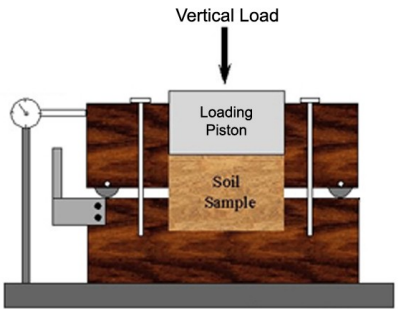
Strain Behavior

#	تنش برشی (kg/cm2)	کرنش برشی در شکست (٪)	کرنش قائم (٪)
1	0.4	2.25	-0.4
2	0.66	2.5	-0.6
3	1.08	2.75	-1.2









USCS Soil Description : Silty Gravel With Sand
AASHTO Soil Description : Stone fragments, gravel, sand (0)

Tested By :

آزمایش برش مستقیم

Saze Azma Gouhar Isatis

ASTM D3080

پروژه :	نیروگاه خورشیدی تجارت	گمانه :	BH.01
کارفرما :	شرکت سیمان تجارت یزد	عمق نمونه :	18 (m)
کد پروژه :	04.08	طبقه بندی متحده :	SM | A-1-b(0)
آدرس :	استان یزد- شهرستان مهریز	نوع نمونه :	Disturbed

Mechanical Properties

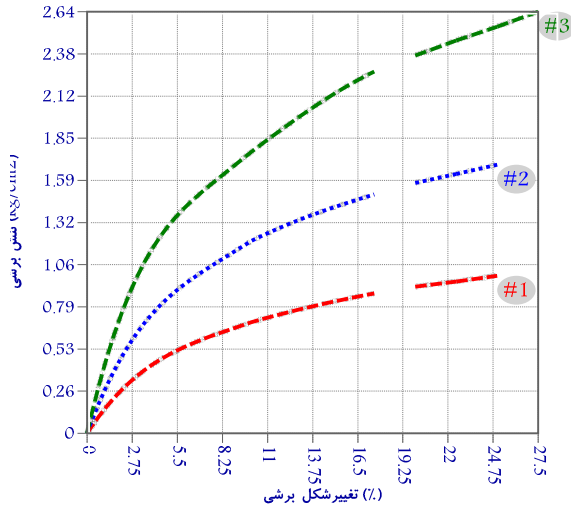
Gs	نوع	شرایط رطوبتی	Φ (o)	C (kg/cm2)	نوع جعبه برش (cm)2
2.65	Fast بازسازي شده	Wet	29.7	0.13	مربعی 10 x 10 x 2

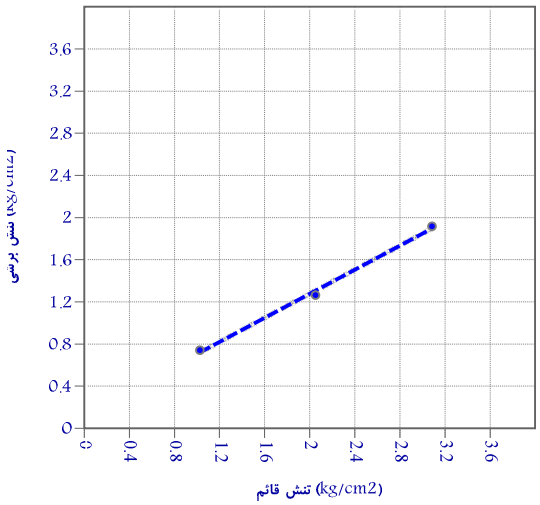
Sample Properties

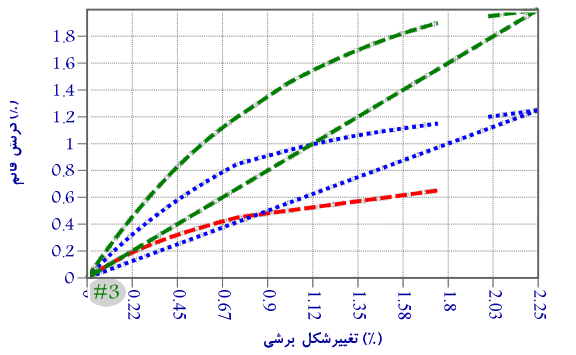
#	تنش قائم (kg/cm2)	ضریب رینگ (kgf/div)	دانسیته خشک (gr/cm3)	درصد رطوبت قبل (٪)	درصد رطوبت بعد (٪)	نسبت منافذ	درصد اشباع (٪)
1	1.03 {1}	0.097	1.9	6.7	6.7	0.39	45
2	2.05 {2}	0.097	1.9	6.7	6.7	0.39	45
3	3.08 {3}	0.097	1.9	6.7	6.7	0.39	45

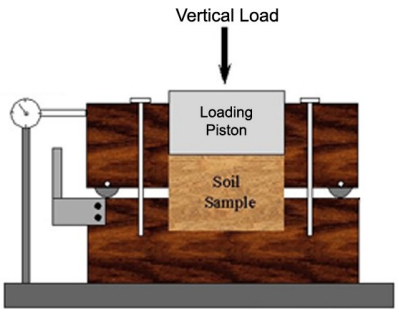
Strain Behavior

#	تنش برشی (kg/cm2)	کرنش برشی در شکست (٪)	کرنش قائم (٪)
1	0.74	2.5	-0.65
2	1.26	2.5	-1.25
3	1.92	2.75	-2









USCS Soil Description : Silty Sand With Gravel
AASHTO Soil Description : Stone fragments, gravel, sand (0)

Tested By :

آزمایش برش مستقیم

Saze Azma Gouhar Isatis

ASTM D3080

پروژه :	نیروگاه خورشیدی تجارت	گمانه :	BH.02
کارفرما :	شرکت سیمان تجارت یزد	عمق نمونه :	3 (m)
کد پروژه :	04.08	طبقه بندی متحده :	SM | A-4(0)
آدرس :	استان یزد- شهرستان مهریز	نوع نمونه :	Disturbed

Mechanical Properties

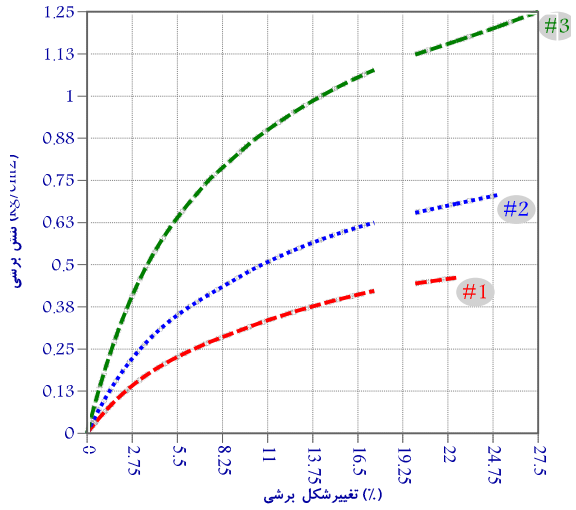
Gs	نوع	شرایط رطوبتی	Φ (o)	C (kg/cm2)	نوع جعبه برش (cm)2
2.65	Fast بازسازي شده	Wet	28	0.05	مربعی 10 x 10 x 2

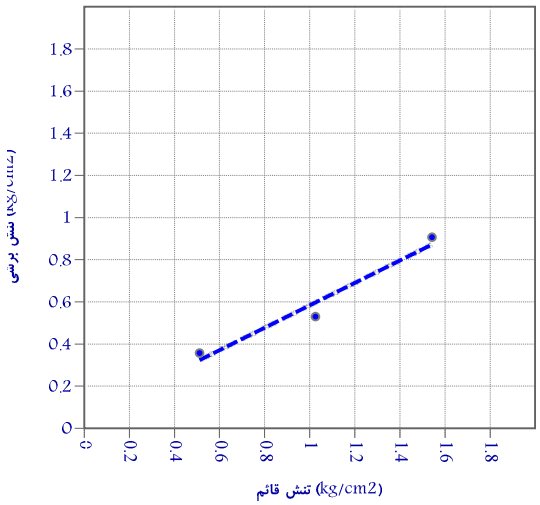
Sample Properties

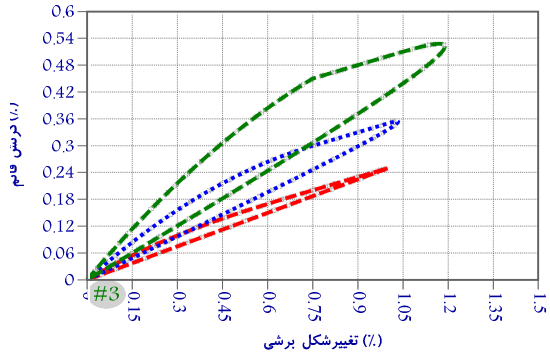
#	تنش قائم (kg/cm2)	ضریب رینگ (kgf/div)	دانسیته خشک (gr/cm3)	درصد رطوبت قبل (٪)	درصد رطوبت بعد (٪)	نسبت منافذ	درصد اشباع (٪)
1	0.51 {0.5}	0.097	1.92	4.9	4.9	0.38	34.2
2	1.03 {1}	0.097	1.92	4.9	4.9	0.38	34.2
3	1.54 {1.5}	0.097	1.92	4.9	4.9	0.38	34.2

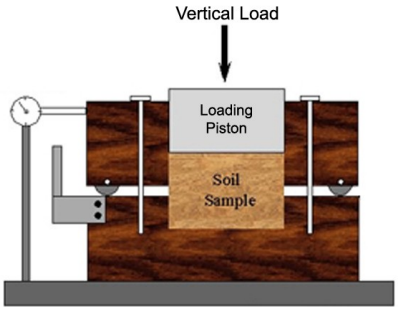
Strain Behavior

#	تنش برشی (kg/cm2)	کرنش برشی در شکست (٪)	کرنش قائم (٪)
1	0.36	2.25	-0.25
2	0.53	2.5	-0.4
3	0.91	2.75	-0.6









USCS Soil Description : Silty Sand With Gravel
AASHTO Soil Description : A-4, Silty soils (0)

Tested By :

آزمایش برش مستقیم

Saze Azma Gouhar Isatis

ASTM D3080

پروژه :	نیروگاه خورشیدی تجارت	گمانه :	TP.06
کارفرما :	شرکت سیمان تجارت یزد	عمق نمونه :	1 (m)
کد پروژه :	04.08	طبقه بندی متحده :	SM | A-1-b(0)
آدرس :	استان یزد- شهرستان مهریز	نوع نمونه :	Disturbed

Mechanical Properties

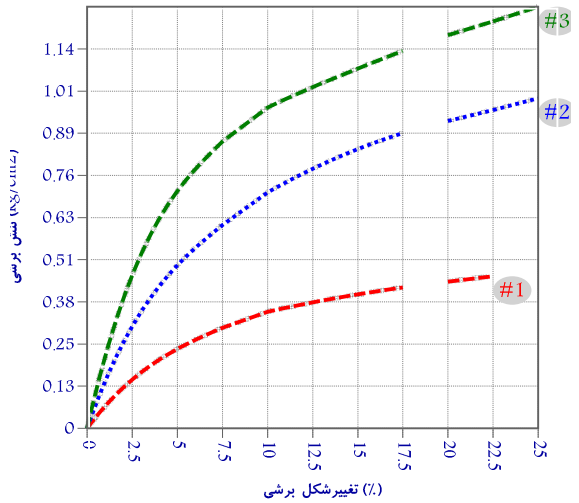
Gs	نوع	شرایط رطوبتی	Φ (o)	C (kg/cm2)	نوع جعبه برش (cm)2
2.65	Fast بازسازي شده	Wet	30.1	0.09	مربعی 10 x 10 x 2

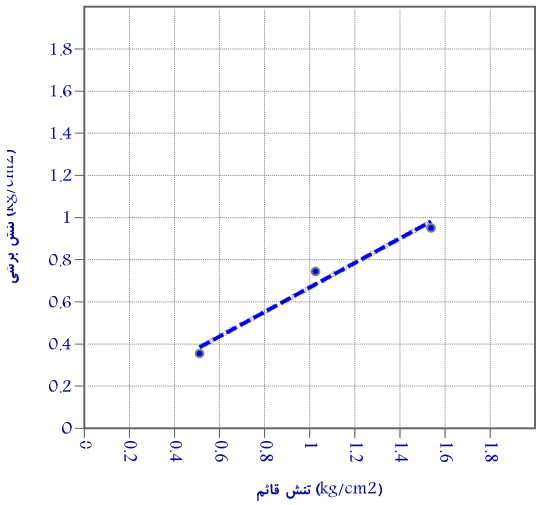
Sample Properties

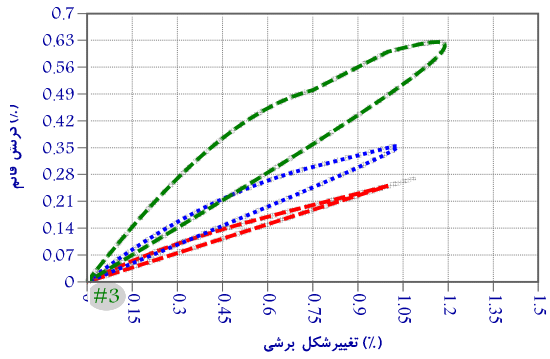
#	تنش قائم (kg/cm2)	ضریب رینگ (kgf/div)	دانسیته خشک (gr/cm3)	درصد رطوبت قبل (٪)	درصد رطوبت بعد (٪)	نسبت منافذ	درصد اشباع (٪)
1	0.51 {0.5}	0.097	1.8	4.5	4.5	0.47	25.3
2	1.03 {1}	0.097	1.8	4.5	4.5	0.47	25.3
3	1.54 {1.5}	0.097	1.8	4.5	4.5	0.47	25.3

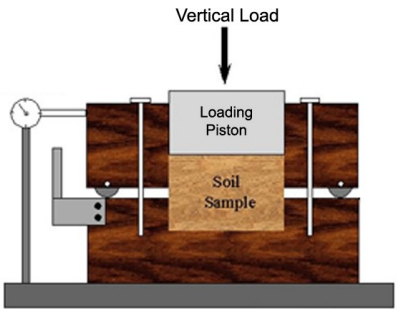
Strain Behavior

#	تنش برشی (kg/cm2)	کرنش برشی در شکست (٪)	کرنش قائم (٪)
1	0.35	2.25	-0.25
2	0.74	2.5	-0.4
3	0.95	2.5	-0.7









USCS Soil Description : Silty Sand With Gravel
AASHTO Soil Description : Stone fragments, gravel, sand (0)

Tested By :

آزمایش برش مستقیم

Saze Azma Gouhar Isatis

ASTM D3080

پروژه :	نیروگاه خورشیدی تجارت	گمانه :	TP.07
کارفرما :	شرکت سیمان تجارت یزد	عمق نمونه :	2 (m)
کد پروژه :	04.08	طبقه بندی متحده :	SW-SM | A-1-b(0)
آدرس :	استان یزد- شهرستان مهریز	نوع نمونه :	Disturbed

Mechanical Properties

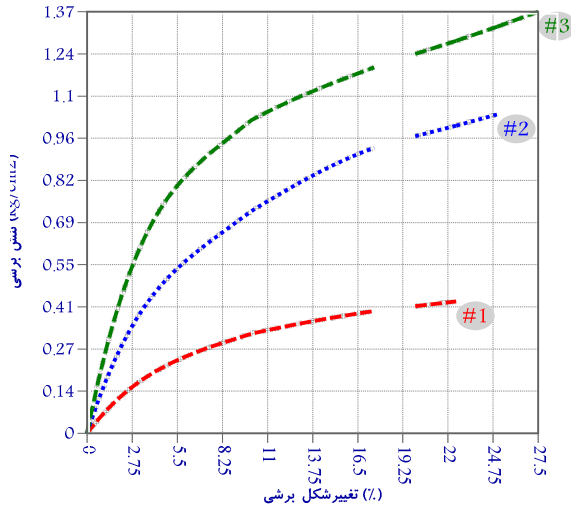
Gs	نوع	شرایط رطوبتی	Φ (o)	C (kg/cm2)	نوع جعبه برش (cm)2
2.65	Fast بازسازي شده	Wet	32.7	0.04	مربعی 10 x 10 x 2

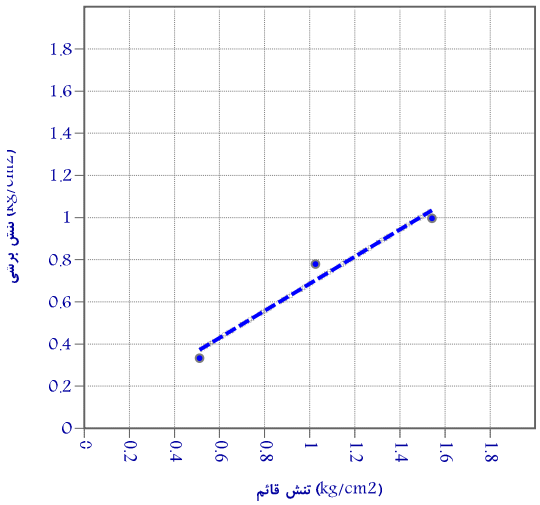
Sample Properties

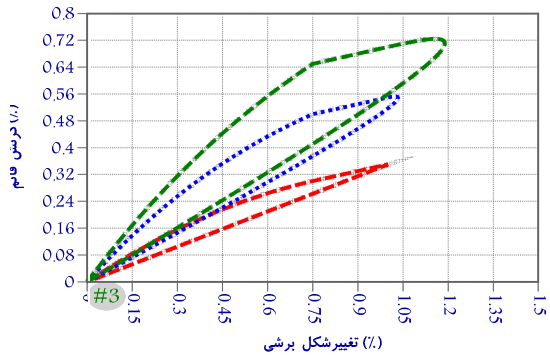
#	تنش قائم (kg/cm2)	ضریب رینگ (kgf/div)	دانسیته خشک (gr/cm3)	درصد رطوبت قبل (٪)	درصد رطوبت بعد (٪)	نسبت منافذ	درصد اشباع (٪)
1	0.51 {0.5}	0.097	1.89	3.3	3.3	0.4	21.7
2	1.03 {1}	0.097	1.89	3.3	3.3	0.4	21.7
3	1.54 {1.5}	0.097	1.89	3.3	3.3	0.4	21.7

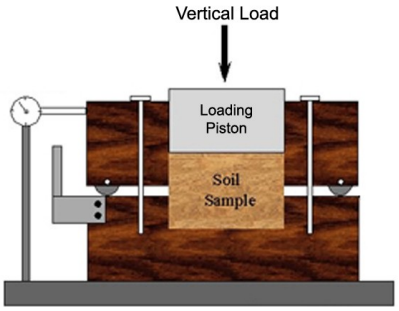
Strain Behavior

#	تنش برشی (kg/cm2)	کرنش برشی در شکست (٪)	کرنش قائم (٪)
1	0.33	2.25	-0.35
2	0.78	2.5	-0.6
3	1	2.75	-0.8









USCS Soil Description : Well Graded Silty Sand With Gravel & Clay
AASHTO Soil Description : Stone fragments, gravel, sand (0)

Tested By :

آزمایش برش مستقیم

Saze Azma Gouhar Isatis

ASTM D3080

پروژه :	نیروگاه خورشیدی تجارت	گمانه :	TP.09
کارفرما :	شرکت سیمان تجارت یزد	عمق نمونه :	2 (m)
کد پروژه :	04.08	طبقه بندی متحده :	SM | A-1-b(0)
آدرس :	استان یزد- شهرستان مهریز	نوع نمونه :	Disturbed

Mechanical Properties

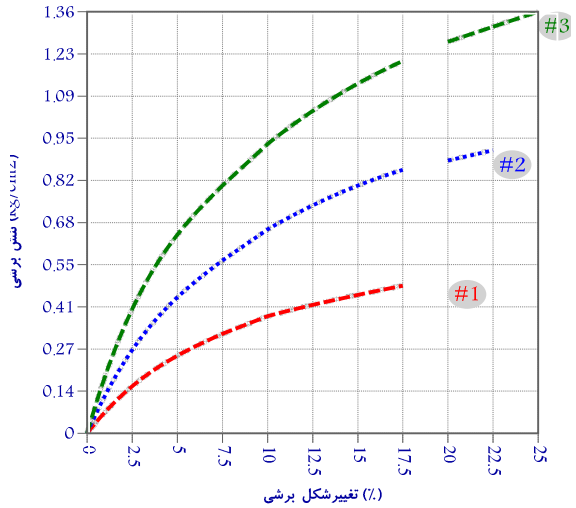
Gs	نوع	شرایط رطوبتی	Φ (o)	C (kg/cm2)	نوع جعبه برش (cm)2
2.65	Fast بازسازي شده	Wet	31.3	0.09	مربعی 10 x 10 x 2

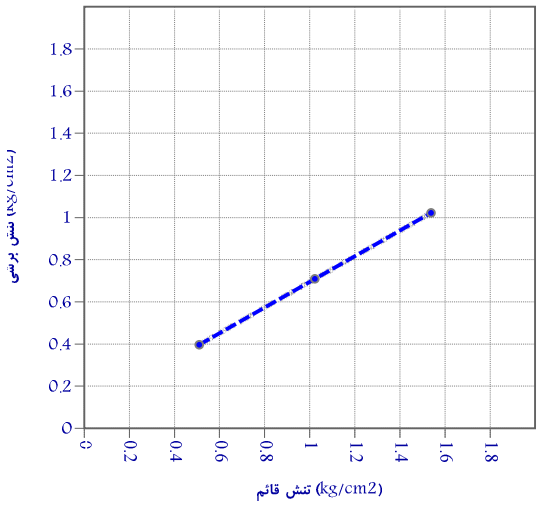
Sample Properties

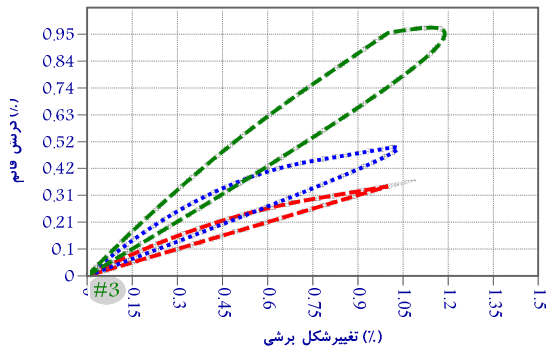
#	تنش قائم (kg/cm2)	ضریب رینگ (kgf/div)	دانسیته خشک (gr/cm3)	درصد رطوبت قبل (٪)	درصد رطوبت بعد (٪)	نسبت منافذ	درصد اشباع (٪)
1	0.51 {0.5}	0.097	1.92	3.8	3.8	0.38	26.5
2	1.02 {1}	0.097	1.92	3.8	3.8	0.38	26.5
3	1.54 {1.5}	0.097	1.92	3.8	3.8	0.38	26.5

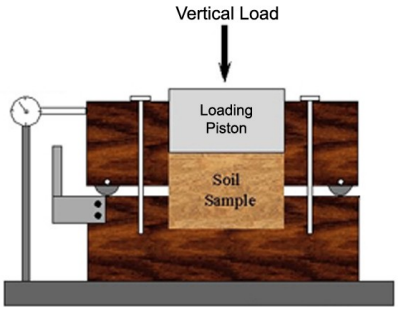
Strain Behavior

#	تنش برشی (kg/cm2)	کرنش برشی در شکست (٪)	کرنش قائم (٪)
1	0.4	2	-0.35
2	0.71	2.25	-0.55
3	1.02	2.5	-1.05









USCS Soil Description : Silty Sand With Gravel
AASHTO Soil Description : Stone fragments, gravel, sand (0)

Tested By :

آزمایش تعیین دانسیته و رطوبت

Saze Azma Gouhar Isatis

ASTM D4643, D2216

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز

گمانه	عمق نمونه (m)	درصد رطوبت (٪)	دانسیته خشک (gr/cm3)	وزن مخصوص مرطوب (gr/cm3)
BH.01	3	4.9	-	-
BH.01	4	5.5	-	-
BH.01	6	4.4	1.88	1.96
BH.01	10	5.3	1.95	2.05
BH.01	14	7.8	1.93	2.08
BH.01	18	6.7	1.9	2.03
BH.02	3	4.9	1.92	2.01
BH.02	6	6.4	-	-
TP.01	1	3.3	-	-
TP.01	2	2.7	-	-
TP.02	1	2.3	-	-
TP.02	2.5	2.1	1.86	1.9
TP.03	1	3.1	-	-
TP.04	1	3.7	1.77	1.84
TP.04	2.5	4	-	-
TP.05	1	4.7	-	-
TP.05	2	2.5	-	-
TP.06	1	3.9	-	-
TP.06	2.5	4.5	1.8	1.88
TP.07	1	4.6	-	-
TP.07	2	3.3	1.89	1.95
TP.08	1	3.4	-	-
TP.08	2	4.1	-	-
TP.09	1	3.1	-	-
TP.09	2	3.8	1.92	1.99
TP.10	1	2.8	-	-
TP.10	2.5	2.5	-	-
TP.11	1	3.1	1.77	1.82
TP.11	2	3.9	-	-
TP.12	1	3.4	-	-
TP.12	2	4.8	-	-
TP.13	1	2.4	-	-
TP.13	2.5	3.4	1.85	1.91
TP.14	1	4.9	-	-
TP.14	2	4.5	-	-
TP.15	1	3.6	-	-
TP.15	2.5	4.1	1.94	2.02

آزمایش شیمی خاک و آب

Saze Azma Gouhar Isatis

نیروگاه خورشیدی تجارت : پروژه

شرکت سیمان تجارت یزد : کارفرما

04.08 : کد پروژه

استان یزد- شهرستان مهریز : آدرس

ASTM D516, D512, D1293

گمانه	عمق نمونه (m)	توصیف	مقدار
TP.01	1		7.62
TP.02	2.5		7.76
TP.03	1		7.9
TP.04	1		7.54
TP.05	2		7.69
TP.06	2.5		7.59
TP.07	1		7.65
TP.08	2	تعیین عدد PH خاک (طبق ASTM:D4972)	7.53
TP.09	1		7.74
TP.10	2.5		7.88
TP.11	1		7.69
TP.12	1		7.47
TP.13	2.5		7.79
TP.14	1		7.66
TP.15	1		7.7
TP.01	1		0.12
TP.02	2.5		0.2
TP.03	1		0.17
TP.04	1		0.32
TP.05	2		0.25
TP.06	2.5		0.08
TP.07	1		0.14
TP.08	2	تعیین مقدار سولفات محلول در آب (طبق BS1377):	0.08
TP.09	1		0.13
TP.10	2.5		0.11
TP.11	1		0.07
TP.12	1		0.23
TP.13	2.5		0.05
TP.14	1		0.01
TP.15	1		0.13
TP.01	1		1.35
TP.02	2.5		0.97
TP.03	1		0.28
TP.04	1		0.84
TP.05	2		1.09
TP.06	2.5		0.33
TP.07	1		0.24
TP.08	2	تعیین مقدار گچ خاک (طبق BS:1377)	0.86
TP.09	1		0.57
TP.10	2.5		0.57
TP.11	1		0.5
TP.12	1		0.65
TP.13	2.5		1.47
TP.14	1		0.43
TP.15	1		0.41
TP.01	1		0.53
TP.02	2.5	مقدار کلر خاک (طبق 1411 تعیینASTM:D)	0.37
TP.03	1		0.3
TP.04	1		0.46

آزمایش شیمی خاک و آب

Saze Azma Gouhar Isatis

ASTM D516, D512, D1293

پروژه : نیروگاه خورشیدی تجارت

کارفرما : شرکت سیمان تجارت یزد

کد پروژه : 04.08

آدرس : استان یزد- شهرستان مهریز

گمانه	عمق نمونه (m)	توصیف	مقدار
TP.05	2		0.77
TP.06	2.5		0.68
TP.07	1		0.74
TP.08	2		0.77
TP.09	1		0.64
TP.10	2.5		0.78
TP.11	1		0.39
TP.12	1		1.14
TP.13	2.5		1.07
TP.14	1		0.09
TP.15	1		0.74
TP.01	1		0.09
TP.02	2.5		0.12
TP.03	1		0.22
TP.04	1		0.25
TP.05	2		0.25
TP.06	2.5		0.06
TP.07	1		0.31
TP.08	2	تعیین مواد آلي خاک (طبق AASHTO:T194)	0.19
TP.09	1		0.09
TP.10	2.5		0.25
TP.11	1		0.09
TP.12	1		0.19
TP.13	2.5		0.13
TP.14	1		0.09
TP.15	1		0.23

کد پروژه: ۰۴/۰۸

نتایج آزمون نسبت باربری کالیفرنیا

(CBR)

استاندارد ASTM- D1883

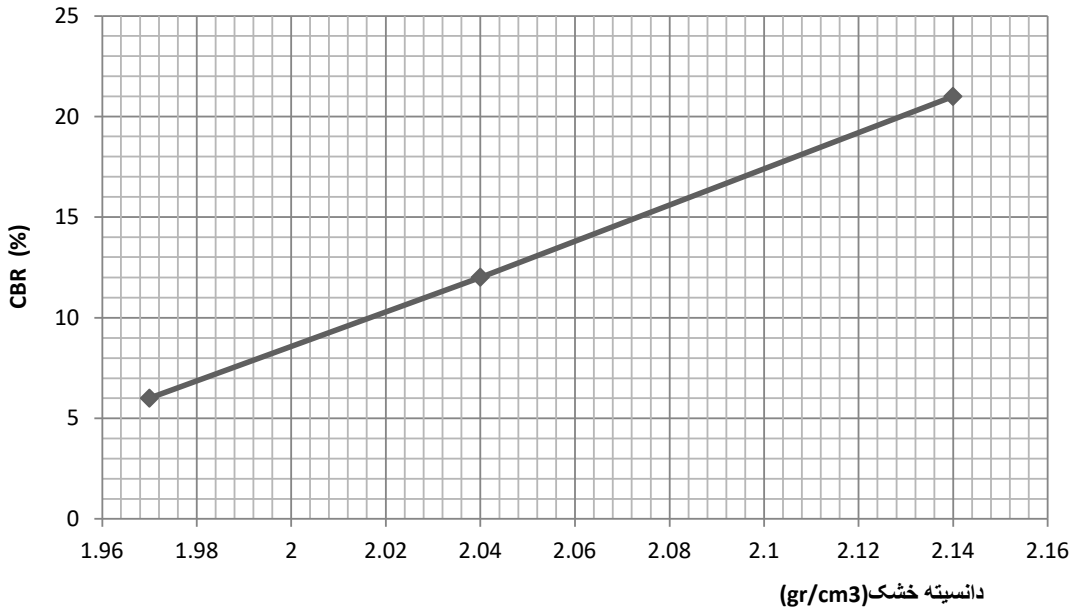
کارفرما: شرکت سیمان تجارت مهریز

پروژه: نیروگاه خورشیدی

شماره گمانه: TP.01 **عمق(متر):** 1-0

تعداد ضربات	دانسیته خشک gr/cm³	درصد رطوبت غرقاب %	درصد CBR غرقاب	درصد تورم یا نشست پس از ۹۶ ساعت غرقاب
10	1.97	8.5	6	-0.18
30	2.04	8.1	12	-0.12
65	2.14	7.9	21	-0.11

روش تراکم آزمایشگاهی	AASHTO-T180-D
حداکثر دانسیته خشک(gr/cm^3):	2.12
درصد رطوبت بهینه:	6.9



توضیحات:

اظهار نظر مهندس ناظر:

مدیر آزمایشگاه
امضاء

مدیر فنی
امضاء

نتایج آزمون نسبت باربری کالیفرنیا

(CBR)

استاندارد ASTM- D1883

کد پروژه: ۰۴/۰۸

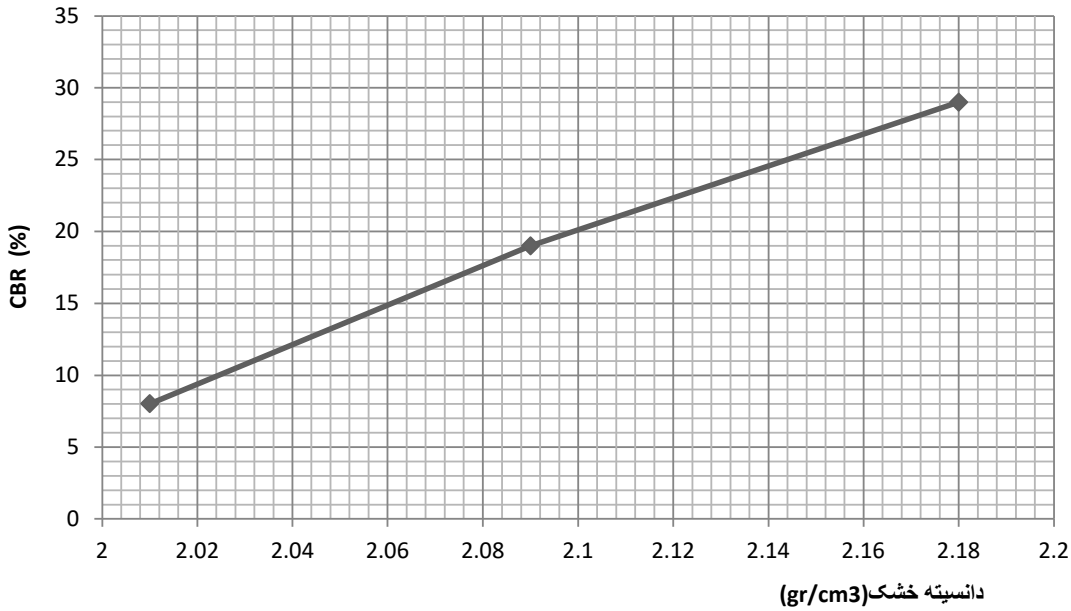
کارفرما: شرکت سیمان تجارت مهریز

پروژه: نیروگاه خورشیدی

شماره گمانه: TP.03 **عمق(متر):** 1-0

تعداد ضربات	دانسیته خشک gr/cm³	درصد رطوبت غرقاب %	درصد CBR غرقاب	درصد تورم یا نشست پس از ۹۶ ساعت غرقاب
10	2.01	7.6	8	-0.39
30	2.09	7.3	19	-0.32
65	2.18	6.8	29	-0.17

روش تراکم آزمایشگاهی	AASHTO-T180-D
حداکثر دانسیته خشک(gr/cm^3):	2.19
درصد رطوبت بهینه:	5.8



توضیحات:

اظهار نظر مهندس ناظر:

مدیر آزمایشگاه
امضاء

مدیر فنی
امضاء

نتایج آزمون نسبت باربری کالیفرنیا

(CBR)

استاندارد ASTM- D1883

کد پروژه: ۰۴/۰۸

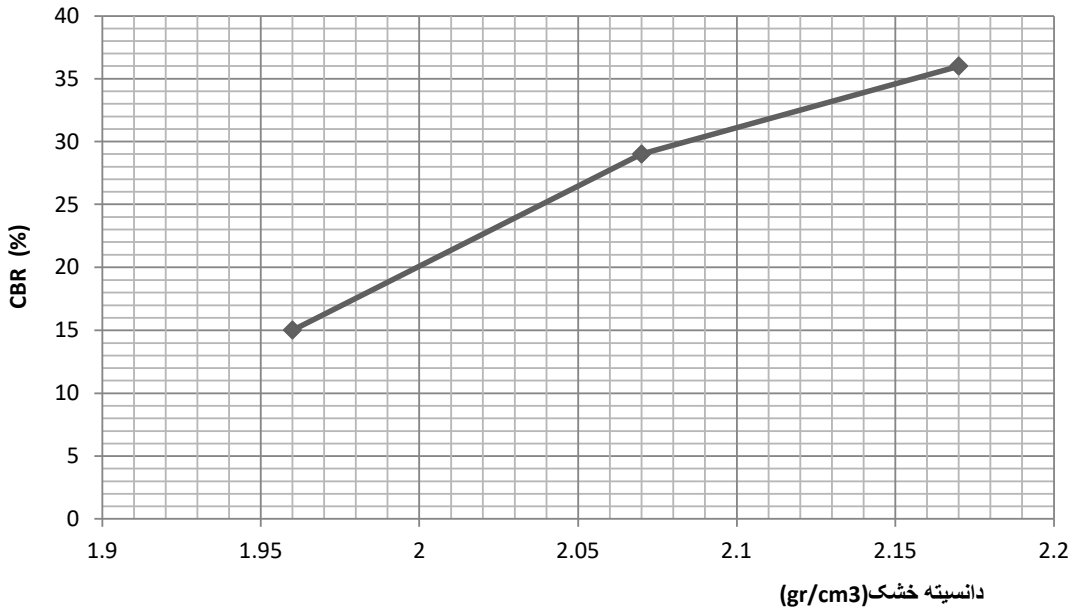
کارفرما: شرکت سیمان تجارت مهریز

پروژه: نیروگاه خورشیدی

شماره گمانه: TP.05 **عمق(متر):** 2-1

تعداد ضربات	دانسیته خشک gr/cm³	درصد رطوبت غرقاب %	درصد CBR غرقاب	درصد تورم یا نشست پس از ۹۶ ساعت غرقاب
10	1.96	7.5	15	-0.53
30	2.07	6.8	29	-0.28
65	2.17	6.4	36	-0.22

روش تراکم آزمایشگاهی	AASHTO-T180-D
حداکثر دانسیته خشک(gr/cm^3):	2.17
درصد رطوبت بهینه:	5.3



توضیحات:

اظهار نظر مهندس ناظر:	مدیر آزمایشگاه امضاء	مدیر فنی امضاء

نتایج آزمون نسبت باربری کالیفرنیا

(CBR)

استاندارد ASTM- D1883

کد پروژه: ۰۴/۰۸

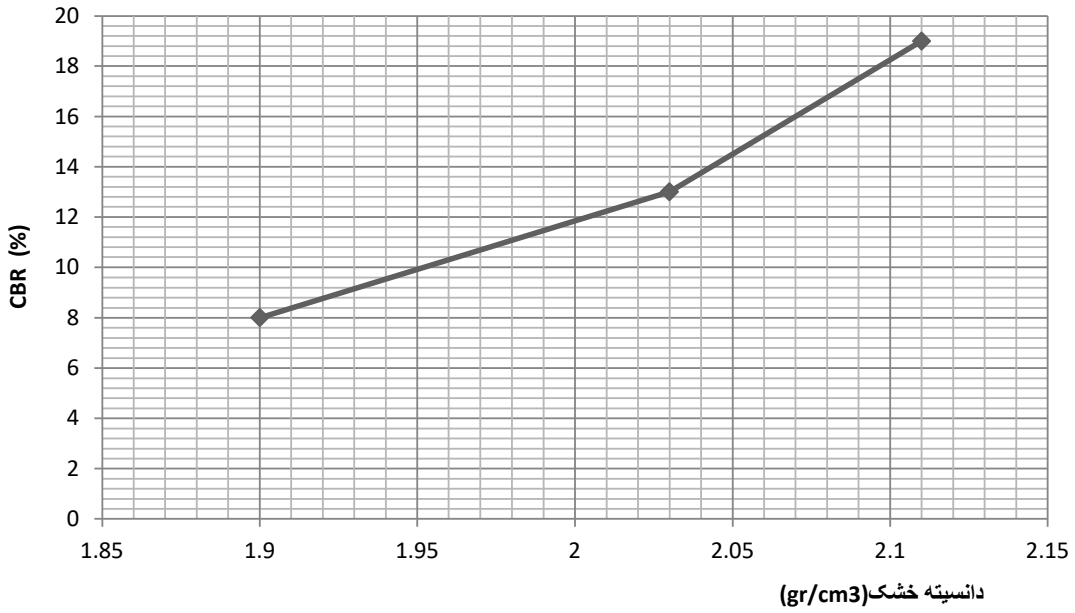
کارفرما: شرکت سیمان تجارت مهریز

پروژه: نیروگاه خورشیدی

شماره گمانه: TP.06 **عمق(متر):** 0-1

تعداد ضربات	دانسیته خشک	درصد رطوبت غرقاب	درصد CBR	درصد تورم یا نشست پس از ۹۶ ساعت
	gr/cm³	%	غرقاب	غرقاب
10	1.90	8.5	8	-0.15
30	2.03	8.3	13	-0.08
65	2.11	7.8	19	-0.06

روش تراکم آزمایشگاهی	AASHTO-T180-D
حداکثر دانسیته خشک(gr/cm^3):	2.10
درصد رطوبت بهینه:	7.2



توضیحات:

اظهار نظر مهندس ناظر:

مدیر آزمایشگاه
امضاء

مدیر فنی
امضاء

نتایج آزمون نسبت باربری کالیفرنیا

(CBR)

استاندارد ASTM- D1883

کد پروژه: ۰۴/۰۸

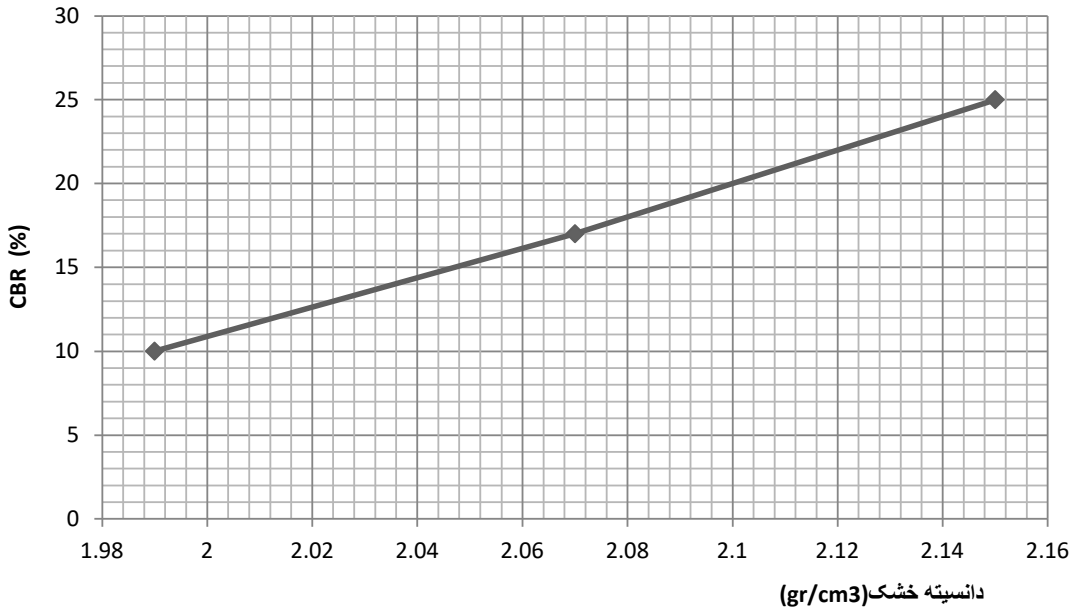
کارفرما: شرکت سیمان تجارت مهریز

پروژه: نیروگاه خورشیدی

شماره گمانه: TP.09 **عمق(متر):** 1-0

تعداد ضربات	دانسیته خشک gr/cm³	درصد رطوبت غرقاب %	درصد CBR غرقاب	درصد تورم یا نشست پس از ۹۶ ساعت غرقاب
10	1.99	8.8	10	-0.14
30	2.07	8.5	17	-0.11
65	2.15	8.1	25	-0.07

روش تراکم آزمایشگاهی	AASHTO-T180-D
حداکثر دانسیته خشک(gr/cm^3):	2.14
درصد رطوبت بهینه:	7.1



توضیحات:

مدیر فنی امضاء	مدیر آزمایشگاه امضاء

اظهار نظر مهندس ناظر:

نتایج آزمون نسبت باربری کالیفرنیا

(CBR)

استاندارد ASTM- D1883

کد پروژه: ۰۴/۰۸

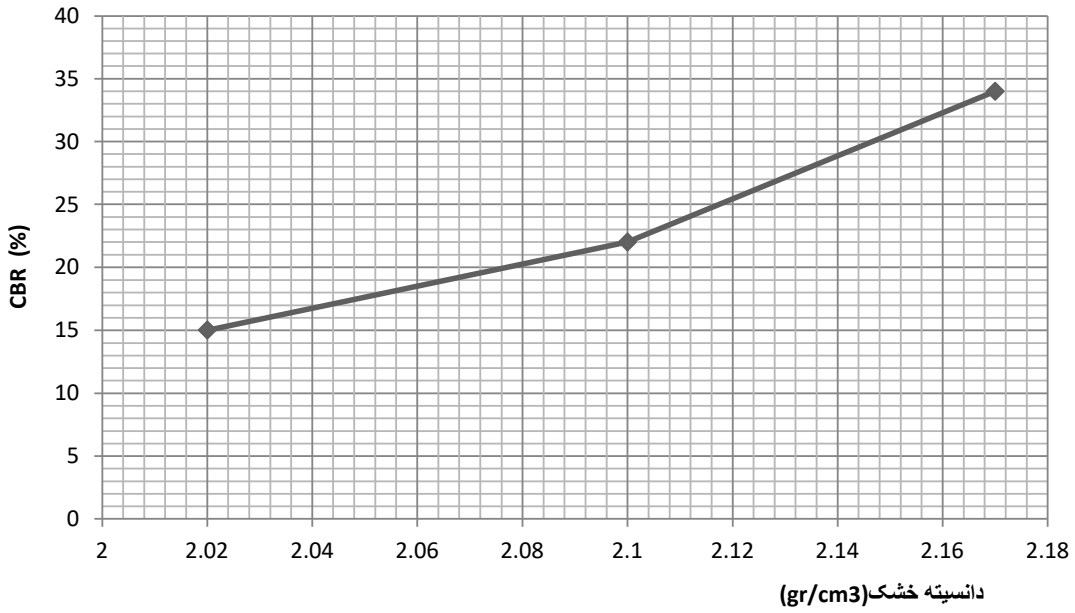
کارفرما: شرکت سیمان تجارت مهریز

پروژه: نیروگاه خورشیدی

شماره گمانه: TP.10 **عمق(متر):** 2-1

تعداد ضربات	دانسیته خشک	درصد رطوبت غرقاب	درصد CBR	درصد تورم یا نشست پس از ۹۶ ساعت
	gr/cm³	%	غرقاب	غرقاب
10	2.02	7.9	15	-0.33
30	2.10	7.6	22	-0.25
65	2.17	6.9	34	-0.12

روش تراکم آزمایشگاهی	AASHTO-T180-D
حداکثر دانسیته خشک(gr/cm^3):	2.16
درصد رطوبت بهینه:	6.2



توضیحات:

مدیر فنی امضاء	مدیر آزمایشگاه امضاء

اظهار نظر مهندس ناظر:

نتایج آزمون نسبت باربری کالیفرنیا

(CBR)

استاندارد ASTM- D1883

کد پروژه: ۰۴/۰۸

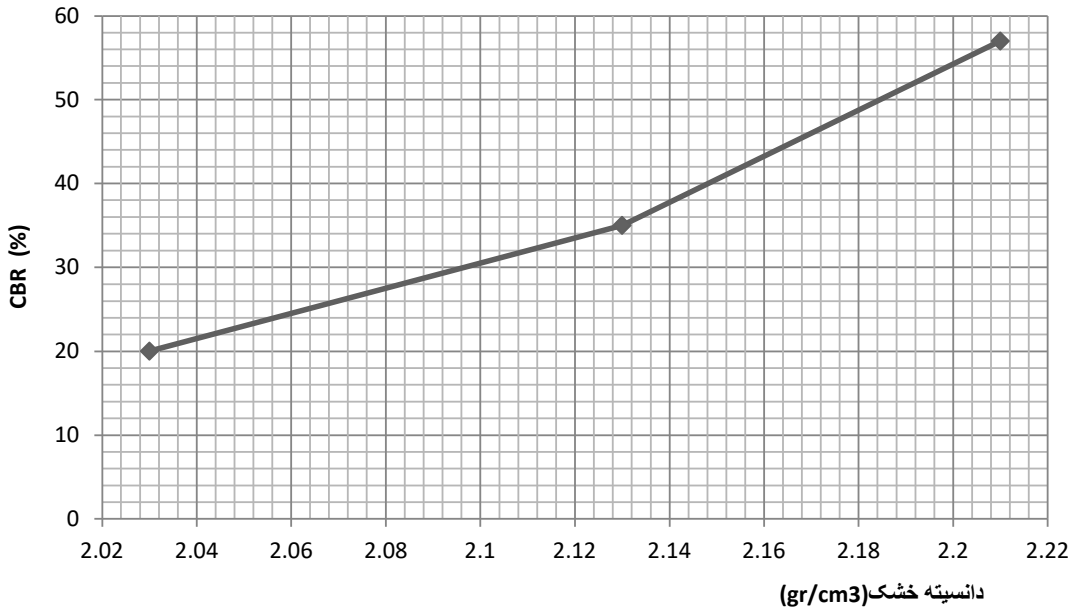
کارفرما: شرکت سیمان تجارت مهریز

پروژه: نیروگاه خورشیدی

شماره گمانه: TP.12 **عمق(متر):** 1-0

تعداد ضربات	دانسیته خشک gr/cm³	درصد رطوبت غرقاب %	درصد CBR غرقاب	درصد تورم یا نشست پس از ۹۶ ساعت غرقاب
10	2.03	8.3	20	-0.14
30	2.13	7.5	35	-0.12
65	2.21	7.2	57	-0.08

روش تراکم آزمایشگاهی	AASHTO-T180-D
حداکثر دانسیته خشک(gr/cm^3):	2.21
درصد رطوبت بهینه:	6.5



توضیحات:

اظهار نظر مهندس ناظر:

مدیر آزمایشگاه
امضاء

مدیر فنی
امضاء

نتایج آزمون نسبت باربری کالیفرنیا

(CBR)

استاندارد ASTM- D1883

کد پروژه: ۰۴/۰۸

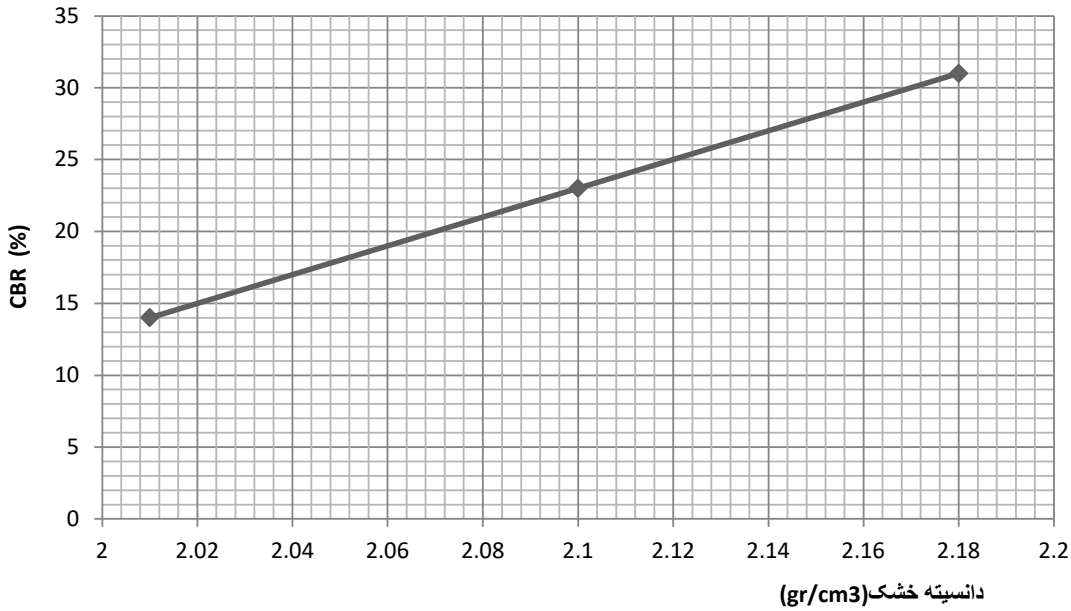
کارفرما: شرکت سیمان تجارت مهریز

پروژه: نیروگاه خورشیدی

شماره گمانه: TP.14 **عمق(متر):** 2-1

تعداد ضربات	دانسیته خشک gr/cm³	درصد رطوبت غرقاب %	درصد CBR غرقاب	درصد تورم یا نشست پس از ۹۶ ساعت غرقاب
10	2.01	7.6	14	-0.36
30	2.10	7.4	23	-0.33
65	2.18	7.1	31	-0.21

روش تراکم آزمایشگاهی	AASHTO-T180-D
حداکثر دانسیته خشک(gr/cm^3):	2.18
درصد رطوبت بهینه:	6



توضیحات:

اظهار نظر مهندس ناظر:	مدیر آزمایشگاه امضاء	مدیر فنی امضاء

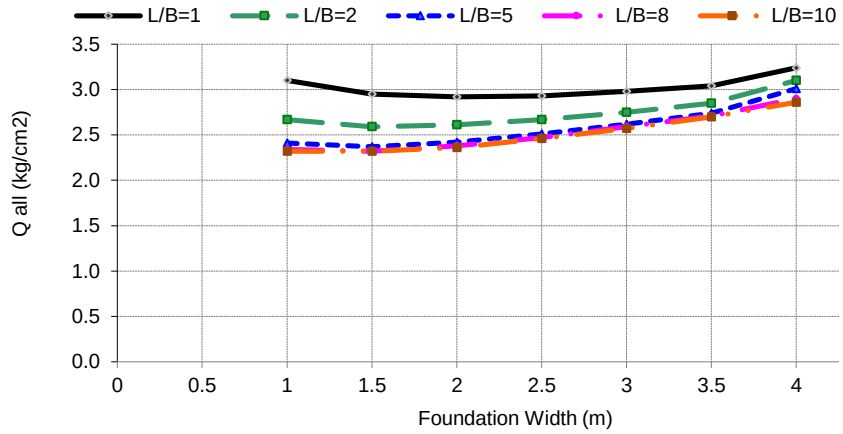
Project : نیروگاه خورشیدی
Client : شرکت سیمان تجارت مهریز

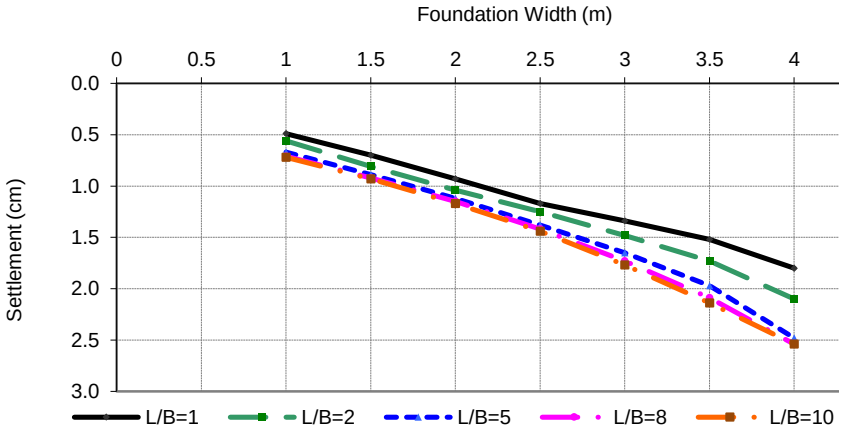
Df=1 m | D=1 m | GWL=100 m | All. Settl.=2.54 cm
Er/Es=1 | Ir=1 | FoS=3 | Foundation type : Strip /

B(m)		L/B=1	L/B=2	L/B=5	L/B=8	L/B=10
1	Qall (kg/cm2)	3.1	2.7	2.4	2.3	2.3
	S (cm)	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
1.5	Qall (kg/cm2)	3.0	2.6	2.4	2.3	2.3
	S (cm)	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9
2	Qall (kg/cm2)	2.9	2.6	2.4	2.4	2.4
	S (cm)	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2
2.5	Qall (kg/cm2)	2.9	2.7	2.5	2.5	2.5
	S (cm)	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4
3	Qall (kg/cm2)	3.0	2.8	2.6	2.6	2.6
	S (cm)	1.3	1.5	1.7	1.7	1.8
3.5	Qall (kg/cm2)	3.0	2.9	2.7	2.7	2.7
	S (cm)	1.5	1.7	2.0	2.1	2.1
4	Qall (kg/cm2)	3.2	3.1	3.0	2.9	2.9
	S (cm)	1.8	2.1	2.5	2.5	2.5

Estimated Ks values (kg/cm3):

B(m)	L/B=1	L/B=2	L/B=5	L/B=8	L/B=10
1	6.33	4.77	3.60	3.30	3.22
1.5	4.21	3.20	2.66	2.52	2.47
2	3.14	2.51	2.16	2.07	2.02
2.5	2.50	2.14	1.82	1.74	1.71
3	2.22	1.86	1.59	1.50	1.45
3.5	2.00	1.65	1.39	1.30	1.26
4	1.80	1.48	1.21	1.14	1.13





Created by : PEYSANJ 5.2.2021.1125 on Tuesday, May 27, 2025
All rights reserved by Novo Tech Software Ltd. (www.novotechsoftware.com)
This page is an output of PEYSANJ software




4.5


4.5

Bearing Capacity Analysis Report
(Strip / Pad footing)

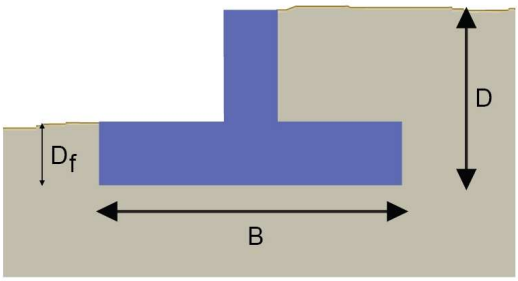
Peysanj
Geotechnical Engineering Software

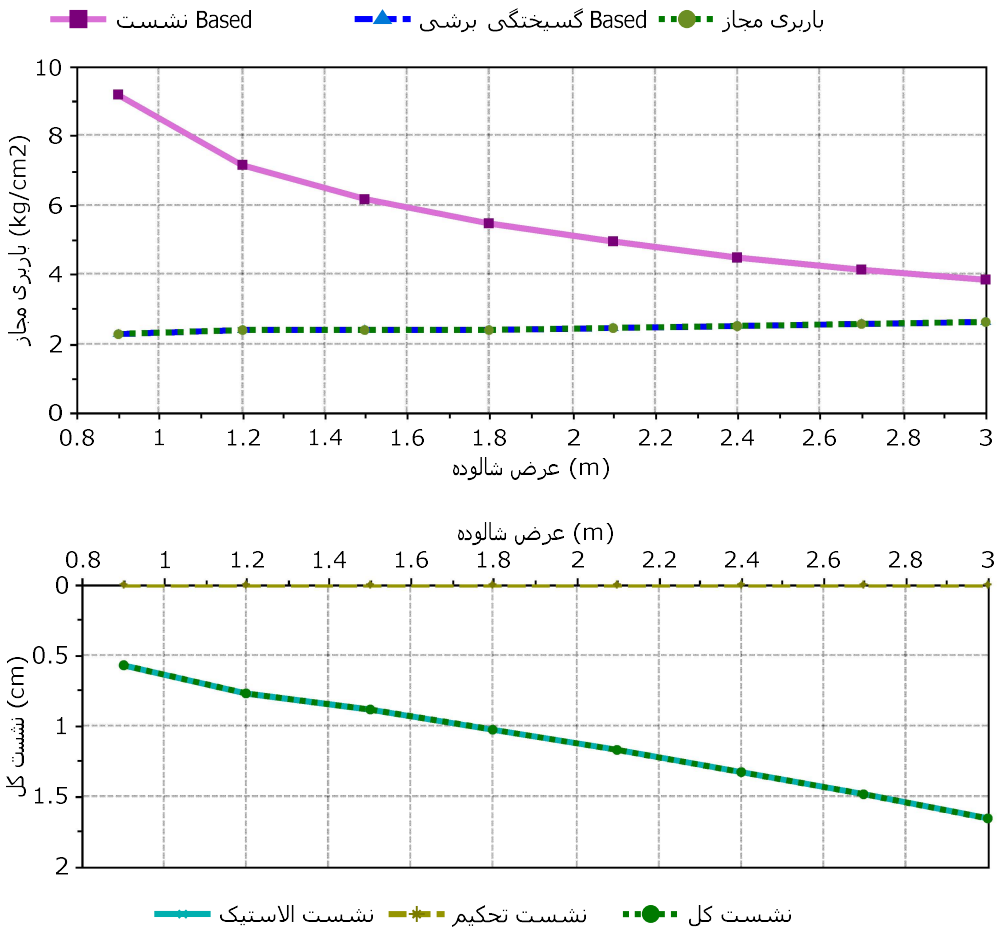
نام لایه خاک	ضخامت لایه (m)	پائین لایه (m)	وزن مخصوص (gr/cm3)	C (kg/cm2)	F (o)	Es (kg/cm2)	ضریب پواسون	نسبت مناقذ	Cc	Cs	Pc (kg/cm2)	پیش تحکیم یافته
خاک1	3	3	1.7	0.07	28	250	0.3	0.6				False
خاک 2	7	10	1.85	0.05	32	500	0.3	0.55				False
خاک 3	10	20	1.95	0.05	34	750	0.3	0.5				False

پارامتر	مقدار	واحد
L / B	5	-
Df	1	m
عمق گودبرداری	1	m
نیروی افقی (B direction)		kgf
نیروی افقی (L direction)		kgf
بار قائم		kgf
لنگر (around B)		kgf.m
لنگر (around L)		kgf.m

پارامتر	مقدار	واحد
متوسط وزن مخصوص خاک بالای فونداسیون	1.70	gr/cm3
سطح آب زیرزميني از زیر پی	100	m
ضریب اطمینان	3	-
نشست مجاز	2.54	cm
Er/Es ضریب بارگذاری مجدد	1	-
ضریب صلبیت پی	1	-
ضریب نشست تحکیم غیراشباع	0	-

$$q_{ult}=C.N_C.S_C.d_C.i_C.g_C.b_C + q.N_q.S_q.d_q.i_q.g_q.b_q + \frac{1}{2}\gamma.B'.N\gamma.S\gamma.d\gamma.i\gamma.g\gamma.b\gamma$$




نشست Based
گسیختگی برشی Based
باربری مجاز
باربری مجاز (kg/cm2)
عرض شالوده (m)
0.8 1 1.2 1.4 1.6 1.8 2 2.2 2.4 2.6 2.8 3
0 2 4 6 8 10

عرض شالوده (m)
0.8 1 1.2 1.4 1.6 1.8 2 2.2 2.4 2.6 2.8 3
نشست کل (cm)
0 0.5 1 1.5 2
نشست الاستیک
نشست تحکیم
نشست کل

.:.Notes:
Hs: shear wedge depth
Gamma: Soil unit weight
eB, eL : Load eccentrity
Af : Effective area of the footing=B'.L'
q' : Overburden stress at the level of foundation=gamma.Df

B (m)	L (m)	Hs (m)	C_ave (kg/cm2)	Phi_ave (deg)	Gamma_ave (gr/cm3)	eB	eL	B' (m)	L' (m)	Af (m2)	Nc	Nq	Ng	Sc	Sq	Sg	Df/B	K	dc	dq	dg	Ca~0.8C (kg/cm2)	q' (kg/cm2)	Qu shear (kg/cm2)
0.9	4.5	0.75	0.07	28	1.7	0	0	0.9	4.5	4.05	25.8	14.72	10.94	1.11	1.09	0.92	1.11	0.84	1.34	1.25	1	0.06	0.17	6.88
1.2	6	1	0.07	28	1.7	0	0	1.2	6	7.2	25.8	14.72	10.94	1.11	1.09	0.92	0.83	0.83	1.33	1.25	1	0.06	0.17	7.13
1.5	7.5	1.25	0.07	28	1.7	0	0	1.5	7.5	11.25	25.8	14.72	10.94	1.11	1.09	0.92	0.67	0.67	1.27	1.2	1	0.06	0.17	7.12
1.8	9	1.5	0.07	28	1.7	0	0	1.8	9	16.2	25.8	14.72	10.94	1.11	1.09	0.92	0.56	0.56	1.22	1.17	1	0.06	0.17	7.19
2.1	10.5	1.75	0.07	28	1.7	0	0	2.1	10.5	22.05	25.8	14.72	10.94	1.11	1.09	0.92	0.48	0.48	1.19	1.14	1	0.06	0.17	7.32
2.4	12	2	0.07	28	1.7	0	0	2.4	12	28.8	25.8	14.72	10.94	1.11	1.09	0.92	0.42	0.42	1.17	1.12	1	0.06	0.17	7.48
2.7	13.5	2.25	0.07	28	1.7	0	0	2.7	13.5	36.45	25.8	14.72	10.94	1.11	1.09	0.92	0.37	0.37	1.15	1.11	1	0.06	0.17	7.66
3	15	2.5	0.07	28	1.7	0	0	3	15	45	25.8	14.72	10.94	1.11	1.09	0.92	0.33	0.33	1.13	1.1	1	0.06	0.17	7.86

Lateral Earth Pressure Coef. Report

Peysanj
Geotechnical Engineering Software

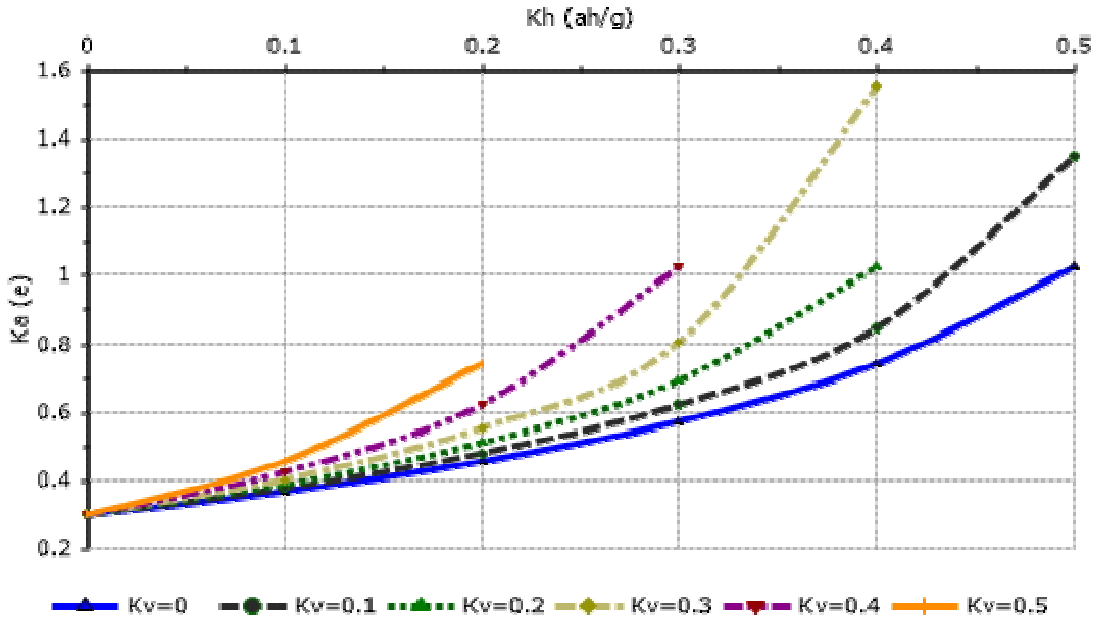
Backslope angle (alpha) = 0 deg. Wall batter angle (beta) = 90 deg.
Soil-wall friction angle (delta) = 20.1 deg. Backfill friction angle Fi = 30 deg.

Rankine Lateral Earth Pressure (static)
Ka=0.333
Kp=3
Coulomb Lateral Earth Pressure (static)
Ka=0.297
Kp=6.132

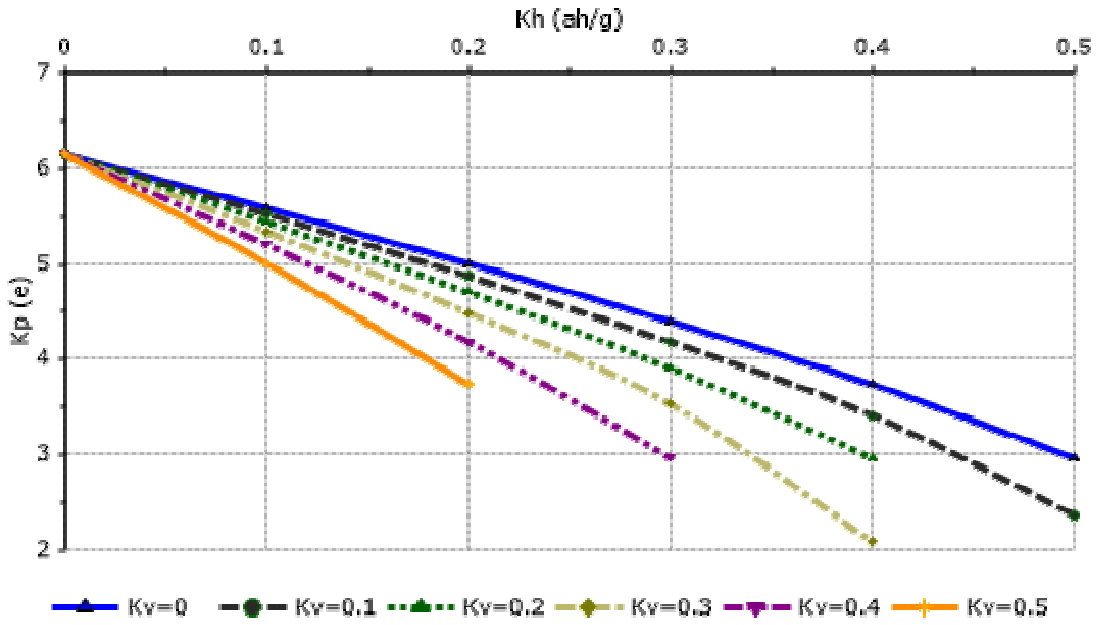
Kv (g)	Kh (g)	Kae	Kpe
0	0	0.297	6.132
0	0.1	0.366	5.573
0	0.2	0.454	4.995
0	0.3	0.572	4.387
0	0.4	0.741	3.729
0	0.5	1.024	2.955
0	0.6	*	*
0	0.7	*	*
0	0.8	*	*
0	0.9	*	*
0.1	0	0.297	6.132
0.1	0.1	0.375	5.51
0.1	0.2	0.477	4.863
0.1	0.3	0.621	4.175
0.1	0.4	0.845	3.407
0.1	0.5	1.348	2.359
0.1	0.6	*	*
0.1	0.7	*	*
0.1	0.8	*	*
0.1	0.9	*	*
0.2	0	0.297	6.132
0.2	0.1	0.386	5.431
0.2	0.2	0.508	4.696
0.2	0.3	0.692	3.9
0.2	0.4	1.024	2.955
0.2	0.5	*	*
0.2	0.6	*	*
0.2	0.7	*	*
0.2	0.8	*	*
0.2	0.9	*	*
0.3	0	0.297	6.132
0.3	0.1	0.401	5.328
0.3	0.2	0.553	4.477
0.3	0.3	0.805	3.525
0.3	0.4	1.552	2.077
0.3	0.5	*	*
0.3	0.6	*	*
0.3	0.7	*	*
0.3	0.8	*	*
0.3	0.9	*	*
0.4	0	0.297	6.132
0.4	0.1	0.422	5.191
0.4	0.2	0.621	4.175
0.4	0.3	1.024	2.955
0.4	0.4	*	*
0.4	0.5	*	*
0.4	0.6	*	*
0.4	0.7	*	*
0.4	0.8	*	*
0.4	0.9	*	*

0.5	0	0.297	6.132
0.5	0.1	0.454	4.995
0.5	0.2	0.741	3.729
0.5	0.3	*	*
0.5	0.4	*	*
0.5	0.5	*	*
0.5	0.6	*	*
0.5	0.7	*	*
0.5	0.8	*	*
0.5	0.9	*	*

Mononobe-Okabe Kae



Mononobe-Okabe Kpa



گزارش بررسی لرزه شناسی درون چاهی

پروژه: نیروگاه خورشیدی

مقدمه :

موج لرزه ای وسیلهٔ اساسی در آزمایش های ژئوفیزیکی برای تعیین خواص دینامیکی زمین (خاک . سنگ) محسوب می شود. متدهای لرزه ای بر پایه اصول فیزیکی حاکم برمشخصات انتشار امواج میباشد که می‌تواند شامل تولید، انتقال، جذب، و استهلاک امواج در زمین و همچنین پدیده های انعکاس ، انکسار، و پراش امواج می باشند. کلاً به امواج لرزه ای ، امواج الاستیک (Elastic) نیز می گویند زیرا سبب تغییر شکل الاستیک مواد میشوند.در ادامه به شرح این موارد پرداخته شده است.

۱- مشخصات و ضرایب الاستیکی جامدات :

امواج لرزه ای هنگام انتشار در جامدات سبب تغییر شکل ذرّه ای در آنها می‌شوند. سرعت سیر تغییر شکل ذرات (بسته به خواص الاستیکی و چگالی مواد) در اجسام مختلف متفاوت می‌باشد.

۱-۱- تنش‌ها :

مقدار نیروی وارده بر واحد سطح یک جسم را تنش یا تنجش می گویند. اگر نیرویی بطور عمود (normal) بر سطح اعمال شود وجهت آن متوجه داخل جسم باشد در این حالت فشار وارده را تنش تراکمی یا فشاری (Compressional Stress) می نامند، ولی در صورتیکه جهت نیرو بسمت خارج باشد فشار وارده را تنش انبساطی یا کششی (Dilatational Stress) می گویند. اگر نیروی وارده بصورت مماس و بموازات سطح جسم مورد نظر وارد شود در این صورت فشار اعمال شده را تنش بُرشی (Shear Stress) می نامند.

تنش کششی سبب افزایش و تنش فشاری موجب کاهش بُعد در اجسام می گردد، در حالیکه تنش برشی سبب تغییر شکل بُرشی در اجسام خواهد شد. در حقیقت تنش های کششی و فشاری سبب تغییر حجم بدون تغییر شکل شده در حالیکه تنش های بُرشی سبب تغییر شکل بدون تغییر حجم خواهند شد.

۲- روابط بین تنش و کرنش :

۱-۲- ضریب یانگ (Young s Modulus) : تجربه نشان داده که اگر یک جسم جامد الاستیک ایده آل متحمل تغییر شکل خطی در یک جهت (x، y و یا z) شود، مقدار واتنش (درصورت کوچک بودن) متناسب باتنش (کششی و یا فشاری) اعمال شده خواهد بود.یعنی یک رابطهٔ خطی بین تنش δ و کرنش ε بصورت زیر وجود دارد.

$$\delta = E\frac{\partial u}{\partial x} = E\varepsilon_x \quad \text{(تنش)}$$

$$E = \frac{\delta}{Ex_x}$$

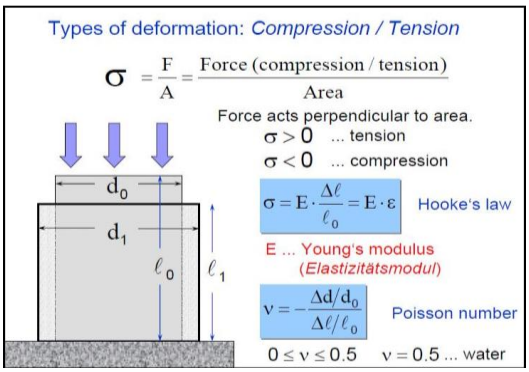
E = ضریب ارتجایی یا ضریب یانگ

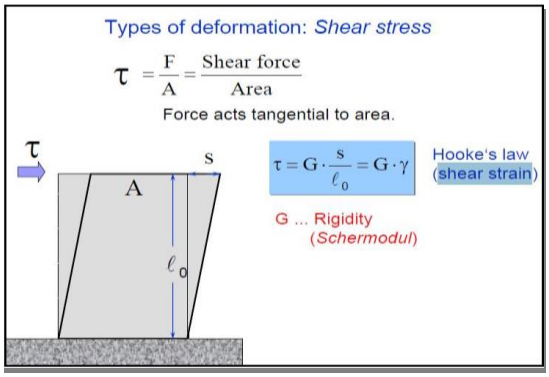
ε_x = کرنش کششی و یا فشاری در جهت x

۲-۲- ضریب پواسون(Poisson' s Ratio) : تجربه نشان داده که اگر یک جسم سه بُعدی در اثر تنش فشاری در یک بُعد (مثلاً در جهت x)از اندازه$L0$به اندازه$L1$کاهش طول پیدا میکند ، همزمان در دو جهت دیگر یعنی بُعدهای y و zانبساط حجم خواهد داشت.. این حالت در هنگامیکه تنش وارده کششی باشد عکس خواهد شد.

مقدار نسبت پواسون هرگز نمی تواند از ۰/۵ بزرگتر باشد. برای اغلب اجسام الاستیک مقدار این کمّیت در حدود ۰/۲۵ می باشد.

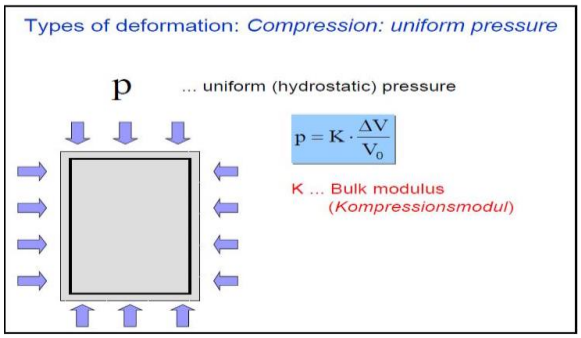
۲-۳- مدول برشی(Shear Modulus) : هنگامیکه به جسمی تنش بُرشی وارد شود ، اگر میزان تغییر شکل کم باشد مقدار واتنش بُرشی متناسب با تنش بُرشی خواهد بود.





برای اغلب اجسام مقدار عدد G تقریباً حدود نصف مقدار E (ضریب یانگ) می باشد .

۲-۴- مدول بالک (Bulk Modulus) : اگر جسمی با حجم اوّلیه V تحت تنش هیدرواستاتیک (همه جانبه) فشاری و یا کششی قرار گیرد بترتیب از حجم آن کاسته و یا به حجم آن افزوده خواهد شد. در این حالت نسبت میزان تنش وارده به کرنش حجمی را مدول بالک می گویند.



۲- اساس تئوری انتشار امواج :

اگر توده جامد کاملا الاستیک باشد،بعد از حذف نیرو به شکل اولیه خود برمی گردد.در لرزه شناسی ، زمین را کاملا الاستیک در نظر می گیرند زیرا استرس ایجاد شده توسط فعالیتهای لرزه ای به قدری کوچک است که دائما سنگهای زیرسطحی را دگرشکل می کند. حد الاستیک، بیشینه استرسی است که روی جسم جامد اعمال می شود بدون اینکه باعث تغییر شکل دائمی آن شود .

وقتی روی محدوده مشخصی از سطح یک جسم جامد الاستیک استرس اعمال شود، بلافاصله در بخشی از آن استرین ایجاد می شود. بخشی که در آن استرین ایجاد شده، درون جسم جامد، استرس را به بخش مجاور منتقل می کند و در بخشهای مجاور هم

استرین ایجاد می کند. در این حالت استرس درون جسم جامد به صورت موج الاستیک منتشر می شود. امواج الاستیکی که در زمین منتشر می شوند، موج لرزه ای نامیده میشوند. امواج لرزه ای پیکری، بر مبنای جهت انتشار موج لرزه ای نسبت به جهت جابه جایی ذرات در حین انتشار، به دو نوع مشخص تقسیم می شوند:

در مورد امواج فشارشی،ذرات ماده واسطه به موازات جهت انتشار حرکت می کنند. در مورد امواج برشی،ذرات ماده واسطه عمود بر جهت انتشار حرکت می کنند. در ماده حدواسط،امواج فشارشی سریعتر از امواج برشی منتشر می شوند. به همین علت معمولا به امواج فشارشی، امواج اولیه یا امواج P و به امواج برشی،امواج ثانویه یا امواج S می گویند .

سرعت لرزه ای ماده حدواسط تابعی از الاستیسیته آن است و می توان آن را بر حسب ثابت الاستیک آن نشان داد. در مورد یک جسم همگن و ایزوتروپیک، سرعت موج لرزه ای P با فرمول زیر محاسبه می شود

$$V_P = \sqrt{\frac{K+\frac{4}{3}G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{\rho}\frac{1-\nu}{(1-2\nu)(1+\nu)}}$$

کهG مودول برشی، K مودول بالک وρ چگالی ماده حدواسط است. با استفاده از همین نشانه ها، می توان سرعت موج S را با فرمول زیر محاسبه کرد:

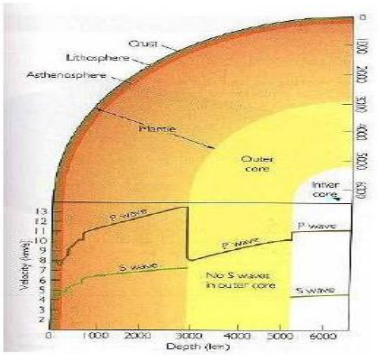
$$V_S = \sqrt{\frac{G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{\rho}\frac{1}{2(1+\nu)}}$$

همانطور که از نامش مشخص است، مودول برشی متناسب با مقاومت برشی ماده حدواسط است در حالی که مودول بالک مقاومت فشارشی ماده حدواسط را توصیف می کند. ثابت الاستیک دارای مقدار واقعی است و هیچگاه منفی نمی شود بنابراین با مقایسه معادلهVpوVsمی توان دریافت که موج P همیشه سریعتر از موج S حرکت می کند .

$$\frac{V_P}{V_S} = \sqrt{3} \approx 1.7$$

همچنین معادلهVsنشان می دهد که موج S تنها در اجسام جامد منتشر می شودکه دارای مقاومت برشی هستند. امواج برشی در سیالاتی مانند هوا و آب منتشر نمی شوند.

Travel paths for S-waves



S-wave velocity:

$$v_S = \sqrt{\frac{G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{\rho}\frac{1}{2(1+\nu)}}$$

$G = 0 \rightarrow v_S = 0$

for liquids !

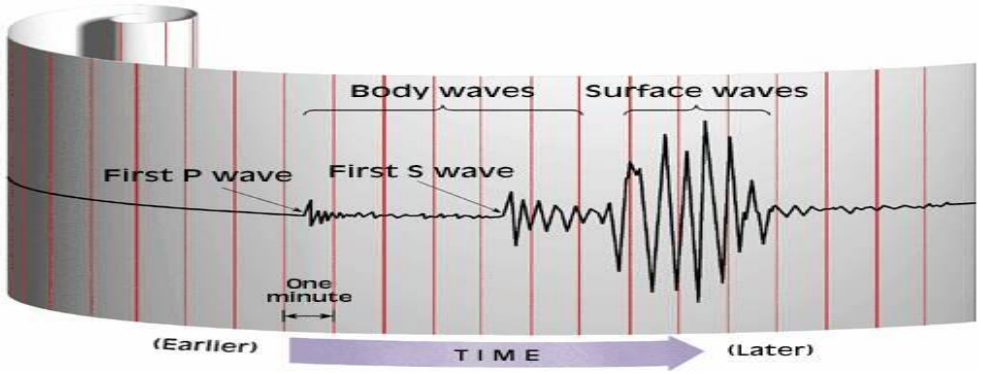
۳- انواع امواج لرزه ای :

امواج لرزه‌ای به طور کل به چند دسته تقسیم می‌گردند که در زیر به مواردی اشاره شده که در آزمایش های ژئوفیزیکی برای اندازه گیری خواص دینامیکی خاک کاربرد دارند.

امواج حجمی (Body Waves) : این دسته شامل امواجی هستند که در کل یک محیط ارتجایی نا محدود منتشر می شوند و خود به دو نوع تقسیم می شوند:

۱- امواج طولی (P) : چون جهت ارتعاش این امواج با جهت انتشارشان یکی است به آنها امواج طولی (longitudinal) می گویند. چون این امواج هنگام عبور از لایه‌ها سبب ایجاد تنش ها فشاری و کششی می شوند به آنها امواج فشاری نیز می گویند. همچنین این امواج را امواج اولیه (Primary) نیز نامیده می‌شوند بدان دلیل که سرعت آنها از دیگر امواج بیشتر است و اوّل بار به دستگاه لرزه سنج رسیده و ثبت می شوند. حرکتی را که امواج P در ذرّات بوجود می آورند شامل یکسری تراکم ها و انبساط های متناوب می باشند که در اثر آنها ذرات بیش از حدّ طبیعی بهم نزدیک (تراکم) و بیش از اندازه طبیعی از هم دور می شوند (انبساط). امواج P در اثر تنش های فشارشی و یا کششی (تنش هایی که سبب تغییر حجم بدون تغییر شکل می شوند) بوجود می آیند. یک موج فشارشی P (که مثلاً در اثر ضربه یک چکّش بوجود آمده باشد) در داخل یک محیط همگن و الاستیک ، بصورت کرات منبسط شوند منتشر می شود. در این حالت اولین جبهه موج بصورت تراکمی و پشت آن یک انبساط و سپس یک تراکم دیگر خواهد بود.

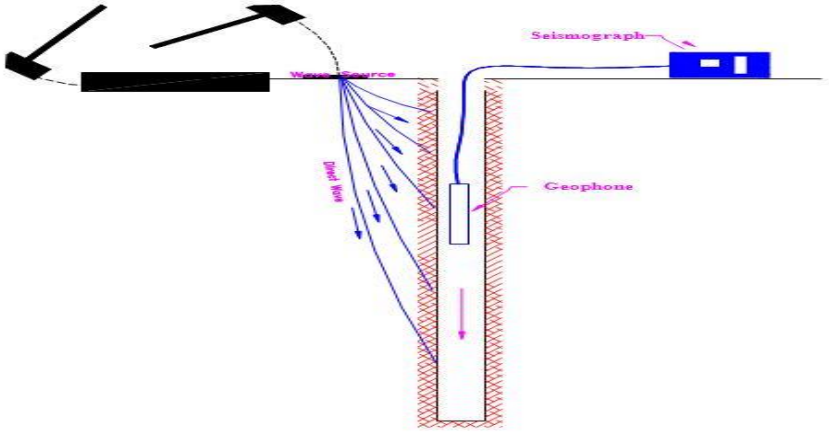
۲- امواج عرضی (S) : چون جهت ارتعاش این امواج عمود بر جهت انتشارشان می باشد به آنها امواج عرضی (Transverse Waves) می گویند. از آنجائیکه این امواج هنگام عبور از داخل لایه‌ها موجب تنش های بُرشی می شوند، به آنها امواج بُرشی (Shear Waves) نیز می گویند. این امواج را امواج ثانویه (Secondary Waves) نیز می نامند زیرا که سرعت سیر آنها در جامدات تقریباً نصف سرعت امواج P بوده و در نتیجه بعد از آنها به لرزه سنج ها میرسند. امواج S در اثر تنش های بُرشی که سبب تغییر شکل بدون حجم می شوند بوجود می آیند. اگر در حین عبور موج بُرشی S حرکت ذرّات تماماً در یک صفحه افقی اتفاق بیفتد به آن موج SH و هنگامیکه حرکت ذرات تماماً در روی صفحات قائم باشد به آن موج SV می گویند.



۵- برخی روش های آزمایش لرزه نگاری درون گمانه ای

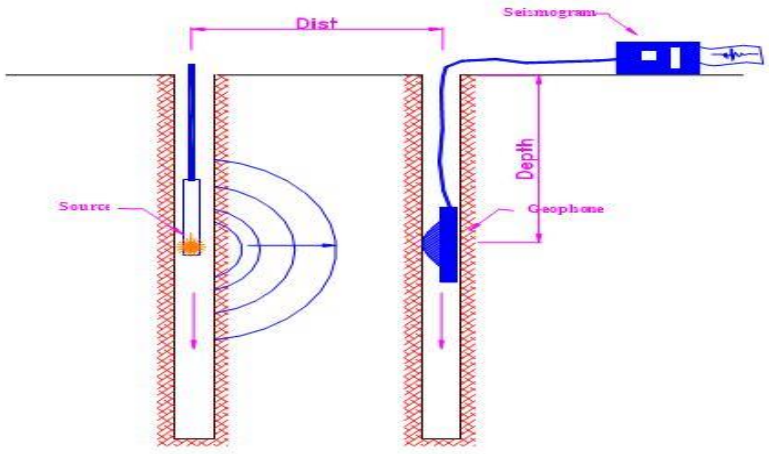
۵-۱- لرزه نگاری درون گمانه ای به روش سطح به عمق (Down hole) :

آزمون لرزه نگاری به روش سطح به عمق جهت تعیین خصوصیات دینامیکی خاک بوسیله ی آنالیز حرکت مستقیم امواج P,S در امتداد یک گمانه و تا عمق ۳۰ متر انجام می پذیرد . هدف از انجام آزمون دان هول تعیین خصوصیات الاستیک خاک و سنگ مانند ضریب یانگ یا پواسون ،مدول بالک و برشی میباشد .موج برشی(S) در سطح زمین و توسط ضربه افقی پتک به یک الوار ایجاد می شود .موج فشاری (P)در سطح و توسط ضربه پتک به یک صفحه فلزی ایجاد می شود. موج ایجاد شده توسط ژئوفون که به دیواره گمانه توسط پکر محکم شده است دریافت گردیده و به سیسموگراف منتقل شده و داده ها پردازش شده و در کامپیوتر نمایش داده میشود . این عملیات در هر یک متر عمق تکرار میگردد .زمان سیر امواج لرزه ای آنالیز شده و سرعت موج محاسبه می شود. سرعت موج میتواند به ضرایب دینامیکی خاک تبدیل شده ونوع ساختگاه تعیین گردد .



۵- ۲ لرزه نگاری درون گمانه ای به روش چاه به چاه (Cross hole) :

آزمون لرزه نگاری به روش چاه به چاه جهت تعیین خصوصیات دینامیکی خاک که بوسیله آنالیز حرکت مستقیم موج برشی بین دو گمانه تا عمق حداکثر ۱۰۰متر انجام میشود .در روش کراس هول اطلاعات مربوط به سرعت امواج درمواد تشکیل دهنده فونداسیون در اختیار مهندسین ژئوتکنیک قرار میگیرد . سرعت امواج بعنوان اطلاعات پایه جهت محاسبات مدول برشی ضرایب یانگ و پواسون مورد استفاده قرار می گیرد. این آزمون در دو گمانه مجاور با فاصله بین ۳ تا ۱۰ متر انجام می پذیرد .منبع تولید موج و ژئوفون هر دو بصورت موازی در هر گمانه پایین میروند . این کار در هر یک یا دو متر عمق تکرار می شود.در هر عمق موج برشی توسط منبع تولید موج لرزه ای ویژه ای ایجاد می شود .در اثر پردازش داده ها زمان سیر موج های برشی و تراکمی تعیین گردیده واز انجا که فاصله بین دو گمانه مشخص است سرعت امواج محاسبه می شود .سرعت موج میتواند به ضرایب دینامیکی خاک تبدیل شود .



۶- حدود مقادیر سرعت امواج در محیط های مختلف و پارامتر های دینامیکی :

در تمام پروژه های عمرانی ، ویژگی و خصوصیتی که به مهندسین دید لازم را جهت طراحی سازه میدهد ، مدولهای الاستیک دینامیکی مواد تشکیل دهنده ی محدوده ای است که سازه بر روی آن اجرا خواهد شد. سرعت موج در تشکیلات مختلف متفاوت بوده و تابعی از جنس، چگالی، تخلخل،محتوای آب و در مجموع ویژگی های الاستیک محیطی است که موج در آن منتشر می شود. در جدول (۱) حدود تقریبی سرعت امواج تراکمی و برشی در برخی از مواد تشکیل دهنده یزمین آورده شده است. این کمیت ها را علاوه بر انجام آزمایش های ژئوتکنیکی،می توان با داشتن اطلاعاتی از دانسیته سرعت موج تراکمی و سرعت موج برشی در موارد مورد نظر محاسبه نمود. بنابر این برای بدست آوردن کمیت های یاد شده در یک منطقه لازم است علاوه بر اندازه گیری سرعت امواج تراکمی (V_p)، سرعت موج برشی V_s نیز تعیین گردد. در زیر روابط بین پارامتر های دینامیکی و سرعت موج تراکمی ، سرعت موج برشی و دانسیته آورده شده است .

Type of material	Density (gr/cm^3)	(m/s)$\boldsymbol{V_p}$	(m/s)$\boldsymbol{V_s}$
Water	1.0	1500	----
Sand & Gravel	1.5 – 2.0	500 - 1900	300 – 900
Silt & Clay	1.3 – 1.7	300 - 1900	100 - 500
marl	1.3 – 1.7	300 - 1900	100 - 500
Gypsum	1.8 – 2.2	1700 - 3000	600 - 1500
Limestone	2.5 – 2.7	3000 - 6500	1500 - 3500
Weathered Granite	2.0 – 2.7	1000 - 3000	500 - 1500
Intact Granite	2.6 – 2.8	3000 - 6000	1500 - 3000
Slate rock	2.7	5000 - 7000	3000 - 3800

سرعت تقریبی امواج تراکمی و برشی در برخی از مواد

Dynamic Parameters	Solids	Fluids
Poisson's ratio	$\nu = \frac{(\frac{V_p}{V_s})^2 - 2}{2[(\frac{V_p}{V_s})^2 - 1]}$	0.5
Wave velocity ratio	$(\frac{V_p}{V_s})^2 = \frac{2 - 2\nu}{1 - 2\nu}$	∞
Shear modules	$G = \rho . V_S^2$	0
Young modules	$E = 2G(1 + \nu)$	0
Bulk modules	$K = \frac{1}{3} . \frac{E}{1 - 2\nu}$	$\rho . V_p^2$

در جدول فوق ρ دانسیته V_p سرعت موج تراکمی و V_s سرعت موج برشی است. مقدار تقریبی نسبت پواسون برای سنگهای آذرین ۰/۲۵، سنگهای رسوبی ۰/۳۳ و خاک ۰/۱ تا ۰/۴۹ می باشد .

۷- نتایج آزمایش های لرزه ای

شناخت کامل وضعیت لایه های زیر سطحی و مشخصات دینامیکی لایه های خاک از عوامل مهم در تحلیل دینامیکی یک سازه می باشد. به منظور تکمیل اطلاعات ژئوتکنیکی و لزوم ارزیابی پارامتر های دینامیکی لایه های زمین و تعیین نوع زمین از نظر مهندسی زلزله ، آزمایش های لرزه ای درون گمانه ای با اسـتفاده از امواج تراکمی و برشـی انجام یافت. جهت انجام این مطالعات از وسـایل و تجهیزات زیر استفاده شده است.



الف - دستگاه سیسموگراف MAE ساخت ایتالیا

ب - سنسور ژئوفون سه مولفه ای درون گمانه ای

ج - پتک الوار و ورق جهت تولید امواج برشی و تراکمی

د- نوت بوک

به پیوست تصاویر از تجهیزات و اجرای آزمون ارائه شده است.

۸- محل آزمایش :

عملیات لرزه نگاری درون چاهی در گمانه BH.01 عمق‌های مختلف از سطح زمین ساختگاه پروژه واقع در استان یزد- شهرستان مهریز- جاده کارخانه سیمان صورت پذیرفت.

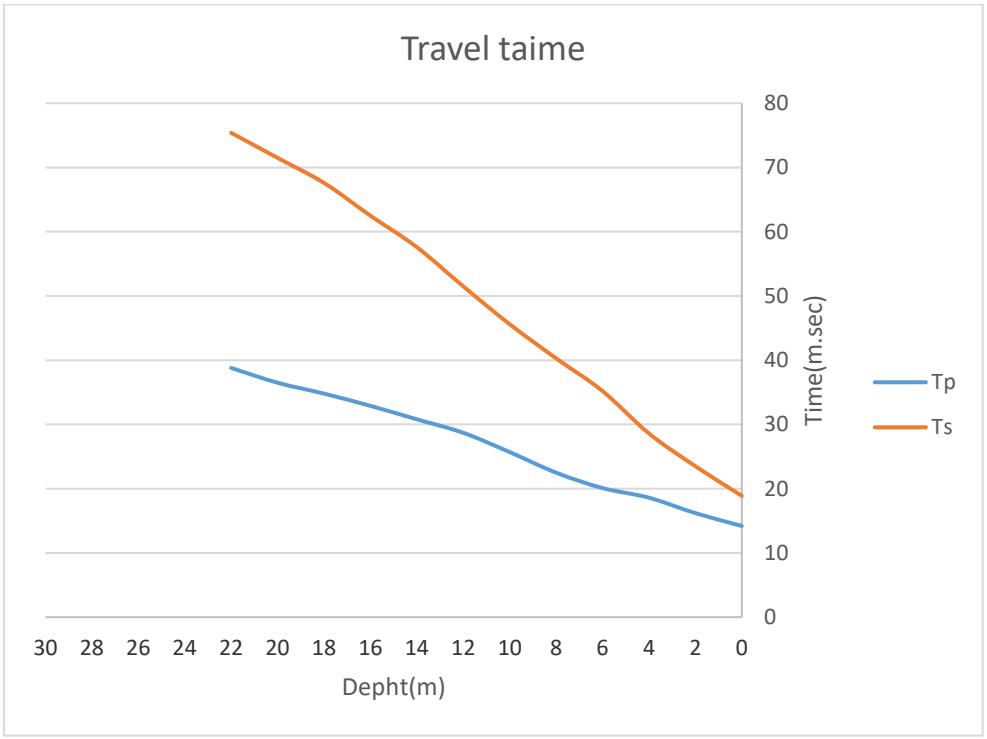
جزئیات مراحل آزمایش لرزه نگاری درون چاهی به شرح زیر می باشد :

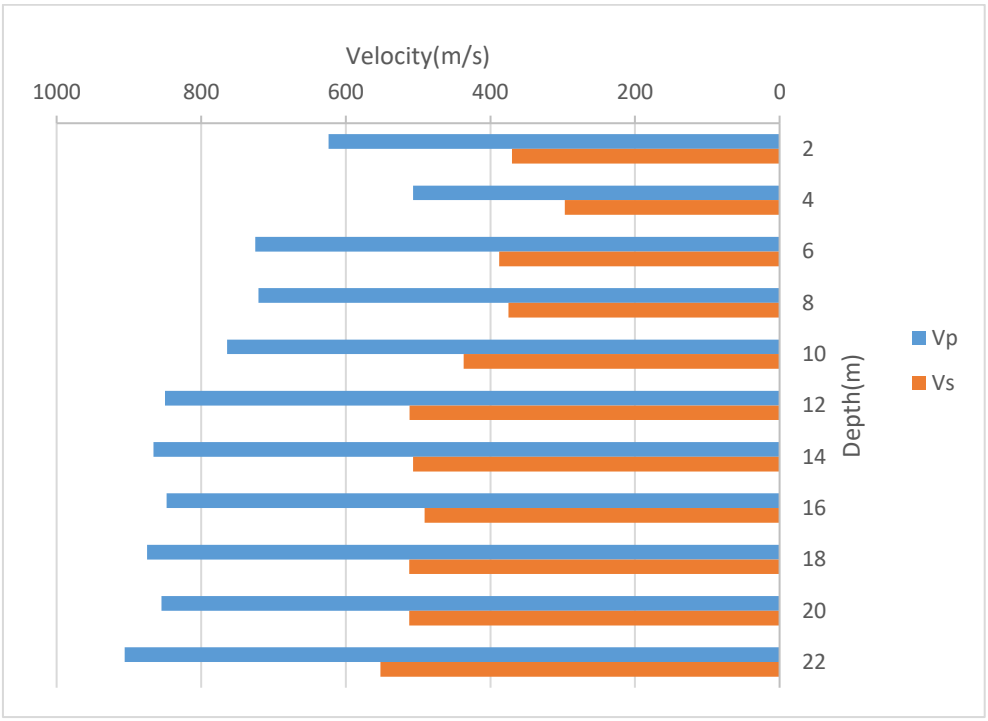
عملیات لرزه نگاری **از سطح گمانه در سطح زمین طبیعی** و درون گمانه ای تا عمق ۲۲ متر صورت پذیرفت در این آزمایش امواج لرزه ای توسط منبع تولید موج در نزدیکی گمانه تولید گردید و برداشت ها از سطح تا انتهای کف گمانه و به فاصله ی۲ متر انجام شد . در جدول ذیل مقایر سرعت امواج P وS و مقادیر پارامتر های دینامیکی بدست آمده در آزمایش ارائه می گردد.لازم به ذکر است فاصله محل ضربه تا محور برداشت ۱ متر می باشد

در جدول ذیل می توان چگالی را بر اساس رابطه تجربی زیر تخمین زد.(Tezcan et al., 2006)

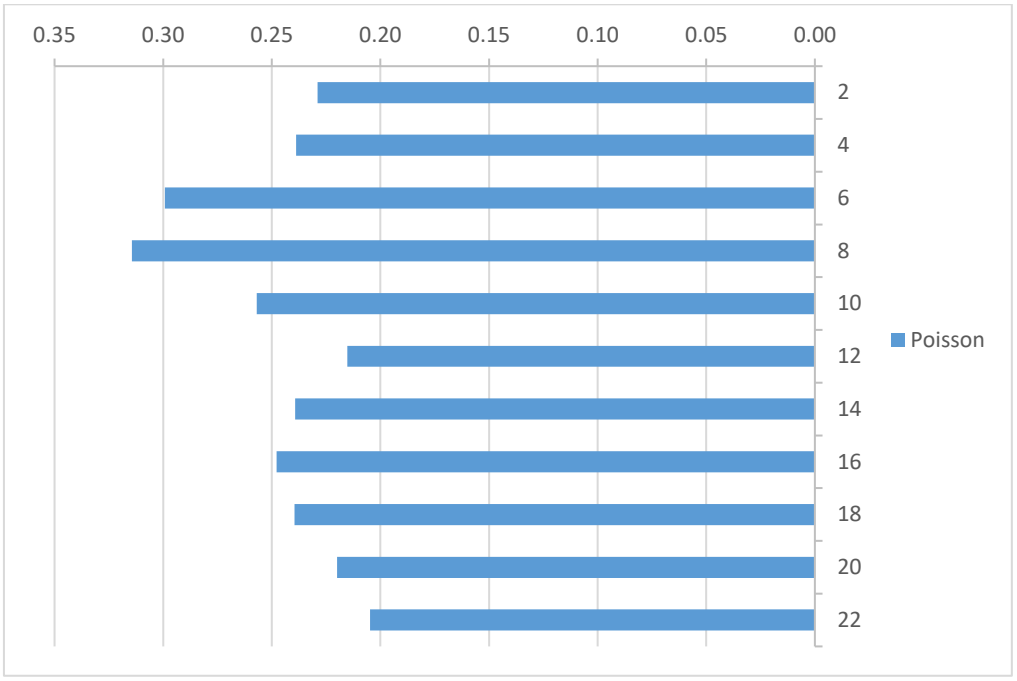
$$\rho = 1.6 + 0.0002 V_p$$

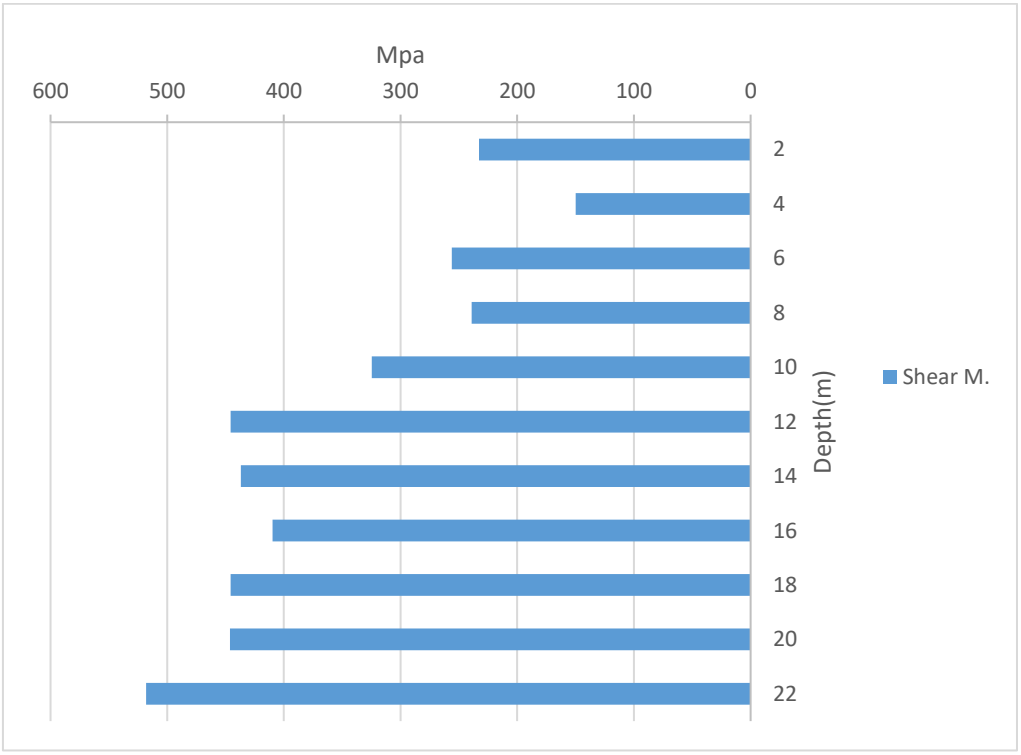
No.	Depth	Vp	Vs	Density	Poisson	Shear M.	Young M.	Bulk M.
1	0	418	265	1.7	0.16	120	278	136
2	2	624	370	1.7	0.23	233	572	348
3	4	507	297	1.7	0.24	150	371	235
4	6	725	388	1.7	0.30	256	665	547
5	8	721	375	1.7	0.31	239	629	559
6	10	764	437	1.7	0.26	325	816	554
7	12	850	512	1.7	0.22	446	1083	628
8	14	866	507	1.7	0.24	437	1083	685
9	16	848	491	1.7	0.25	410	1023	669
10	18	875	512	1.7	0.24	446	1105	700
11	20	855	512	1.7	0.22	446	1089	641
12	22	906	552	1.7	0.20	518	1248	698

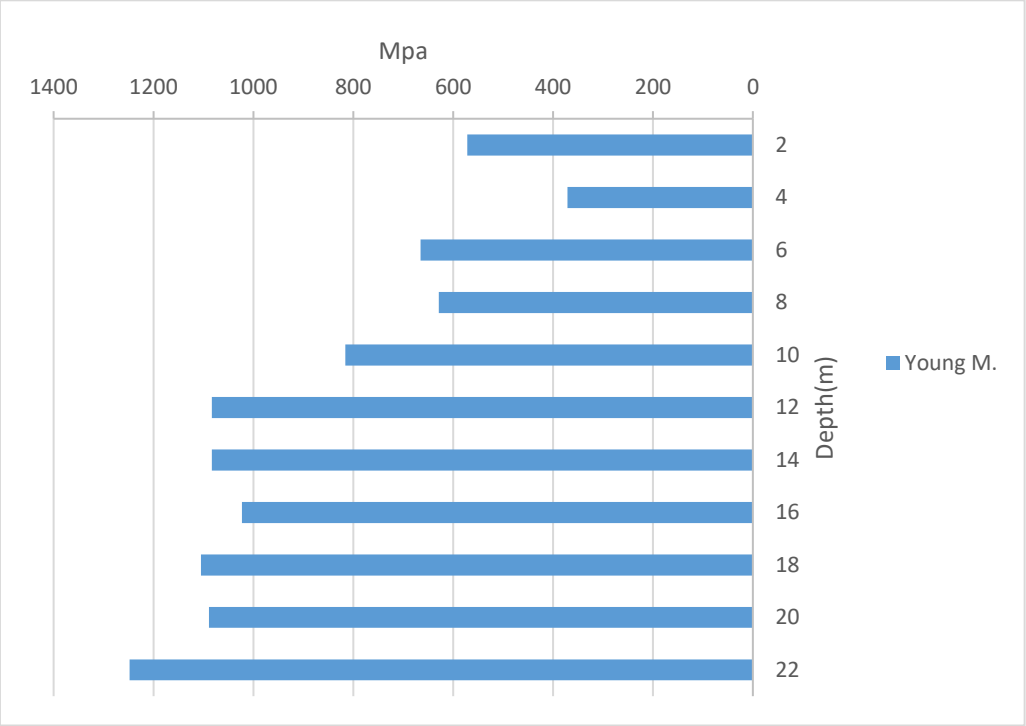


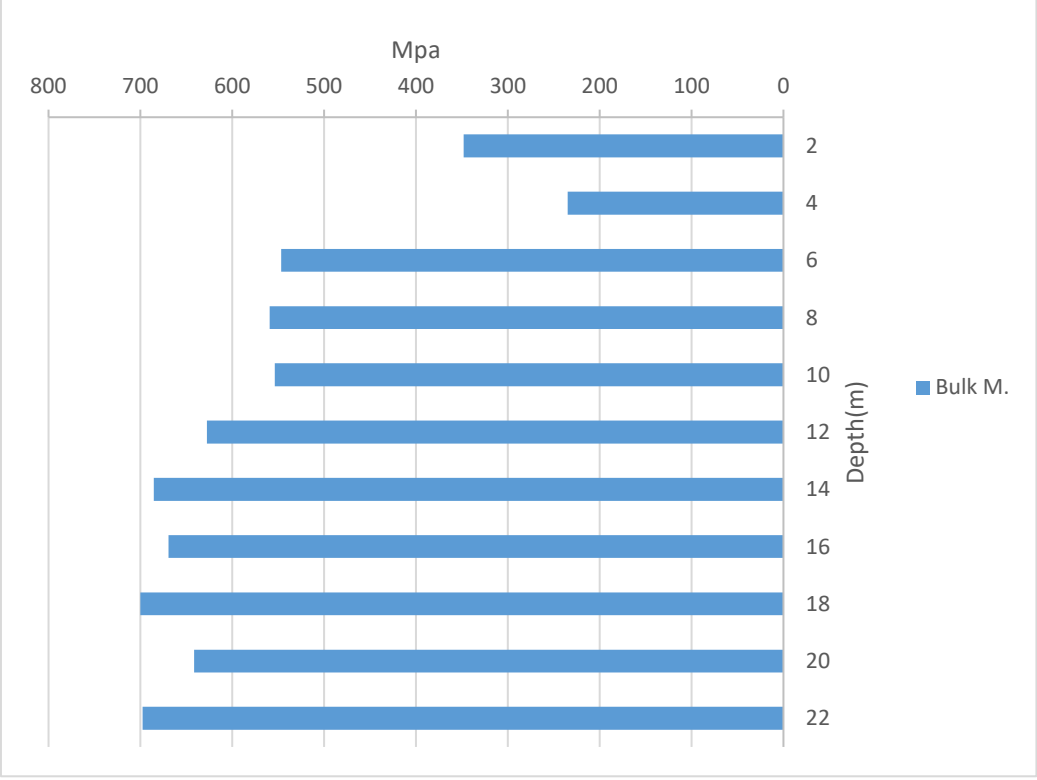


نمودار های زمان رسید و سرعت امواج برشی و تراکمی و پارامتر های دینامیکی در گمانه BH.01


0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
Poisson


Mpa
600
500
400
300
200
100
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
Depth(m)
Shear M.


Mpa
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
Depth(m)
Young M.


Mpa
800
700
600
500
400
300
200
100
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
Depth(m)
Bulk M.

جمع بندی

در تقسیم بندی لایه های زمین با توجه به سرعت متوسط موج برشی تا عمق ۳۰ متری دو آیین نامه مهم ، آیین نامه طرح ساختمانها در برابر زلزله ایران موسوم به آیین ۲۸۰۰ و آیین نامه برنامه کاهش خطر پذیریزلزله ملیNEHRP (National Earthquake Hazard Reduction Program)مطرح است. در جدول های (۳) و (۴) طبقه بندی زمین بر اساس این آیین نامه ها ارائه شده است . برای محاسبه سرعت متوسط موج برشی تا عمق ۳۰ متری یعنی(30) V_s از رابطه زیر استفاده گردیده است :

$$\mathbf{V_{s\ (30)}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{T_i}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{\boldsymbol{T_i}}{\mathbf{V_{si}}}}$$

که در آن T_i ضخامت لایه، V_{si} سرعت موج برشی لایه ی i ام و n تعداد لایه می باشد.

سرعت متوسط موج برشی ساختگاه پروژه واقع در استان یزد- شهرستان مهریز- جاده کارخانه سیمان تجارت تا عمق ۲۲ متر از سطح گمانه ۴۳۵ متر بر ثانیه محاسبه گردید. بر این اساس رده ساختگاه در محل گمانه مورد آزمایش بر اساس استاندارد ملی ۲۸۰۰ ایران II و بر اساس آیین نامه برنامه کاهش خطر پذیری زلزله ملیNEHRP رده C تعیین می گردد.

تقسیم بندی نوع ساختگاه ها بر اساسNEHRP

رده ساختگاه	Vs (30) m/sec
E	کمتر از ۱۸۰
D	۱۸۰ - ۳۶۰
C	۳۶۰ - ۷۶۰
B	۷۶۰ - ۱۵۰۰
A	**بیشتر از** ۱۵۰۰

طبقه بندی نوع زمین براساس استاندارد ۲۸۰۰

نوع زمین	توصیف لایه بندی زمین	پارامتر ها		
		$\overline{v}_s(m/s)$	$\overline{N}_{1(60)}$	$\overline{C}_u(kPa)$
I	**سنگ و شبه سنگ** ،شامل سنگهای آذرین ،دگرگونی و رسوبی و خاکهای سیمانته بسیار محکم با حد اکثر ۵ متر مصالح ضعیف تر تا سطح زمین	>۷۵۰	-	-
II	**خاک خیلی متراکم یا سنگ سست،** شامل شن و ماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت با ضخامت بیش از ۳۰ متر که مشخصات مکانیکی آن با افزایش عمق به تدریج بهبود یابد. سنگهای آذرین و رسوبی سست، مانند توف و یا سنگ متورق و یا کاملا هوازده	۳۷۵ -۷۵۰	>۵۰	>۲۵۰
III	**خاک متراکم تا متوسط**، شامل شن و ماسه متراکم تا متوسط یا رس های سخت با ضخامت بیش از ۳۰ متر	۱۷۵ -۳۷۵	۱۵-۵۰	۷۰-۲۵۰
IV	**خاک های متوسط تا نرم**، لایه های خاک غیر چسبنده یا با کمی خاک چسبنده با تراکم متوسط تا کم، لایه های خاک چسبنده نرم تا محکم	<۱۷۵	<۱۵	<۷۰

مراجع داخلی استفاده شده:

۱- ژئوفیزیک کاربردی ، تلفورد و همکاران، ترجمه دکتر ح. زمردیان و ح. حاجب ،انتشارات دانشگاه تهران شماره ۱۹۹۸-۱۳۷۹

۲- ژئوفیزیک اکتشافی ،کلاگری م.،۱۳۷۵ ، انتشارات دانشگاه طوس .

۳- ژئوفیزیک اکتشافی ،عکاشه ب. ،۱۳۷۸، انتشارات دانشگاه امیر کبیر .

۴- ژئوتکنیک لرزه ای ، استیون کرامر ، ترجمه میر حسینی ، ۱۳۸۰.

۵- مقدمه ای بر کاوش ژئوفیزیکی تالیف: میلتون - ب.دبرین ترجمه: دکتر محمد ثبوتی - دکتر حسین زمردیان - دکتر بهرام عکاشه - دکتر ناصر حسین زاده گویا انتشارات دانشگاه تهران.

۶- لرزه نگاری آسان ،ترجمه و تالیف: محمد مختاری _ تهران،پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله،.۱۳۸۰

۷- مهدی رضاپور: مقاله مروری بر ایجاد و انتشار امواج لرزه ای (سمینار آموزشی مبانی لرزه زمین ساخت و تحلیل خطر نسبی زمین لرزه ۱۳۸۳).

۸- استانداردملی ایران ۲۸۰۰ تجدیدنظرچهارم : آیین نامه طراحی ساختمان ها دربرابرزلزله- مرکز تحقیقات راه مسکن و شهر سازی

منابع خارجی استفاده شده:

1. Aki, K. (1988) Local site effects on strong ground motion. Earthquake Engineering and Soil Dynamics II - Recent Advances in Ground Motion Evaluation, Proc. of the A.S.C.E. Specialty Conference, *June 27-30*, *Park City*, *Utah*, 103- 155.

2. Field, E.H. and K. Jacob, (1993) The theoretical response of sedimentary layers to ambient seismic noise. Geophysical Res. Lett, **20**, 2925-2928.

3. Redpath, B. B. (2007) Downhole Measurements of Shear- and Compression-Wave Velocities in Boreholes C4993, C4996, C4997 andC4998 at the Waste

Treatment Plant DOE Hanford Sit.PNNL-16559, Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA.

4. standard of ASTM D7400-08