



مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

گزارش تحقیقات و مطالعات ژئوتکنیک

نام پروژه:

هنرستان معین ایرانیان

متقاضی: مؤسسه خیریه هم‌ره افق قریب

شماره کار: ۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰

اسفند ماه ۱۳۹۹

فهرست

ردیف	عنوان	صفحه
۱-	مقدمه	۱
۲-	اهداف مطالعات ژئوتکنیک محل پروژه	۱
۳-	زمین شناسی	۲
۴-	عملیات صحرائی	۸
۵-	آزمایشات آزمایشگاهی	۱۱
۶-	بررسی ظرفیت باربری و تخمین نشست پی ها	۱۲
۷-	ضریب عکس العمل بستر	۱۶
۸-	ارائه ضرایب فشارهای جانبی خاک	۱۷
۹-	تعیین نوع سیمان مصرفی	۱۹
۱۰-	ارائه ضرایب زلزله	۲۰
۱۱-	طبقه بندی نوع زمین	۲۰
۱۲-	عمق نفوذ یخبندان	۲۰
۱۳-	توصیه های فنی	۲۱
۱۴-	منابع و مراجع	۲۲

ردیف	عنوان
پیوست ۱	لاگ ژئوتکنیکی گمانه ها
پیوست ۲	عکس جعبه های نمونه گیری گمانه ها
پیوست ۳	منحنی ظرفیت باربری - نشست پی ها
پیوست ۴	ضریب عکس العمل بستر
پیوست ۵	نتایج آزمایشات طبقه بندی
پیوست ۶	نتایج آزمایشات برش مستقیم
پیوست ۷	نتایج آزمایشات شیمیائی خاک

بسمه تعالی

۱- مقدمه

مطالعات ژئوتکنیکی حاضر در محل پروژه ساختمان هنرستان معین ایرانیان واقع در استان کرمانشاه، شهرستان دالاهو، بخش ریجاب بنا به درخواست مؤسسه خیریه هم‌ره افق قریب طی قرارداد شماره ۹۹/۲۲/۹۱۰ مورخ ۹۹/۱۱/۱۵ انجام گردیده است.

طی این گزارش نتایج بررسی‌های به عمل آمده روی لایه‌های تحت الارضی، مشخصات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی خاک، ظرفیت باربری - نشست پی‌ها و برخی توصیه‌های فنی ارائه شده است.

۲- اهداف مطالعات ژئوتکنیک محل پروژه

آزمایشات و مطالعات ژئوتکنیک انجام شده در محل پروژه جهت دستیابی به اهداف ذیل صورت پذیرفته است:

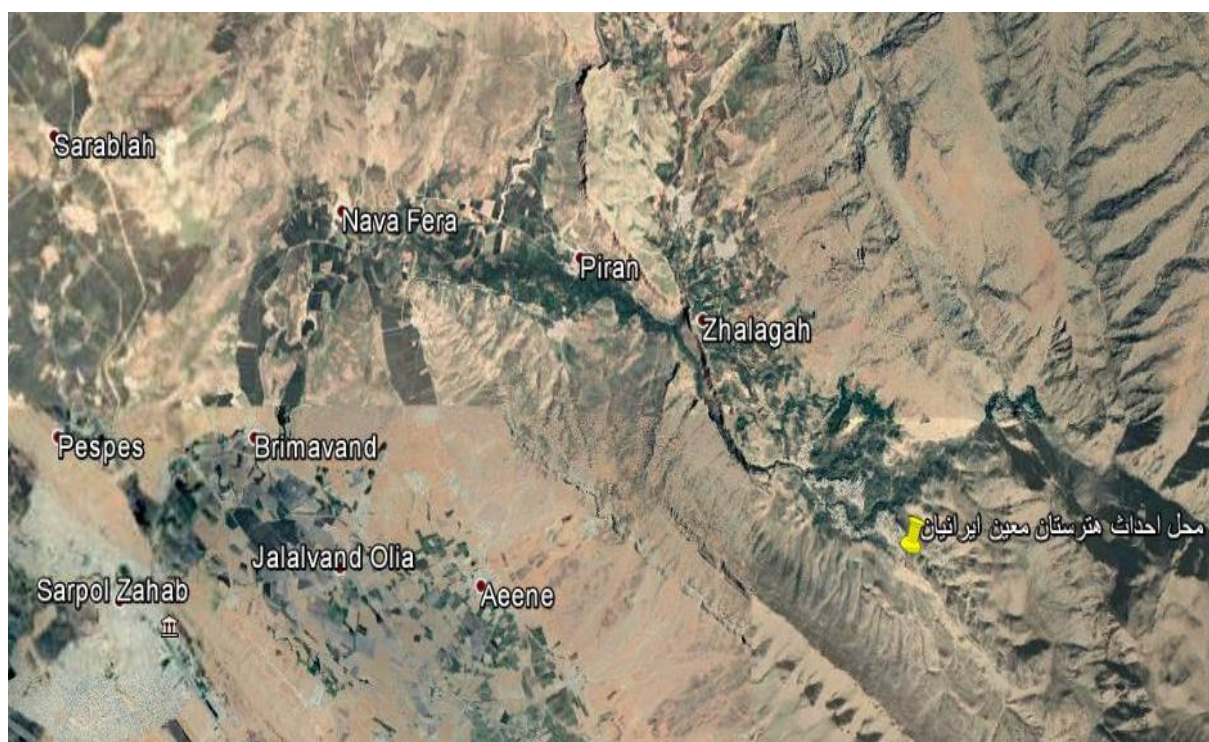
- تعیین نوع و ضخامت لایه‌های تحت الارضی
- بررسی خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی لایه‌ها
- تعیین ظرفیت باربری و برآورد نشست پی‌ها
- تعیین ضرایب فشارهای جانبی خاک در حالات مختلف
- ارائه ضرایب زلزله و تعیین نوع زمین
- تعیین نوع سیمان مصرفی در بتن فونداسیونها
- تعیین عمق نفوذ یخبندان
- ارائه توصیه‌ها و پیشنهادات فنی و اجرایی

جهت تحقق بخشیدن به اهداف فوق، تعداد ۲ (دو) حلقه گمانه‌ی تحقیقاتی ماشینی با مشخصات ارائه شده در جدول ۱ بنا به درخواست کارفرما حفر گردیده است.

موقعیت محل پروژه نسبت به شهر سرپل ذهاب و روستاهای اطراف در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مفتصات و عمق گمانه های مفر شده

مفتصات گمانه های ها		عمق (m)	شماره گمانه های
N	E		
34° 27' 55.18"	45° 59' 27.96"	10.0	BH1
34° 27' 55.16"	45° 59' 27.62"	10.0	BH2



شکل ۱- موقعیت محل پروژه نسبت به شهر سرپل ذهاب و روستاهای اطراف

۳- زمین شناسی

۳-۱- زمین شناسی عمومی استان

استان کرمانشاه واقع در قسمت هایی از سه واحد (زون) زمین ساختی زاگرس چین خورده، زاگرس رورانده و سنندج سیرجان تشکیل شده که به عنوان مهمترین عناصر تکتونیکی و زمین شناسی منطقه می باشد.

۳-۱-۱- زاگرس چین خورده

این زون با مشخصات ویژه زمین شناسی و تکتونیکی خود به صورت یک نوار با چهره ای کاملاً مشخص و روند عمومی شمال غرب- جنوب شرق در بخش غربی استان گسترش داشته و تمامی رخساره های سنگی موجود در این کمربند از انواع رسوبی و به طور کلی فاقد هرگونه تشکیلات آذرین می باشد.

به همین دلیل جهت پتانسیل های موجود در چهارچوب فرآیندهای رسوب گذاری ارزیابی شده که در ارتباط با محیط های رسوبی و تحولات مربوط به آن باشد. سازندهای این زون شامل سنگ های رسوبی آهک، دولومیت، مارن و شیل و سنگ های تخریبی با ساختمان طاقدیس و ناودیس های متوالی بود که بعضاً ذخایر مناسبی جهت هیدروکربن ها می باشد.

قدیمی ترین این سازندها با جنس دولومیت، آهک های برشی می باشد که حدود ۳۰۰ متر ضخامت دارد و به دلیل فقدان فسیل شاخص تعیین دقیق آن ممکن نمی باشد.

لیکن با توجه به وضعیت چینه شناسی سن آن را ژوراسیک پایانی تا اوائل کرتاسه نسبت داده اند که هم ارز سازند سورمه می باشد.

بعد از آن آهک های پلاژیک k_2^1 با لایه بندی منظم و رنگ روشن دارای افق های سیلیسی و میکروفسیل هایگلیبوترانکانا وجود دارد که آن را هم ارز سازند گرو می دانند. روی این سازند را مارنهای خاکستری تا سیاه رنگ می پوشاند که دارای میان لایه هایی که از مارن های آهکی هستند. پس از آن آهک کرمانشاه k_4^3 شکل گرفته است که به شکل دیواره ای و با ضخامت حدود ۲۵۰ متر و شامل سنگ های آهکی بیوکاستیک (زیست آواری) می باشد.

فلیش های امیران k_2^4 با ضخامت حداکثر ۵۰۰ متر در قسمتهای مختلف روی سازندهای قبلی را پوشانده است و در قسمتهای نزدیک شهر کرمانشاه این فلیشها به شکل همبری غیرعادی به وسیله ی رادیولاریتهای کرمانشاه پوشانده شده اند.

پس از اینها نوبت به سازندهای دوران سوم می رسد و همانند قسمت های قبل به اختصار آنها را ذکر می نماییم:

- سازند تله زنگ (E_1^+) شامل آهک های نرتیک با ضخامت ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر و دارای میکروفسیل های فراوان است.

- سازند کشکان (E_2^K) اساساً سنگ های آذرآواری تشکیل شده است. بیشتر به رنگ قرمز دیده می شوند و به صورت هم شیب واحدهای کنگلومرا و میان لایه های مارنی می باشد، رنگ روی تله زنگ قرار گرفته و ضخامتی حدود ۴۰۰ متر (در اینجا) دارند. دارای قرمز آن به دلیل فرسایش رادیولاریت های پایان کرتاسه می باشد.

- سازند شهبازان (E_3^{sh}) شامل دولومیت ها و آهک های دولومیتی است با لایه بندی خوب وضخامت ۲۰-۳۰۰ متر که به طور همیشگی روی کشکان قرار گرفته است. تنها سازندی که در محدوده کمره رخنمون دارد سازند شهبازان می باشد.

- سازند قرمز بالایی (Mr) این سازند به طور محدود به وسیله ی یک دگرشیبی روی شهبازان مشخص است و شامل مارن های قرمز رنگ با میان رویه های آهکی و بعضاً افقهای گچی می باشد که فسیل با ارزش را در خود ندارد.

- کنگلومرای بختیاری (N_g^c) این سازند هم در کرمانشاه رخنمون کمی دارد شامل قلوه های آهک، اربیتولین دار بوده که معمولاً بدون سیمان با یکدیگر در ارتباطند. بعد از اینها نهشته های جوان Q_1^+ واریزها و Q_2^+ مشخص است که در دامنه های کوهها، آبرفتها و بستر رودخانه قرار دارد. در مناطق غربی استان پس از سازندهای تله زنگ، ایران- کشکان و شهبازان، توده آهک آسماری و گروه فارس شامل سازندهای گچساران، میشان، آغاجاری قبل از کنگلومرای بختیاری تشکیل شده اند.

۳-۱-۲- زاگرس رورانده

این واحد شامل دو بخش اصلی است:

A: سفره های رورانده کرتاسه که خودشان شامل سه بخش:

۱- رادیولاریت های کرمانشاه ۲- آهک بیستون ۳- افیولیت های صحنه- هرسین

B: پولک های ترسیر.

۱- رادیولاریت های کرمانشاه شامل دو قسمت ژوراسیک مشتمل بر آهک های برشی، زیست آواری همراه با رادیولاریت بخش ژوراسیک که شامل توده ی ضخیم از ژاسپ به رنگ قرمز- قهوه ای تا سبز با میان لایه های مارنی.

۲- آهک های بیستون نیز دارای تقسیماتی می باشد:

۱-۲- آهک های توده ای ریفی دارای میکروفسیل های فراوان و ضخامت حدود ۳۰۰ متر.

۲-۲- ردیف های دولومیتی دارای رخساره ائولیتیک با ضخامت ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر.

۳-۲- (کوه بیستون) آهکی بیواسپاریت تا ریزدانه و شامل فسیل های دو کفه ای.

۴-۲- آهک های ریزدانه که اصلی ترین بخش آهک بیستون است با ضخامت حدود ۲۵۰۰ متر.

۵-۲- آهک های پلاژیک که به صورت پیشرونده روی برخی قسمت های زیرین را پوشانیده با ضخامت

۲۰۰ تا ۳۰۰ متر.

۳- افیولیت های صحنه- هرسین: این گونه سنگ ها همانند (آمیزه رنگین) کرتاسه پیشین تشکیل شده

اند و شامل ۳ بخش اصلی است:

۳-۱- شامل سنگ های الترابازیک (کریولیت) پریدوتیت ها- هارزبورژیت، پیروکسنولیت هاست که در برخی قسمت ها توسط سنگ های گابرویی و گدازه های بازیک پوشیده می شوند. این مجموعه اثری از مخلوط شدگی را نشان نمی دهند.

۳-۲- شامل سنگهای الترابازیک با پولک های آهکی و رادیولاریت ها همراه است که شدیداً تکتونیزه و آمیخته اند.

۳-۳- این بخش از یک دوره مهم سرپانتینیت تشکیل شده که در آن ورقه هایی از آهک متبلور و زیست آوری وجود دارد.

این پوشش در مناطق مختلف روی هر سه سازند مربوط به سفره روراندۀ کرتاسه را پوشانده است. در برخی مناطق شامل کنگلومرا با قلوه های رادیولاریتی است که روی آنها آهک های ائوسن قرار گرفته است. این پولک ها در ناحیه هرسین شامل ۳ افق می باشد:

۱- واحد آواری M^c کنگلومراهای نامنظم با ضخامت ۵۰ تا ۱۰۰ متر.

۲- واحد آهکی M_g آهک های نریتیک با لایه بندی منظم ۵۰ تا ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر.

۳- واحد فلیشی M^m مارن های خاکستری دارای افق های ماسه ای ضخامت حداکثر ۶۰۰ متر که در منطقه ی کرمانشاه پنج بخش وجود دارد:

۱- گدازه های پالئوسن E_1

۲- آهکهای پالئو- ائوسن E_2

۳- فلیش ائوسن E_3

۴- نفوذی های گابرویی دیوریتی

۵- فلیش و کنگلومرای میوسن M

۳-۱-۳- زون سنندج سیرجان

این زون در بخش های شمال شرقی از سنقر تا جنوب صحنه گسترش دارد که به صورت رورانده بر روی سفره های کرتاسه و پولک های ترسیر قرار دارد و به طرف جنوب توسط گسل بزرگ زاگرس محدود می شود و در برخی مناطق از گسل بزرگ زاگرس فاصله می گیرد. این زون از نظر رسوبگذاری ساختمانی مانند ایران مرکزی است. ولی جهت و امتداد آن از زاگرس پیروی می کند.

به علاوه آتشفشان های دوره ترشیری در بخش شمالی آن گسترش ندارد. این زون جزو نا آرام ترین و فعال ترین زون های ساختمانی ایران محسوب می شود. گستره دگرگونی مجموعه های زیر را می توان بررسی کرد:

۱- پی سنگ ژوراسیک که دگرگونی است و شامل:

(A) سری ولکانیکی آهکی سنقر

(B) شیست همدان

(C) آهک های اوریتولین دار

(D) آهک های اوریتولین دار و رودیست دار

(E) مارن و آهک های روشن حاوی بلمنیت و آمونیت

۲- سری ترسیر حوضه سنقر شامل:

(A) رسوبات مارنی و آذر آواری ائوسن

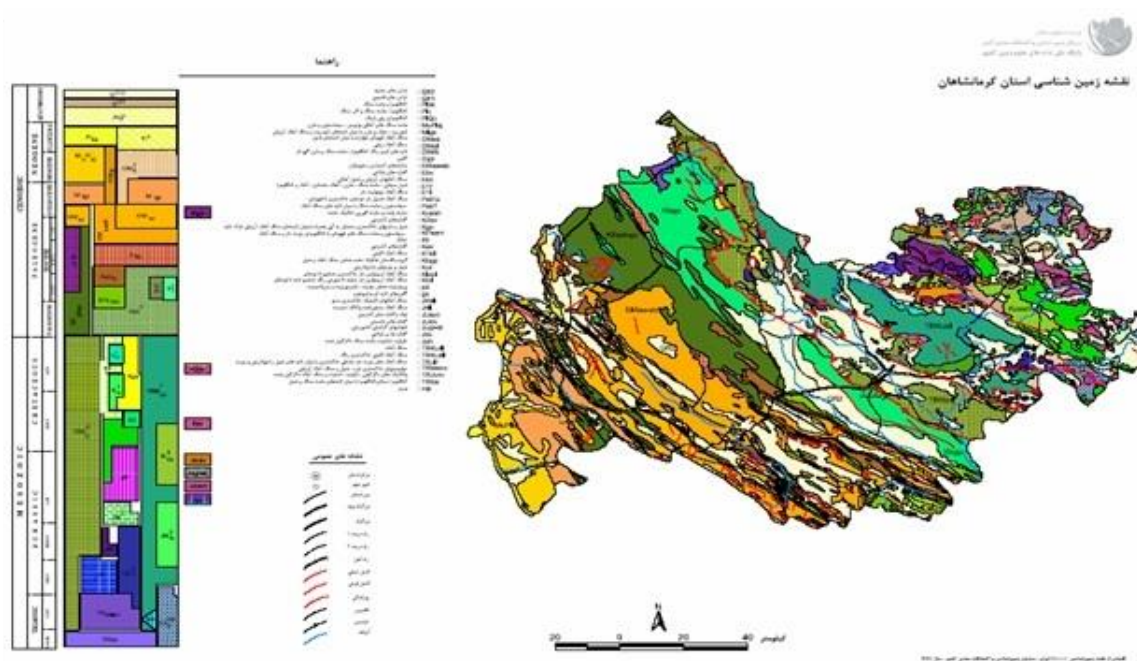
(B) سنگهای آهکی الیگوسن- میوسن

۳- توده های بلورین شامل:

(A) کوه الوند همدان گرانیت

(B) کوه خارسر (گابرو)

زمین ساخت زون سنندج- سیرجان عمدتاً از ساختهای دوپلکس است. راندگی به سمت شمال- شمال شرق شکل گرفته است. سیستم های راندگی که در هر حادثه زمین ساختی به وجود آمده اند، در روی ساختمان قبلی قرار گرفته آنها را قطع نموده و یا جابجا کرده اند؛ لذا ساختمان پیچیده از ورق های تراستی را به وجود آورده اند. اکثر رخنمون های این منطقه حالت رسوبی خود را حفظ کرده اند اما برخی دیگر مقداری دگرگونی ضعیف دارند و این از عملکرد گسل های راندگی ناشی می شود.



شکل ۲- نقشه زمین شناسی استان کرمانشاه

۲-۳- زمین شناسی محدوده پروژه

زمین شناسی منطقه‌ی مورد نظر برگرفته از نقشه‌ی زمین شناسی نرم افزار Macrostrat در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- نقشه زمین شناسی و زون‌های زمین شناسی محل پروژه با استفاده از نرم افزار Macrostrat

زون‌های زمین شناسی در برگیرنده و اطراف پروژه عبارتند از:

A- این زون آبرفت کواترنر است که در برگیرنده محل پروژه می‌باشد.

B- این زون شامل سازند آسماری و شهبازان است که غیر قابل تفکیک می‌باشد. این زون در فاصله حدود ۹۰۰ متری جنوب غربی و در موقعیتی دیگر در فاصله ۱,۴ کیلومتری شمال شرقی محل پروژه واقع شده است. سن این زون به ائوسن - میوسن می‌رسد.

C- این زون شامل سازند آغاچاری می‌باشد که اساساً از آهک خاکستری تا قهوه‌ای، ماسه سنگ کمی هوازده، رگه‌های گچی، مارن قرمز و سیلت‌استون تشکیل شده است. این زون در فاصله حدود ۷۰۰ متری شمال- شرقی محل پروژه قرار دارد. سن این واحد زمین شناسی میوسن- پلیوسن می‌باشد.

۴- عملیات صحرائی

۴-۱- حفاری و نمونه برداری

به منظور تعیین نوع و ضخامت قشرهای خاک موجود در محل از یک دستگاه کرلیوس D-750 جهت حفر گمانه های تحقیقاتی استفاده شده است. حفاری در گمانه ها به روش مغزه گیری ممتد^۱ انجام شده است. در طول عملیات حفاری و جهت تهیه نمونه های دستخورده^۲، از سیلندرهای مغزه گیری^۳ و به منظور تهیه نمونه دست نخورده از خاکهای ریزدانه محل از سیلندرهای جدار نازک^۴ استفاده شده است.

تصویر هوایی گمانه های حفر شده در شکل ۴ نشان داده شده است. لازم به توضیح است که تراز گمانه BH1، حدود ۸۰ سانتیمتر از تراز گمانه BH2 پائینتر است. در پیوست ۱ شرح گمانه های تحقیقاتی (لاگ گمانه ها) ارائه شده و در پیوست ۲ نیز تصاویر نمونه های اخذ شده در گمانه های حفر شده دیده می شود.



شکل ۴- موقعیت گمانه های حفاری شده در محل پروژه

-
- 1 Continuous Coring
 - 2 Disturbed Sample
 - 3 Core Barrel
 - 4 Shelby Tube

۴-۲- آزمایشات صحرایی

۴-۲-۱- آزمایش نفوذ استاندارد

بمنظور تعیین تراکم نسبی قشر های تحت الارضی، آزمایش نفوذ استاندارد^۵ در اعماق مختلف گمانه ها انجام گردیده است. در این آزمایش تعداد ضربات حاصل از سقوط وزنه ای به وزن $\frac{63}{5}$ کیلوگرم از ارتفاع ۷۶ سانتیمتر که باعث نفوذ ۳۰ سانتی متر از لوله ای با ابعاد مشخص می گردد، ثبت می شود. تعداد ضربات، بیانگر تراکم نسبی^۶ قشرهای درشت دانه و استحکام^۷ لایه های ریز دانه می باشد. تعداد ضربات^۸ SPT در لوگ گمانه ها (پیوست ۱) برای سه مرحله نفوذ ۱۵ سانتی متر در عمق مربوطه درج گردیده است که جمع دو عدد آخر (۳۰ سانتیمتر انتهائی)، بیانگر عدد SPT می باشد.

از مهم ترین عوامل تأثیرگذار بر روی نتایج SPT، انرژی ضربه وارد شده به میله، تنش سربار، طول میله، قطر گمانه ها و شیوه نمونه گیری می باشد. رابطه اصلاح SPT در ازای عوامل ذکر شده به صورت زیر است:

$$(N_1)_{60} = N_m \times C_N \times C_R \times C_S \times C_B \times C_E$$

که در آن:

N_m : مقاومت نفوذ استاندارد اندازه گیری شده

C_N : ضریب اصلاح سربار

C_E : ضریب اصلاح برای نسبت انرژی چکش (ER)

C_B : ضریب تصحیح برای قطر گمانه ها

C_R : ضریب تصحیح برای طول میله

C_S : ضریب اصلاح روش نمونه گیری

5 Standard Penetration Test

6 Relative Density

7 Consistency

8 N-Values

جدول ۲- اصلاحات عدد نفوذ استاندارد (Robertson and Wride, 1998)

ضریب	مشخصه متغیر دستگاه	عبارت	اصلاح
فشار سربار	—	C_N	$C_N = (Pa/6 \cdot v)^{0.5}$, $C_N \leq 1.7$
نسبت انرژی	چکش دونات	C_E	0.5-1
	چکش ایمنی		0.7-1.2
	چکش دونات اتوماتیک		0.8-1.3
قطر گمانه ها	۱۱۵ تا ۱۵ میلی متر	C_B	1
	۱۵۰ میلی متر		1.05
	۲۰۰ میلی متر		1.15
طول میله	کمتر از ۳ متر	C_R	0.75
	۳ تا ۴ متر		0.8
	۴ تا ۶ متر		0.85
	۶ تا ۱۰ متر		0.95
	۱۰ تا ۳۰ متر		1
روش نمونه گیری	نمونه گیر استاندارد	C_S	1
	نمونه گیر فاقد پوشش داخلی		1.1-1.3

در جداول ۳ و ۴ طبقه بندی انواع خاک ها از لحاظ میزان تراکم و سفتی بر اساس نتایج آزمایش SPT ارائه شده است.

جدول ۳- طبقه بندی خاک بر اساس عدد SPT در خاک های ریز دانه

عدد حاصل از آزمایش SPT	۰-۲	۲-۵	۵-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	بالاتر از ۳۰
میزان تراکم خاک	بسیار سست	نرم	متوسط	سفت	خیلی سفت	سخت

جدول ۴- طبقه بندی خاک بر اساس عدد SPT در خاک های درشت دانه

عدد حاصل از آزمایش SPT	۰-۴	۵-۹	۱۰-۱۹	۲۰-۲۹	۳۰-۳۹	۴۰-۴۹	بالاتر از ۵۰
میزان تراکم خاک	فوق العاده سست	بسیار سست	سست	متوسط	متراکم	خیلی متراکم	کاملاً متراکم

مقادیر اندازه گیری شده این آزمایش به تفکیک عمق در پیوست شماره ۱ (لاگ گمانه ها) ارائه گردیده است. لازم به توضیح است که ضرایب اصلاح در لوگ گمانه ها اعمال نشده است.

بر اساس نتایج SPT اصلاح شده در اعماق مختلف، در مجموع می توان گفت که وضعیت تراکمی لایه های تحت الارضی در رده "خیلی سفت تا سخت" مطابق جدول ۳ قرار دارد. اما با توجه به مقادیر قابل توجه ذرات درشت دانه‌ی عمدتاً ماسه ای در لایه ها، استفاده از جدول ۳ برای تشریح وضعیت تراکمی لایه ها می تواند به نتایج همراه کننده ای منجر گردد. بدیهیست در صورت استفاده از جدول ۴ برای بعضی از اعماق که در مرز طبقه بندی خاک های ریزدانه و درشت دانه قرار دارند (عمق ۰ تا ۰,۶ و ۰,۷ الی ۱۰ متر گمانه شماره ۱ و عمق ۵,۴ الی ۷,۵ متر گمانه شماره ۲)، وضعیت تراکمی خاک در رده "متوسط تا متراکم" قرار می گیرد.

۵- آزمایشات آزمایشگاهی

۵-۱- تعیین خصوصیات فیزیکی لایه های خاک

به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی لایه های خاک، آزمایشات دانه بندی، هیدرومتری و تعیین حدود اتربرگ شامل حدود روانی و خمیری^۹ بر روی نمونه های دستخورده به شرح مندرج در جدول ۵ انجام گرفته است. با توجه به نتایج آزمایشات دانه بندی، تعیین حد روانی و خمیری و نهایتاً طبقه بندی خاک به روش یکنواخت^{۱۰} روی نمونه های اخذ شده در عمق های مختلف گمانه ها می توان نتیجه گرفت که لایه های شناسایی شده عمدتاً در رده خاکهای رسی با خاصیت خمیری کم (CL) ماسه دار و یا شن دار به رنگ خاکستری متمایل به سبز و همچنین لای (ML) ماسه دار و یا همراه با ماسه می باشد. در عمق ۰,۶ الی ۲,۱۵ متری گمانه BH1 و ۷,۵ الی ۸ متری گمانه BH2 نیز به قلوه سنگ های آهکی برخورد گردیده است. تشریح دقیق لایه ها در لاگ گمانه ها (پیوست ۱) ارائه گردیده است.

۵-۲- تعیین خصوصیات مکانیکی لایه های خاک

به منظور آگاهی از خصوصیات مکانیکی خاک، نظیر پارامتر های مقاومت برشی (C و ϕ)، با توجه به وضعیت دانه بندی لایه ها، آزمایش برش مستقیم کوچک با ابعاد ۱۰*۱۰ سانتیمتر به روش CD روی نمونه های بازسازی شده^{۱۱} خاک محل انجام گردیده است. استاندارد انجام آزمایش فوق در جدول ۵ آمده است.

9 Plastic & Liquid Limits
10 Unified Soil Classification
11 Remolded

۵-۳- تعیین پارامترهای شیمیائی خاک محل پروژه

آزمایشات انجام شده روی نمونه های خاک اخذ شده، عبارتند از آزمایشات مربوط به تعیین سولفات، کلر و همچنین تعیین میزان pH که روش استاندارد انجام آنها در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵- روشهای استاندارد آزمایشات آزمایشگاهی

شماره استاندارد	نام آزمایش
ASTM D422	دانه بندی
ASTM D422	هیدرومتری
ASTM D423	حد روانی
ASTM D424	حد خمیری
BS 1377 Part: 7	برش مستقیم ۱۰*۱۰ CD
ASTM D4546	تحکیم
BS 1377 Part: 1888	سولفات خاک
ASTM D1411	کلر خاک
ASTM D4972	PH خاک

۶- بررسی ظرفیت باربری و تخمین نشست پی ها

۶-۱- محاسبه ظرفیت باربری و نشست پی های سطحی

ظرفیت باربری مجاز عبارتست از کمترین فشاری که از طریق کنترل گسیختگی برشی و کنترل نشست بدست آمده است پس جهت تعیین و برآورد مقاومت مجاز خاک باید دو عامل گسیختگی برشی خاک^{۱۲} و نشست پی^{۱۳} توأماً مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. به طور کلی شالوده سازه ها باید دو نیاز اصلی زیر را برآورده سازند:

الف: بارهای وارده از طریق شالوده به خاک با حاشیه ایمنی کافی از ظرفیت باربری نهایی خاک کمتر باشد.

ب: نشست های کلی و نسبی باید به اندازه ای محدود گردند که منجر به خرابی یا عدم کارایی سازه نگردد.

12 Soil Shear Failure
13 Foundation Settlement

بمنظور تامین اولین نیاز بایستی فشار حاصل از طریق سازه به خاک، از مقاومت ایمن خاک در برابر گسیختگی برشی که با استفاده از روابط ظرفیت باربری ارائه شده برای پی های سطحی برآورد می گردد، کمتر باشد. حد نهایی مقاومت خاک در برابر گسیختگی برشی با استفاده از روابط ظرفیت باربری ارائه شده توسط هنس^{۱۴} تعیین می شود.

ظرفیت باربری خاک زیر پی با استفاده از نتایج حاصل شده از آزمایشهای برش مستقیم کند به روش تحکیم شده و زهکشی شده (CD) و سه محوری به روش تحکیم نشده و زهکشی نشده (UU) در دو حالت دراز مدت و کوتاه مدت قابل بررسی است.

در مراحل اول بار گذاری شرایط غیر زهکشی وجود دارد؛ زیرا به علت کم بودن ضریب نفوذپذیری خاک هنگام بارگذاری، فشار آب منفذی اضافی که به کندی محو می شود، پدید می آید. فلذا در این حالت باید ظرفیت باربری خاک زیر پی با در نظر گرفتن مشخصات مکانیکی خاک در کوتاه مدت بر اساس C_u و Φ_u محاسبه گردد.

در دراز مدت پس از محو فشار آب منفذی اضافی، میزان مقاومت خاک تابع تنش های مؤثر بوده و در نتیجه مشخصات مکانیکی خاک در حالت زهکشی شده C' و Φ' مبنای محاسبات می باشد لذا ظرفیت باربری پی براساس پارامترهای مقاومت برشی خاک در حالت زهکشی شده و با در نظر داشتن مولفه های مکانیکی خاک در درازمدت برآورد می گردد.

۶-۱-۱- محاسبه ظرفیت باربری پی های سطحی

با عنایت به نتایج حاصل از آزمایشات صحرایی و آزمایشگاهی، مناسب ترین پارامترهای مکانیکی خاک جهت محاسبه ظرفیت باربری در شرایط دراز مدت که شرایط بحرانی می باشد در نظر گرفته شده است که به شرح ذیل برآورد می گردد. لازم به توضیح است که مقادیر ارائه شده برای محاسبه ظرفیت باربری پی های مربعی و نواری معتبر می باشند. بدیهی ست برای محاسبه ظرفیت باربری پی های رادیه با توجه به عمق تأثیر بیشتر آنها، مقادیر این پارامترها متناسب با عمق، اصلاح گردیده اند.

$C' =$	0.04	(kg/cm ²)	- ضریب چسبندگی خاک در حالت زهکشی شده
$\Phi' =$	26	(deg)	- زاویه اصطکاک داخلی خاک در حالت زهکشی شده
$\gamma =$	1.97	(gr/cm ³)	- وزن مخصوص طبیعی خاک
$\mu =$	0.35		- ضریب پواسون
$E_s =$	100-150	(kg/cm ²)	- ضریب الاستیسیته خاک

ظرفیت باربری نیز از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$Q_{ult} = C' N_c S_c i_c d_c + \gamma D_f N_q S_q i_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma i_\gamma d_\gamma$$

$$F.S = 3 \quad , \quad q_a = q_{ult} / F.S$$

در نهایت روابط پارامتریک ظرفیت باربری در محدوده گمانه های حفاری شده، بصورت زیر ارائه می گردد:

$$q_{ar} = 0.297[1+0.53(B/L)] [1+0.4(D_f/B)] + 0.778[1+0.44(B/L)]$$

پی گسترده

$$[1+0.31(D_f/B)] D_f + 0.261[1-0.4(B/L)] B$$

$$q_{ac} = 0.297[1+0.4(D_f/B)] + 0.778[1+0.31(D_f/B)] D_f + 0.261 B$$

پی نواری

$$q_{as} = 0.455[1+0.4(D_f/B)] + 1.120[1+0.31(D_f/B)] D_f + 0.156 B$$

پی مربعی

در روابط فوق B عرض پی (برای پی مستطیلی کوچکترین بعد سطح)، D_f عمق مد فون پی (فاصله کف

پی تا تراز خاک روی آن) بر حسب متر و ضرایب N و S و i و d نیز به ترتیب ضریب ظرفیت باربری، ضریب شکل

پی، ضریب شیب بار و ضریب عمق پی می باشد که از روابط زیر محاسبه می گردند:

$$N_q = e^{(\pi \cdot \tan \varphi')} \times \tan^2(45 + \varphi'/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \times \cotan(\varphi')$$

$$N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \times \tan(\varphi')$$

$$S_c = 1.0 + (N_q/N_c) \times B/L$$

$$S_q = 1.0 + \sin \varphi' \times B/L$$

$$S_\gamma = 1.0 - 0.4 \times B/L$$

$$d_c = 1.0 + 0.4 \times D_f/B$$

$$d_q = 1.0 + 2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 \times D_f/B$$

$$d_\gamma = 1.0$$

نتایج حاصل از روابط و پارامترهای فوق برای عرضهای مختلف پی های نواری (مطابق در خواست کارفرما)

در نمودارهای پیوست ۳ ارائه گردیده است.

۶-۱-۲- محاسبه نشست پی های سطحی

۶-۱-۲-۱- محاسبه نشست آنی

برای محاسبه نشست آنی (نشست الاستیک) از رابطه زیر استفاده می شود:

$$S_i = \frac{B \times q \times (1 - \nu^2)}{E_s} \times I_s \times I_f$$

$$I_s = I_1 + \frac{1 - 2\nu}{1 - \nu} \times I_2$$

S_i : نشست آنی خاک (cm)

q' : تنش خالص اعمال شده (kg/cm^2)

B : عرض پی (cm)

E_s : ضریب ارتجاعی (الاستیسیته) خاک (kg/cm^2)

ν : ضریب پواسون خاک

I_s : ضریب تأثیر ابعاد پی و ضخامت لایه نشست پذیر

I_f : ضریب تأثیر عمق مدفون پی

I_1 و I_2 : ضرایبی هستند که با توجه به ابعاد پی و ضخامت لایه نشست پذیر از روابط زیر بدست می آیند.

$$I_1 = \frac{1}{\pi} \left[M \ln \frac{(1 + \sqrt{M^2 + 1})\sqrt{M^2 + N^2}}{M(1 + \sqrt{M^2 + N^2 + 1})} + \ln \frac{(M + \sqrt{M^2 + 1})\sqrt{1 + N^2}}{M + \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right]$$

$$I_2 = \frac{N}{2\pi} \tan^{-1} \left(\frac{M}{N\sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right)$$

$$M = (L / B)$$

$$N = (H / B)$$

۶-۲-۱- محاسبه نشست تحکیمی

برای محاسبه نشست تحکیمی، می بایست آزمایش تحکیم برروی نمونه های دست نخورده اشباع شده

صورت گیرد که با انجام این آزمایش، ضریب تراکم پذیری حجمی خاک (m_v) قابل محاسبه است:

$$m_v = \frac{\Delta e}{1 + e_0} * \frac{1}{\Delta \sigma}$$

میزان نشست برای پی با ابعاد مختلف و فشارهای تماسی متفاوت، از رابطه ذیل بدست می آید:

$$S_c = m_v \Delta \sigma H$$

S_c : نشست تحکیمی خاک (cm)

m_v : ضریب تراکم پذیری حجمی خاک (kg/cm^2)

Δe : تغییرات نسبت تخلخل خاک

$\Delta \sigma$: افزایش فشار متوسط روی لایه خاک (kg/cm^2)

e_0 : نسبت تخلخل اولیه خاک

H : ضخامت لایه رسی (cm)

با توجه به عدم برخورد به آب زیرزمینی و درصد رطوبت پائین لایه ها، نشست پی ها از نوع نشست الاستیک بوده و محاسبات نشست نیز بر همین اساس انجام شده است.

نتایج حاصل از روابط و پارامترهای فوق برای عرضهای مختلف پی های نواری (مطابق در خواست کارفرما)، در نمودارهای پیوست ۳ ارائه گردیده است.

۷- ضریب عکس العمل بستر

ضریب عکس العمل بستر یا ضریب واکنش بستر، بطور کلی از آزمایش بارگذاری صفحه (PLT) بدست می آید؛ به این ترتیب که به ازای تنشهای مختلف، نشست صفحه بارگذاری اندازه گیری می گردد که در اینصورت با اندازه گیری شیب منحنی تنش - تغییرشکل، مقدار ضریب عکس العمل بستر (K_s) بدست می آید. همچنین ضریب عکس العمل بستر را می توان با استفاده از رابطه وسیک (Vesic) به صورت زیر تعیین نمود:

$$K_s = \frac{E_s}{B(1-\mu^2)}$$

K_s : ضریب عکس العمل بستر (kg/cm^3)

E_s : ضریب الاستیسیته خاک (kg/cm^2)

B : عرض پی (cm)

μ : ضریب پواسن معادل

با توجه به این رابطه می توان ضریب عکس العمل بستر برای پی با عرض ۱ متر را به شرح زیر محاسبه نمود:

$$K_{s1} = \frac{E_s}{B(1-\mu^2)} = \frac{120}{100(1-0.35^2)} = 1.37 \text{ kg/cm}^3$$

برای تعیین ضریب عکس العمل بستر برای پی های مربعی با عرض های مختلف، می توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$K_{sb} = K_{s1} \left(\frac{B+1}{2B} \right)^2$$

K_{s1} : ضریب عکس العمل بستر برای پی با عرض ۱ متر (kg/cm^3)

K_{sb} : ضریب عکس العمل بستر برای پی مربعی با عرض های مختلف (kg/cm^3)

برای پی های مستطیلی و نواری، مقدار به دست آمده بایستی با استفاده از رابطه زیر اصلاح گردند:

$$K_{sf} = K_{sb} \left(\frac{m+0.5}{1.5m} \right) \quad m = \frac{L}{B}$$

B : عرض پی (cm)

L : طول پی (cm)

K_{sf} : ضریب عکس العمل بستر برای پی مستطیلی و نواری (kg/cm^3)

علاوه بر این با توجه به انجام محاسبات نشست می توان ضریب عکس العمل بستر را از رابطه کلی زیر محاسبه نمود:

$$K_s = \frac{q}{\delta}$$

K_s : ضریب عکس العمل بستر (kg/cm^3)

q : تنش اعمال شده به خاک (kg/cm^2)

δ : نشست محاسبه شده (cm)

نتایج حاصل از روابط و پارامترهای فوق برای عرضهای مختلف پی های نواری (مطابق در خواست کارفرما)، در نمودارهای پیوست ۳ ارائه گردیده است.

۸- ارائه ضرایب فشارهای جانبی خاک

بر اساس تئوری رانکین (Rankine) در فشارهای جانبی خاک، ضرایب فشارفعال (K_a) و مقاوم (K_p) و فشار سکون (K_0) به شرح ذیل می باشند:

$$K_a = \tan^2 (45 - \Phi'/2)$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \Phi'/2)$$

$$K_0 = 1.0 - \sin \Phi' \quad \text{برای خاکهای درشت دانه:}$$

$$K_0 = 0.95 - \sin \Phi' \quad \text{برای خاکهای ریزدانه:}$$

مقادیر ضرایب فوق برای لایه های سطحی و با در نظر گرفتن $\Phi' = 26^\circ$ بصورت زیر محاسبه می گردد:

K_a	K_p	K_0
0.39	2.56	0.51-0.56

در روابط فوق از اصطکاک خاک و دیواره صرفنظر شده است. همچنین سطح خاکریز پشت دیوار افقی و سطح تماس دیوار با خاک قائم فرض شده است.

در روابط بالا ارزیابی فشار خاک محرک و مقاوم خاک جهت دیوارهای بدون اصطکاک در نظر گرفته شده است. در واقع سطح تماس دیوار با خاک ناصاف بوده و در سطح تماس آن با خاک نیروی برشی ایجاد می شود در این حالت در صورتیکه زاویه اصطکاک خاک و پی $\delta = \frac{2}{3}\phi$ در نظر گرفته شود، ضرایب فوق جهت پروژه مورد مطالعه بر اساس روابط کولمب که در ادامه ارائه می شود، قابل محاسبه است.

مولفه ضرایب فشار خاک فعال و مقاوم k_a و k_p بر اساس روش کولمب و فرمولهای ذیل بدست می آیند:

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cos(\delta + \alpha) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\delta + \alpha) \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2}$$

$$k_p = \frac{\cos^2(\phi + \alpha)}{\cos^2 \alpha \cos(\delta - \alpha) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\delta - \alpha) \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2}$$

ϕ : زاویه اصطکاک داخلی خاک

α : زاویه شیب دیوار نسبت به خط شاقول

β : زاویه شیب سطح خاک پشت دیوار نسبت به افق

δ : زاویه اصطکاک بین خاک و دیوار

ضرایب فشار محرک و مقاوم کولمب در هنگام زلزله به دلیل بوجود آمدن نیروهای اینرسی در امتدادهای

افقی و قائم به صورت ذیل محاسبه می گردند:

$$k_{ae} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \alpha)}{\cos\theta \cos^2\alpha \cos(\delta + \alpha + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta - \beta)}{\cos(\alpha - \beta) \cos(\delta + \alpha + \theta)}} \right]^2}$$

$$k_{pe} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta + \alpha)}{\cos\theta \cos^2\alpha \cos(\delta + \alpha - \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi - \delta) \sin(\varphi - \theta + \beta)}{\cos(\alpha - \beta) \cos(\delta + \alpha - \theta)}} \right]^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left[\frac{k_h}{1 - k_v} \right]$$

$$k_h = \frac{a_h}{g}$$

$$k_v = \frac{a_v}{g}$$

a_h : مولفه افقی شتاب زلزله

a_v : مولفه قائم شتاب زلزله

با توجه به جنس خاک لایه های سطحی و مشخصات فنی آن، مولفه افقی ضرایب فشار محرک و مقاوم خاک در حالت استاتیکی با استفاده از رابطه کولمب و همچنین در هنگام وقوع زلزله با استفاده از رابطه مونونوبه و اکابه ($M-O$) با فرض $\alpha = \beta = 0$ و با فرض شتاب ناشی از زلزله برابر 0.30 و $\delta = \frac{2}{3}\varphi$ و $\varphi = 26^\circ$ و $\theta = 16.69^\circ$ به شرح ذیل ارائه می گردد:

$k_a = 0.35$	ضریب مولفه افقی فشار فعال خاک در حالت استاتیکی:
$k_p = 4.40$	ضریب مولفه افقی فشار مقاوم خاک در حالت استاتیکی:
$k_{ae} = 0.66$	ضریب مولفه افقی فشار فعال خاک در هنگام وقوع زلزله:
$k_{pe} = 1.43$	ضریب مولفه افقی فشار مقاوم خاک در هنگام وقوع زلزله:

۹- تعیین نوع سیمان مصرفی

پایائی بتن ساخته شده از سیمان پرتلند به مقاومت آن در برابر حملات شیمیائی، سایش، فرسایش و فرایندهای تخریبی دیگر گفته می شود.

بتن پایا در شرایط محیطی مورد نظر، شکل اولیه و کیفیت خود را به نحو بهتری حفظ می کند. استفاده از سیمان مناسب و نسبتهای اختلاط، مقاومت بتن را در برابر املاح و مواد مضر در خاک و آب افزایش می دهد. بتنی که احتمال دارد در محیط سولفاتی قرار گیرند باید با ضوابط جدول (۳-۳-۳-۶) آئین نامه بتن ایران (آبا) مطابقت داشته باشد یا با سیمانی ساخته شود که در برابر حمله سولفاتها به قدر کافی مقاوم باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایشات شیمیایی بر روی نمونه های خاک اخذ شده از محل پروژه مورد نظر، میزان سولفات و کلر و همچنین pH خاک در حد مجاز بوده و برای احداث شالوده و دیوار حائل، استفاده از سیمان تیپ یک (معمولی) بلامانع است.

۱۰- ارائه ضرایب زلزله

براساس مندرجات آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم)، شهرستان دالاهو در منطقه با خطر نسبی زلزله زیاد قرار داشته و بر همین اساس بایستی حداقل شتاب مبنای طرح $A = 0.30g$ انتخاب گردد.

۱۱- طبقه بندی نوع زمین

طبقه بندی نوع زمین تابعی از جنس و میزان تراکم لایه های درشت دانه یا سختی لایه های ریزدانه می باشد و برای حصول دقت بیشتر می بایست با استفاده از آزمایشات لرزه نگاری درون چاهی تعیین گردد. با توجه به عدم انجام این آزمایشات، می بایست با توجه به جنس و وضعیت تراکمی لایه های تحت الارضی و جداول و روابط تجربی، نسبت به تعیین نوع زمین اقدام نمود که با عدم قطعیت همراه است. با توجه به جنس لایه های تحت الارضی و وضعیت تراکمی آنها تا عمق ۱۰ متری (مطابق در خواست کارفرما) و با فرض استمرار وضعیت لایه ها تا عمق ۳۰ متری مشابه اعماق ابتدائی، می توان گفت زمین محدوده پروژه بیشترین تطابق را با زمین نوع ۳ (سه) آیین نامه طرح ساختمانها در مقابل زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) دارد.

۱۲- عمق نفوذ یخبندان

حداقل عمق نفوذ یخبندان با توجه به بافت خاک و شرایط اقلیمی منطقه به میزان ۸۰ سانتی متر اعلام می گردد.

۱۳- توصیه های فنی

۱- با توجه به افت مقاومت خاک در اثر تماس با آب و به منظور جلوگیری از نفوذ آب در فونداسیون سازه و احتمال تضعیف لایه های زیرین و نشست های اضافی می بایست تمهیدات لازم در خصوص هدایت آب های سطحی و همچنین آبهای فاضلاب به خارج از محدوده سازه صورت گیرد.

۲- همانطور که ملاحظه گردید، لایه های تحت الارضی تا اعماق حفاری شده، عمدتاً از دو لایه رسی با چسبندگی کم ماسه دار (یا شن دار) به رنگ خاکستری متمایل به سبز و همچنین لای ماسه دار (یا همراه با ماسه) به رنگ قهوه ای متمایل به قرمز تشکیل شده است. لایه های سیلتی قرمز رنگ بواسطه ماهیت خاص کانیهای تشکیل دهنده اش (که برای تشخیص دقیق نوع آن نیاز به آزمایشات تکمیلی کانی شناسی دارد)، فاقد چسبندگی می باشند. لایه های رسی نیز به واسطه حجم قابل توجه ذرات ماسه ای در آنها، از چسبندگی کمی برخوردار هستند؛ اما با توجه به اینکه سایت پروژه به خاطر وضعیت توپوگرافیش، احتمال وجود آب زیر زمینی در عمق تأثیر فونداسون را غیر محتمل می سازد، از نظر این مشاور وجود این مصالح (مصالح با چسبندگی ناچیز) اساساً نمی تواند مشکلی را برای فونداسیون سازه در بر داشته باشد.

۳- با توجه به تنوع لایه بندی (حتی برخورد به رگه های سنگی در برخی از اعماق)، قویاً توصیه می گردد از پی های نواری و ترجیحاً پی های شبکه ای برای انتقال بارهای سازه به زمین استفاده شود تا از وقوع نشستهای غیر متقارن جلوگیری شود.

۴- با توجه به چسبندگی ناچیز لایه ها، می بایست در صورت نیاز به انجام عملیات گودبرداری، سازه نگهبان مناسب برای مقابله با نیروهای رانشی خاک، قبل از اقدام به گودبرداری اجرا شود. همچنین در صورت انجام عملیات خاکبرداری، با توجه به استعداد هوازدهی مصالح، می بایست سطوح آزاد را از تماس مستقیم با هوا محفوظ داشت. در همین راستا می بایست بلافاصله پس از پی کنی، بتن مگر اجرا شود تا از هوازدهی و افت پارامترهای مقاومت برشی خاک جلوگیری شود.

۵- هنگام استفاده از گرافهای ظرفیت باربری و نشست (پیوست ۳) دقت شود که نمودار فوقانی ارائه شده، بیانگر ظرفیت باربری ایمن (qs) پی می باشد که از تقسیم ظرفیت باربری نهائی (qu) به ضریب ایمنی (ضریب اطمینان) بدست آمده است. لکن برای استفاده در طراحی، می بایست این مقادیر را با ملحوظ کردن اثرات نشست، به ظرفیت باربری مجاز (qa) تقلیل داد که این کار با استفاده از نمودارهای نیمه پائینی قابل انجام است. در صورت ابهام در استخراج ظرفیت باربری مجاز، با آزمایشگاه هماهنگی لازم صورت گیرد.

۶- همانطور که ملاحظه گردید، لایه بندی دو گمانه مجاور دارای تفاوتی قابل توجهی نسبت به یکدیگر می باشد لذا احتمال بروز ناهمگونی برای سایر قسمت های سایت نیز وجود دارد. در صورت برخورد به لایه های ناهمگون ژئوتکنیکی که در متن گزارش به آن اشاره نشده است، مراتب به اطلاع این مشاور رسانده شود تا در صورت لزوم اصلاحات لازم در نتایج صورت گیرد.

۱۴- منابع و مراجع

- کتاب مکانیک خاک (جلد اول و دوم) تألیف: کامبیز بهنیا و امیر محمد طباطبائی
- کتاب تحلیل و طراحی پی (جلد اول و دوم) تألیف: جوزف ای بولز - ترجمه: اردشیر اطمیانی
- کتاب اصول مهندسی ژئوتکنیک (جلد اول و دوم) تألیف: برآجا ام داس - ترجمه: شاپور طاحونی
- کتاب اصول مهندسی پی تألیف: علیرضا رهائی
- کتاب زمین شناسی ایران تألیف: دکتر درویش زاده
- مجموعه استانداردهای BS و ASTM
- آئین نامه بتن ایران
- آئین نامه زلزله ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم)
- گزارش زمین شناسی ورقه کرمانشاه
- نشریه شماره گ-۳۷۸ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تألیف: دکتر سعید هاشمی
- "Field description of soil and rock", Nz geotechnical society INC, 2005.

مهندسین مشاور ژئوتکنیک

آزمایشگاه فنی مکانیک خاک بیستون

پوست شماره ۱:

لاگ رتوتکنیکی گمانه ها

مشخصات و نمودار گمانه

تاریخ گمانه زنی: اسفند ۹۹

محل گمانه زنی: **ریجاب**

شماره گمانه : BH 1

ارتفاع سطح آب زیرزمینی: **برخورد نگرديد**



معادل ترسیمی		نتایج آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد S.P.T تعداد ضربات چکش				دامنه	حد	صلطکاک داخلی	چسبندگی	وزن	رطوبت		طبقه بندی	نوع	شماره	عمق																								
		جمع کل	۱۵cm	۱۵cm	۱۵cm	PI	LL	ϕ'	C'	γ	ω		N=34° 27' 55.18" E=45° 59' 27.96"				یونیفاید		نمونه	نمونه																				
																	علائم																							
																	ترسیمی	حروفی																						
		۳۰cm	دوم	اول	نفوذی	%	%	درجه	kg/cm ²	gr/cm ³	%	شرح لایه ها				m																								
GW																	0																							
GP						NP	غ ق ت					لای ماسه دار به رنگ قهوه ای متمایل به قرمز	ML	•	501	1																								
GM														Rock	•		502																							
GC													CL																											
SW														CL																										
SP						25	37	28	0.08	2.02	13.5		CL		•	503	2																							
SM		38	21	17	14									NP	غ ق ت	23		0	1.927	11.4	ML			3																
SC																						NP	غ ق ت		23	0	1.927	11.4	ML			4								
ML																														NP	غ ق ت		23	0	1.927	11.4	ML			5
CL																																						NP	غ ق ت	
OL		48	26	22	19	NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
MH														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
CH																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML					9								
OH												NP																غ ق ت	23	0	1.927		11.4	ML			10			
PT		34	19	15	13																														NP	غ ق ت		23	0	1.927
ROCK						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
سطح ▽														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
آب زیرزمینی																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
•		32	18	14	12							NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
نمونه دستخورده																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
U						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
نمونه دستخورده														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
O نمونه آب																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
S نمونه شیمی												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
M نمونه رطوبت																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML
						NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4		ML																											
														NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML																				
																					NP	غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML													
												NP																غ ق ت	23	0	1.927	11.4	ML							
																																		NP						

مشخصات و نمودار گمانه

تاریخ گمانه زنی: اسفند ۹۹

محل گمانه زنی: ریحاب

شماره گمانه : BH 2

ارتفاع سطح آب زیرزمینی: **برخورد نگرديد**



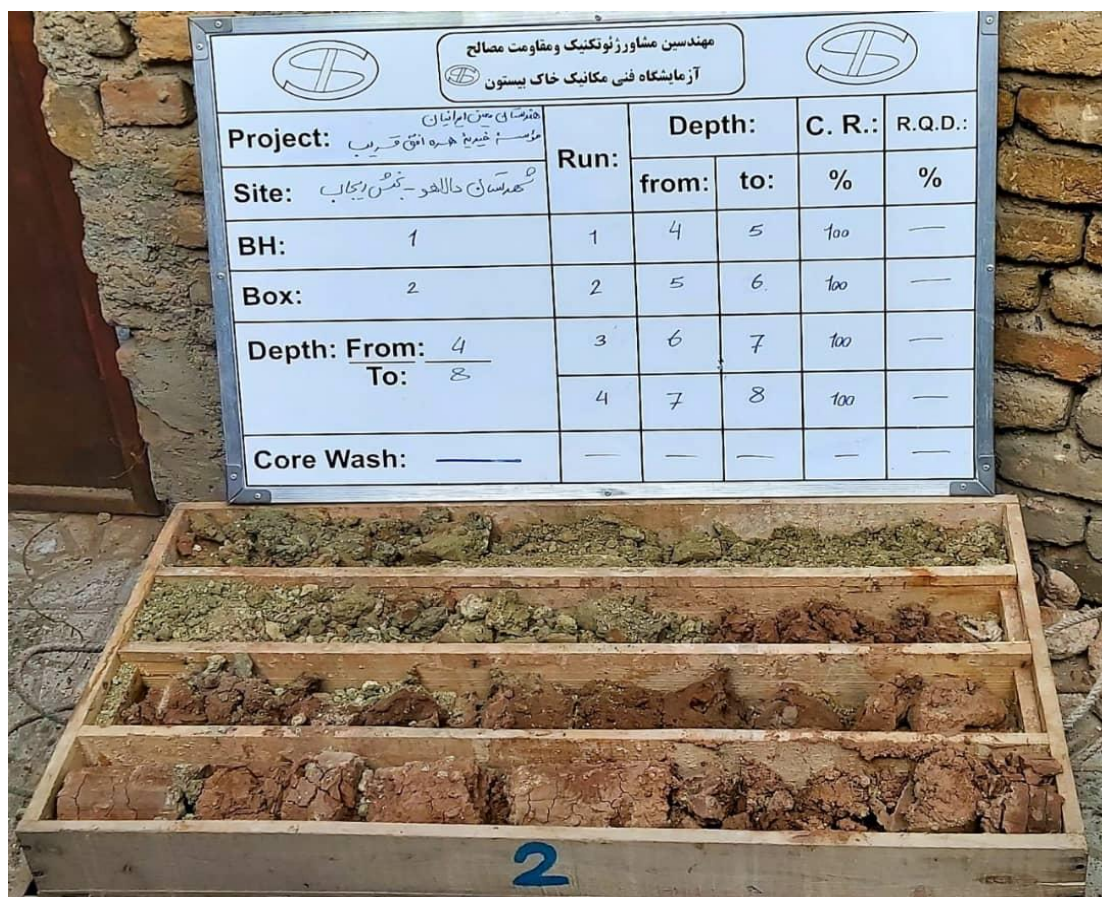
معادل ترسیمی		نتایج آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد S.P.T تعداد ضربات چکش				دامنه	حد	صلطکاک داخلی	چسبندگی	وزن	رطوبت		طبقه بندی	نوع	شماره	عمق	
		جمع کل	۱۵cm	۱۵cm	۱۵cm	خمیری	روانی	در حالت CD	در حالت CD	مخصوص	نمونه		یونیفاید				
						PI	LL	ϕ'	C'	γ	ω		N=34° 27' 55.16" E=45° 59' 27.62"				علائم
																	٪
GW																0	
GP						24	37	26	0.07	1.98	13.8	رس با خاصیت خمیری کم همراه با ماسه به رنگ خاکستری متمایل به سبز	CL	•	505	1	
GM																	
GC																	
SW																	
SP		35	19	16	13												
SM																	
SC						NP	غ ق ت	22	0.01	1.921	11.7	لای همراه با ماسه به رنگ قهوه ای متمایل به قرمز	ML	•	506	3	
ML																	
CL		29	15	14	12												
OL																	
MH						24	27					رس با خاصیت خمیری کم شن دار همراه با ماسه به رنگ قهوه ای متمایل به خاکستری	CL	•	507	6	
CH																	
OH		44	25	19	14												
PT																	
ROCK																7	
سطح ▽												قلوه سنگهای آهکی	Rock	•	508	8	
آب زیرزمینی		51	30	21	16	12	25					رس با خاصیت خمیری کم همراه با ماسه به رنگ خاکستری متمایل به سبز	CL	•	509		
• نمونه دستخورده																	
U نمونه دستخورده																	
O نمونه آب																	
S نمونه شیمی																10	
M نمونه رطوبت												پایان عملیات حفاری بنا به درخواست کارفرما				11	
																12	

پیوست شماره ۲:

عکس جعبه های نمونه گیری گمانه ها



شکل ۱: جعبه نمونه های گمانه BH1 (عمق ۰ تا ۴ متر)



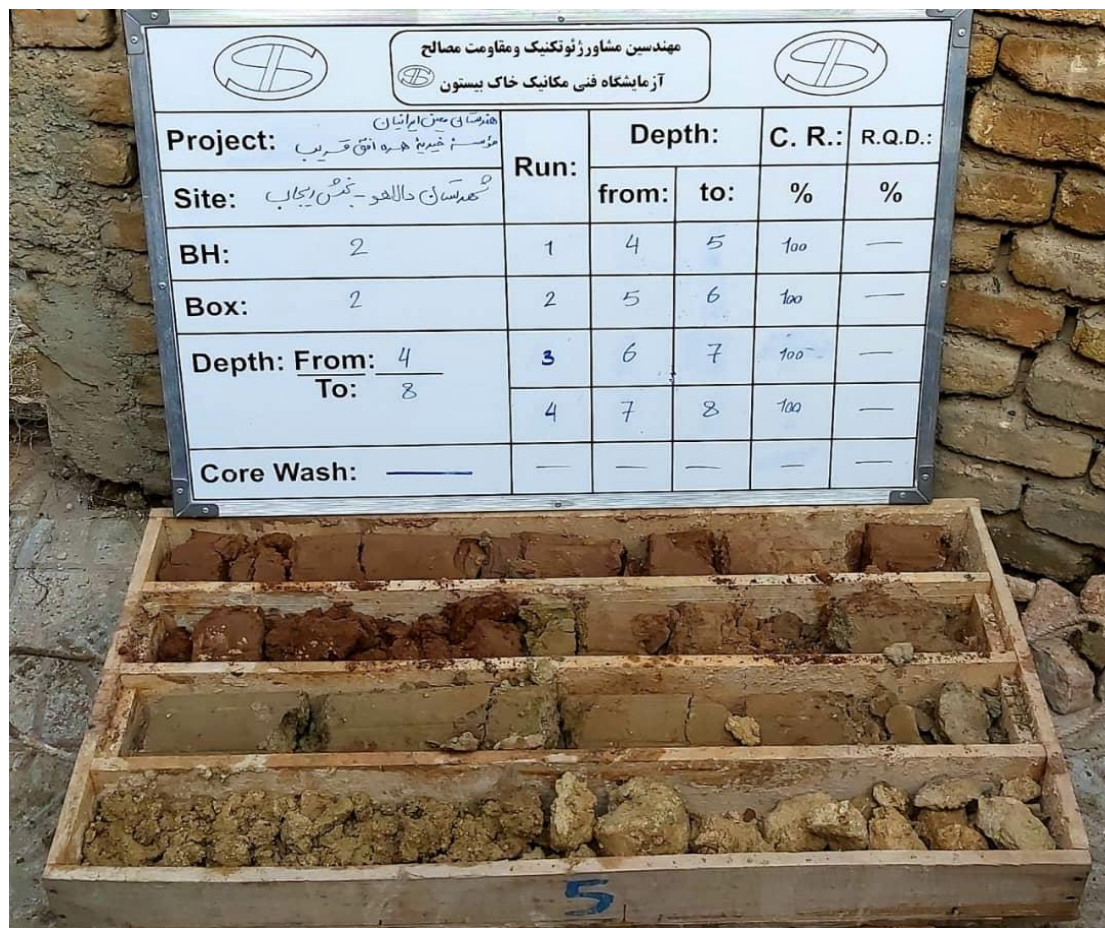
شکل ۲: جعبه نمونه های گمانه BH1 (عمق ۴ تا ۸ متر)

 مهندسین مشاور ژئوتکنیک و مقاومت مصالح آزمایشگاه فنی مکانیک خاک بیستون 		Run:		Depth:	C. R.:	R.Q.D.:	
Project:	Site:	BH:	Box:	from:	to:	%	%
هندسی عمران مؤسسه خیریه هبه افق قریب	سهروردستان دالاهو - بخش ریجاب	1	3	8	9	100	—
		1	2	9	10	100	—
		Depth: From: $\frac{8}{10}$ To: $\frac{10}{10}$		—	—	—	—
		Core Wash: —		—	—	—	—

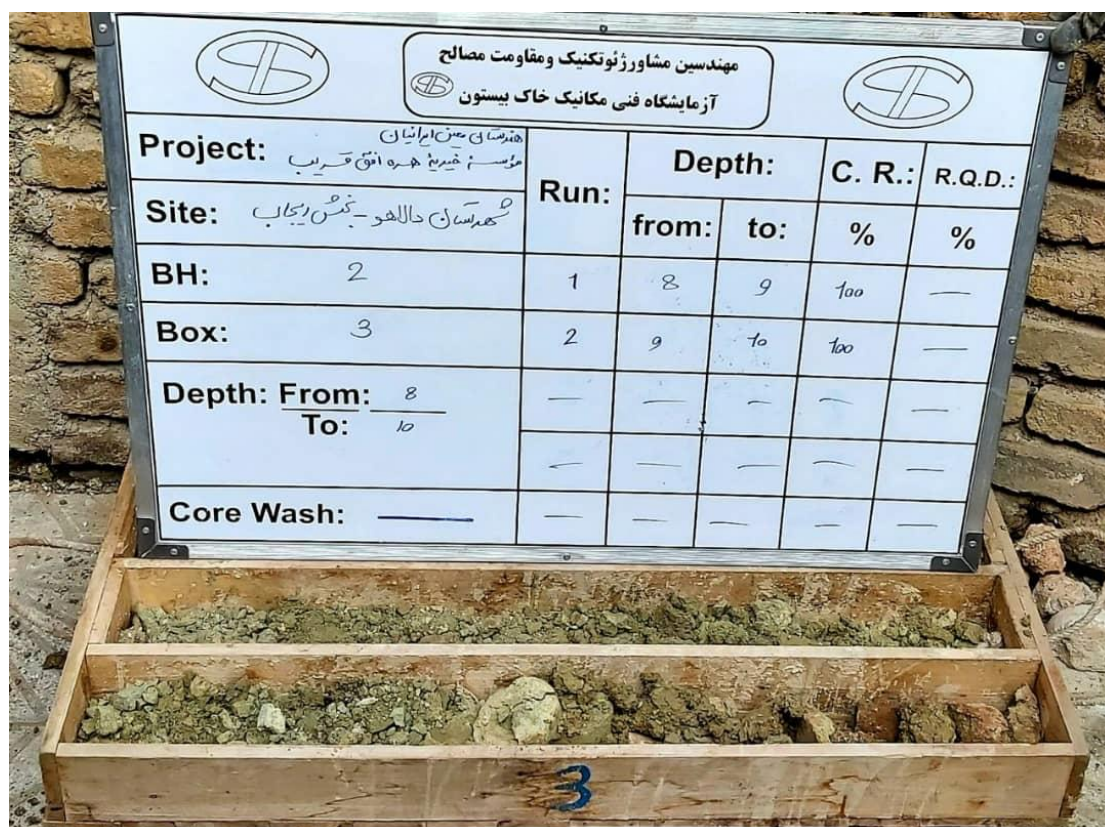
شکل ۳: جعبه نمونه های گمانه BH1 (عمق ۸ تا ۱۰ متر)

 مهندسین مشاور ژئوتکنیک و مقاومت مصالح آزمایشگاه فنی مکانیک خاک بیستون 		Run:		Depth:	C. R.:	R.Q.D.:	
Project:	Site:	BH:	Box:	from:	to:	%	%
هندسی عمران مؤسسه خیریه هبه افق قریب	سهروردستان دالاهو - بخش ریجاب	2	1	0	1	100	—
		1	2	1	2	100	—
		Depth: From: $\frac{0}{4}$ To: $\frac{4}{4}$		3	2	3	100
				4	3	4	100
		Core Wash: —		—	—	—	—

شکل ۴: جعبه نمونه های گمانه BH2 (عمق ۰ تا ۴ متر)



شکل ۵: جعبه نمونه های گمانه BH2 (عمق ۴ تا ۸ متر)



شکل ۶: جعبه نمونه های گمانه BH2 (عمق ۸ تا ۱۰ متر)

پیوست شماره ۳:

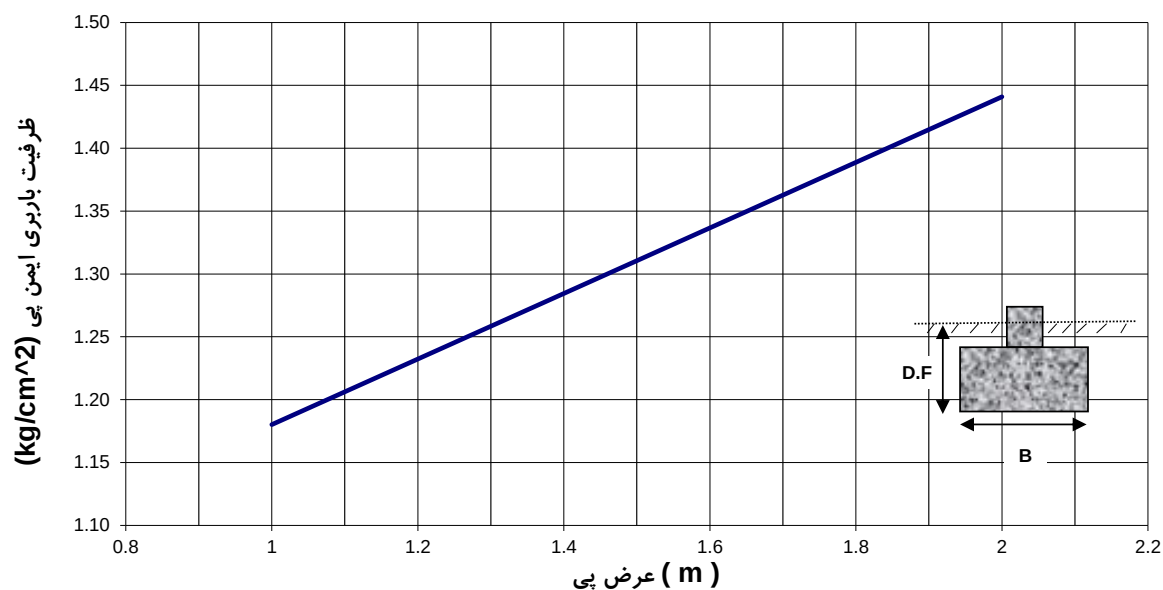
منحنی ظرفیت باربری – نشست پی ها

عمق استقرار پی: 0.8 m
عمق مدفون پی: 0.8 m

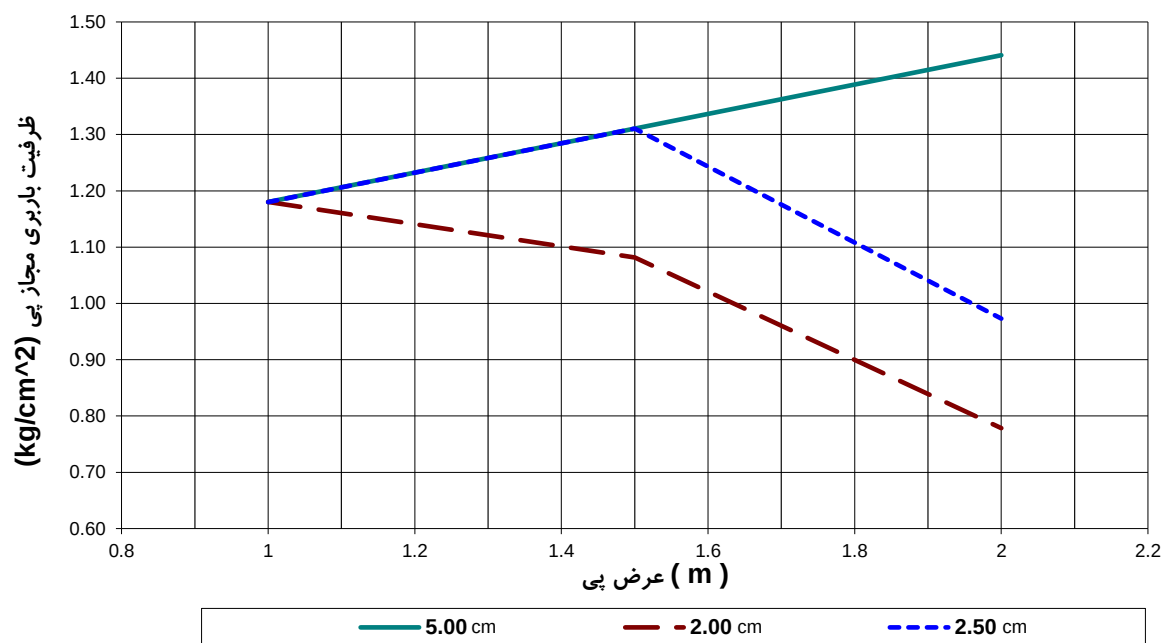
((پی نواری))
 $L/B = 10$

نام پروژه: هنرستان معین ایرانیان
مقیاس: مؤسسه خیریه هم ره افق قریب

منحنی ظرفیت باربری ایمن پی



منحنی های ظرفیت باربری مجاز پی برای مقادیر مختلف نشست مجاز



پیوست شماره ۴:

ضریب عکس العمل بستر



مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

عمق استقرار پی: 0.8 m

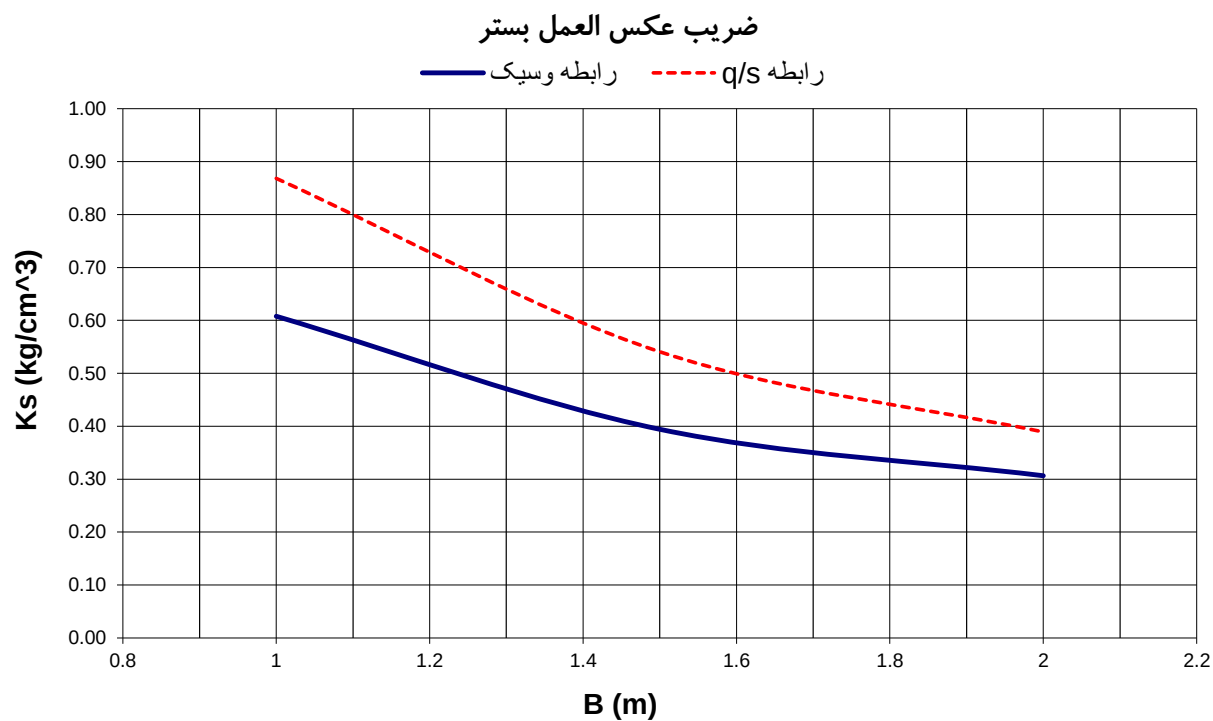
عمق مدفون پی: 0.8 m

((پی نواری))

$L/B = 10$

نام پروژه: هنرستان معین ایرانیان

متقاضی: مؤسسه خیریه هم ره افق قریب



پیوست شماره ۵:

نتایج آزمایشات طبقه بندی



مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

شماره کار: ۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰

پروژه: هنرستان معین ایرانیان

شماره نمونه: ۵۰۱

شماره گمانه: BH1

عمق: ۰.۶ م.

متقاضی: مؤسسه خیریه هم ره افق قریب

(منحنی دانه بندی)

LL = غیر قابل تعیین

ML

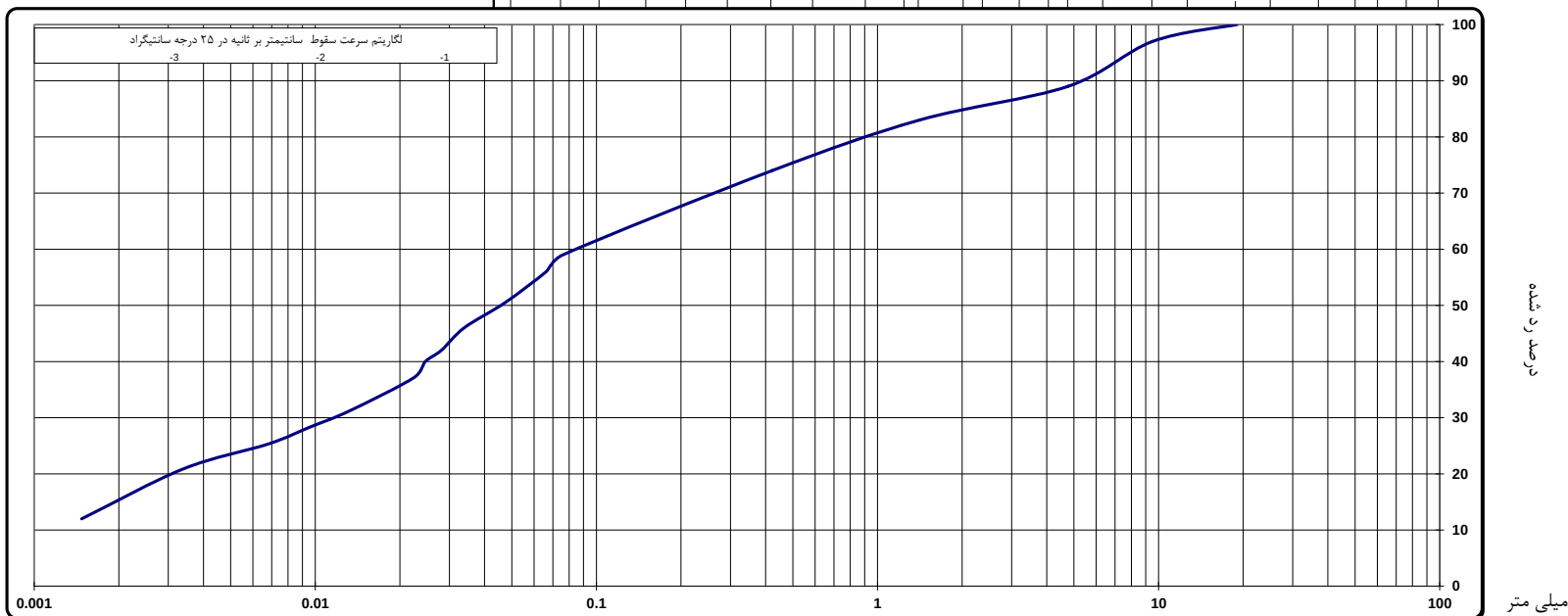
PI = NP

لای ماسه دار

اندازه الکها

۳۰۰ ۲۰۰ ۱۵۰ ۱۰۰ ۷۵ ۵۰ ۳۶ ۲۵ ۱۸ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۱/۸ ۳/۱۶ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ B.S

۲۷۰ ۲۰۰ ۱۴۰ ۱۰۰ ۷۰ ۵۰ ۴۰ ۳۰ ۲۰ ۱۶ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۵ ۴ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ ASTM



لای و رس		ماسه		شن		قلوه سنگ	UNIFIED
رس	لای	ماسه		شن			AASHTO



مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

شماره کار: ۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰

پروژه: هنرستان معین ایرانیان

شماره نمونه: ۵۰۳

شماره گمانه: BH1

عمق: ۲.۱۵-۵.۷

(منحنی دانه بندی)

مقتضای: مؤسسه خیریه هم ره افق قریب

LL = ۳۷

CL

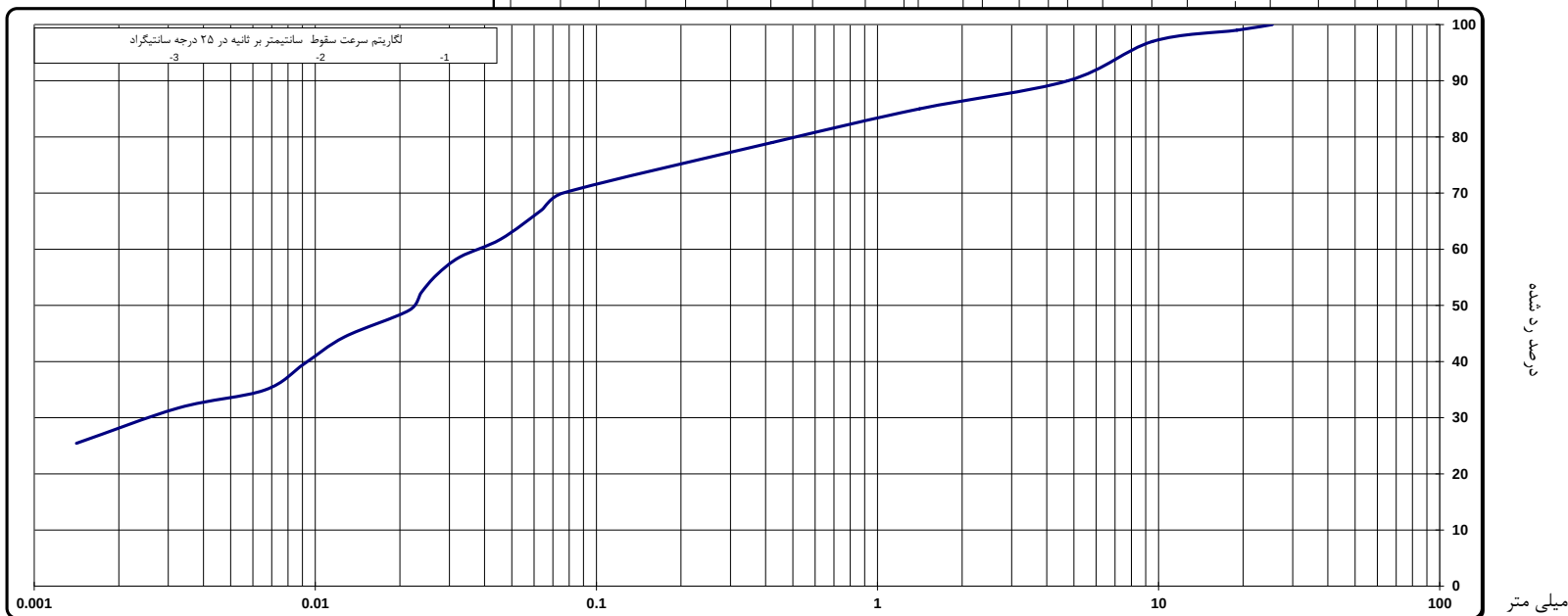
PI = ۲۵

رس با خاصیت خمیری کم ماسه دار

اندازه الکها

۳۰۰ ۲۰۰ ۱۵۰ ۱۰۰ ۷۵ ۵۰ ۳۶ ۲۵ ۱۸ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۱/۸ ۳/۱۶ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ B.S

۲۷۰ ۲۰۰ ۱۴۰ ۱۰۰ ۷۰ ۵۰ ۴۰ ۳۰ ۲۰ ۱۶ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۵ ۴ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ ASTM



لای و رس		ماسه		شن	قلوه سنگ	UNIFIED
رس	لای	ماسه		شن		AASHTO



مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

شماره کار: ۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰

پروژه: هنرستان معین ایرانیان

شماره نمونه: ۵۰۴

شماره گمانه: BH1

عمق: ۵.۷-۱۰

(منحنی دانه بندی)

متقاضی: مؤسسه خیریه هم ره افق قریب

LL = غیر قابل تعیین

ML

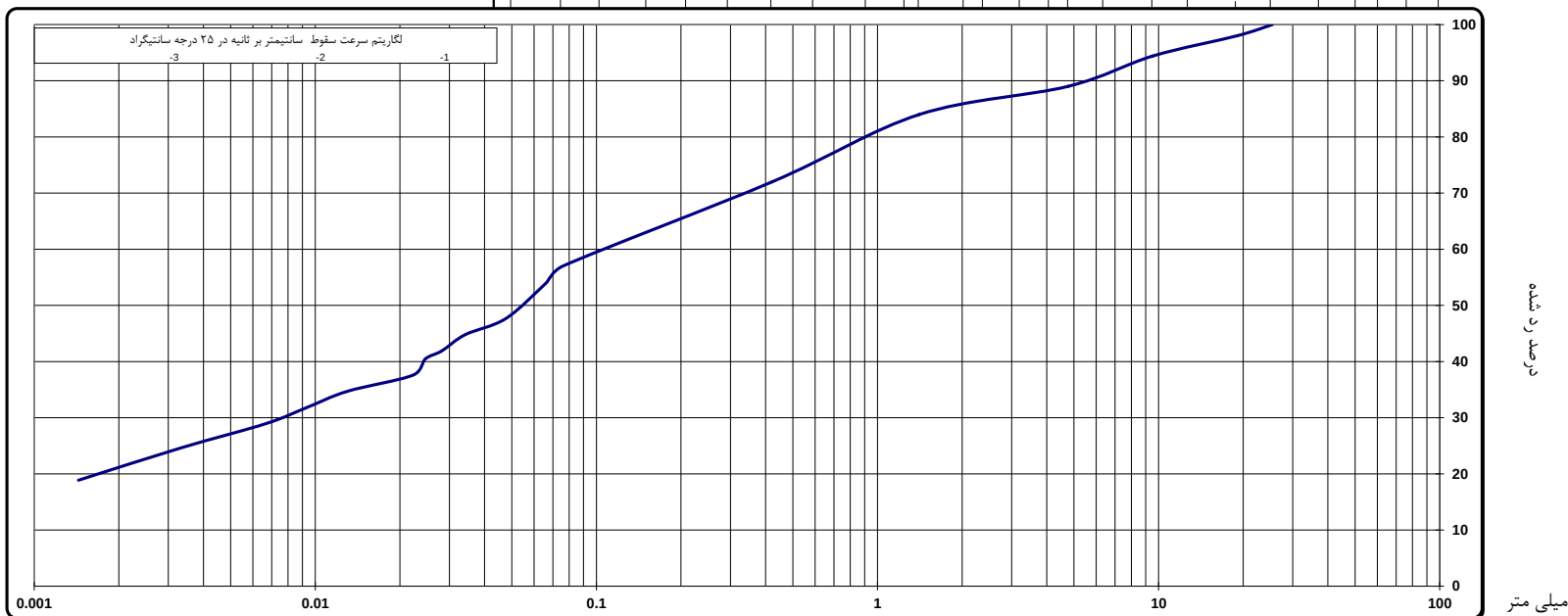
PI = NP

لای ماسه دار

اندازه الکها

۳۰۰ ۲۰۰ ۱۵۰ ۱۰۰ ۷۵ ۵۲ ۳۶ ۲۵ ۱۸ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۱/۸ ۳/۱۶ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ B.S

۲۷۰ ۲۰۰ ۱۴۰ ۱۰۰ ۷۰ ۵۰ ۴۰ ۳۰ ۲۰ ۱۶ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۵ ۴ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ ASTM



لای و رس		ماسه		شن	قلوه سنگ	UNIFIED
رس	لای	ماسه	شن			AASHTO



مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

شماره کار: ۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰

پروژه: هنرستان معین ایرانیان

شماره نمونه: ۵۰۵

شماره گمانه: BH2

عمق: ۰.۳

مقیاسی: مؤسسه خیریه هم ره افق قریب

(منحنی دانه بندی)

LL = ۳۷

CL

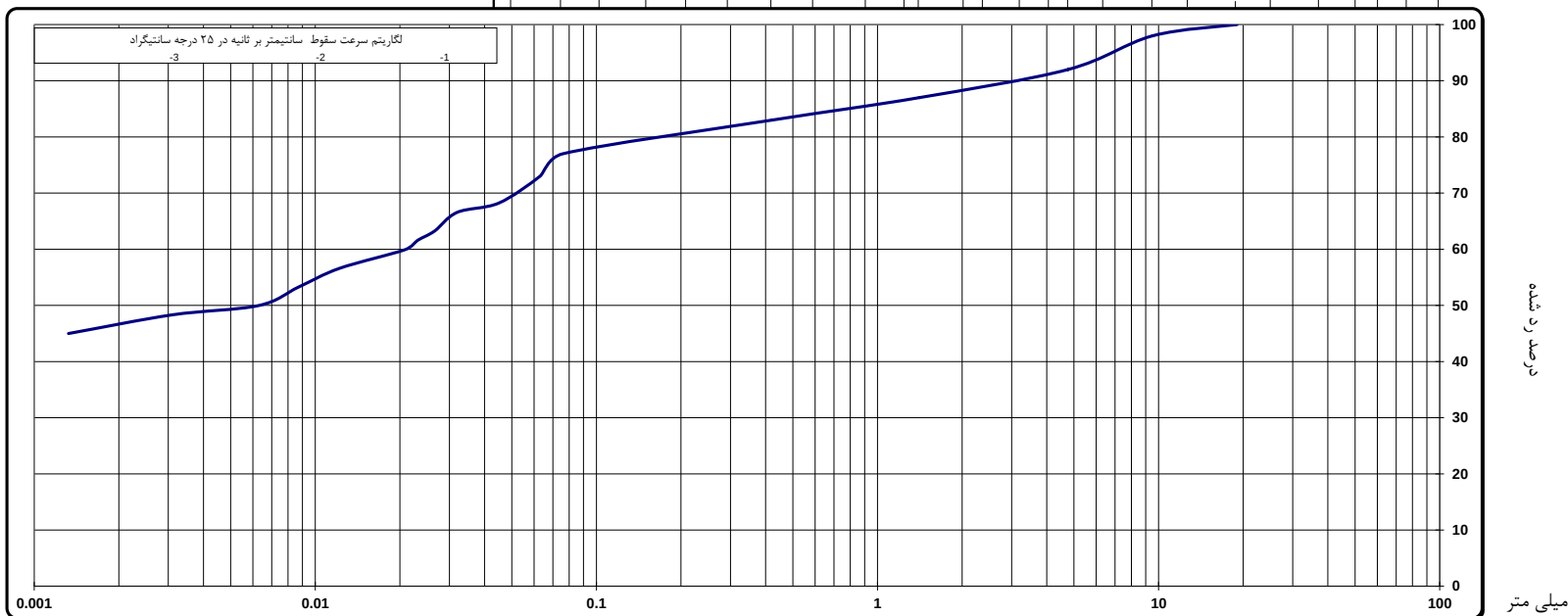
PI = ۲۴

رس با خاصیت خمیری کم همراه با ماسه

اندازه الکها

۳۰۰ ۲۰۰ ۱۵۰ ۱۰۰ ۷۵ ۵۰ ۳۵ ۲۵ ۱۸ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۱/۸ ۳/۱۶ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ B.S

۲۷۰ ۲۰۰ ۱۴۰ ۱۰۰ ۷۰ ۵۰ ۴۰ ۳۰ ۲۰ ۱۶ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۵ ۴ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ ASTM



لای و رس		ماسه		شن	قلوه سنگ	UNIFIED
رس	لای	ماسه	شن			AASHTO



آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

شماره نمونه: ۵۰۶

شماره گمانه: BH2

(منحنی دانه بندی)

عمق : ۳-۵.۴

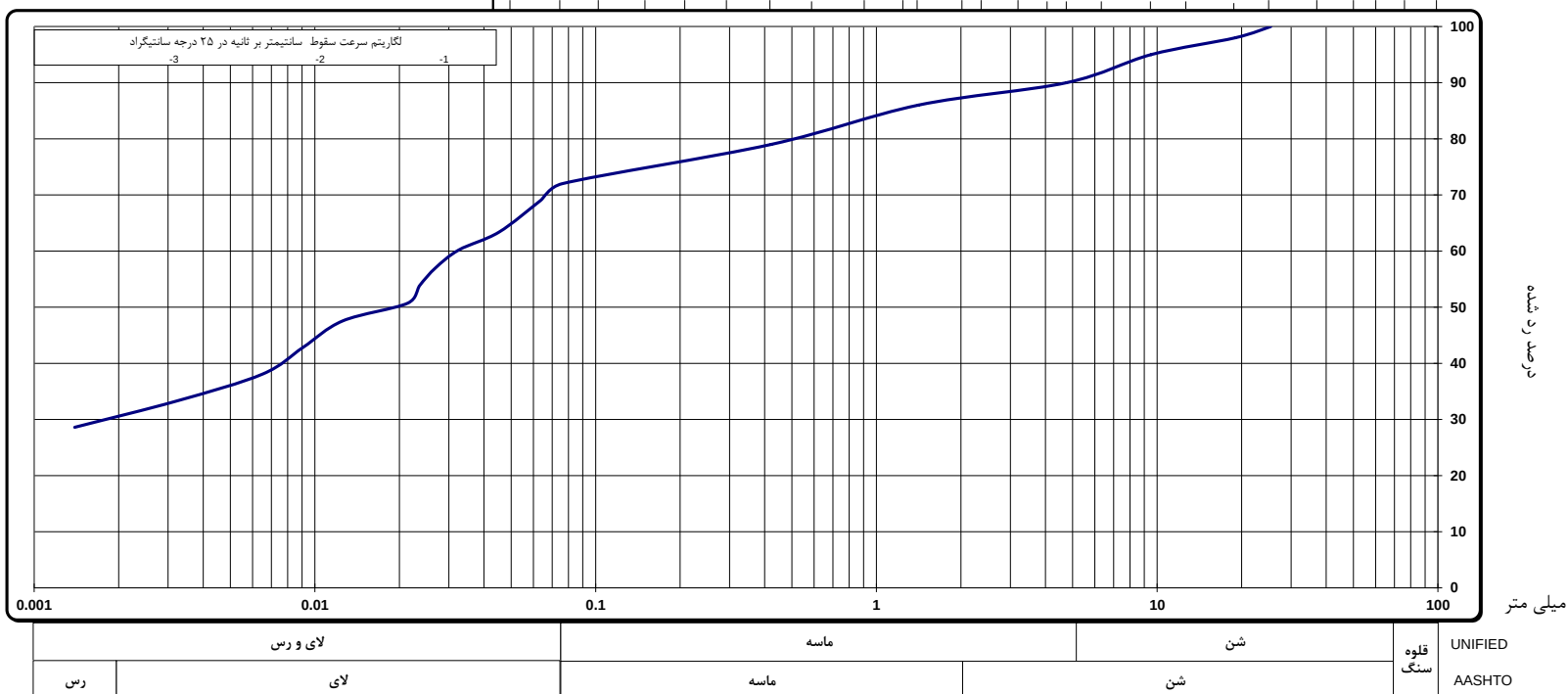
ML

لای همراه با ماسه

اندازه الکها

B.S

ASTM





مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

شماره کار: ۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰

پروژه: هنرستان معین ایرانیان

شماره نمونه: ۵۰۷

شماره گمانه: BH2

عمق: ۵.۴-۷.۵

(منحنی دانه بندی)

مقتضای: موعسه خیره هم ره افق قریب

LL = ۲۷

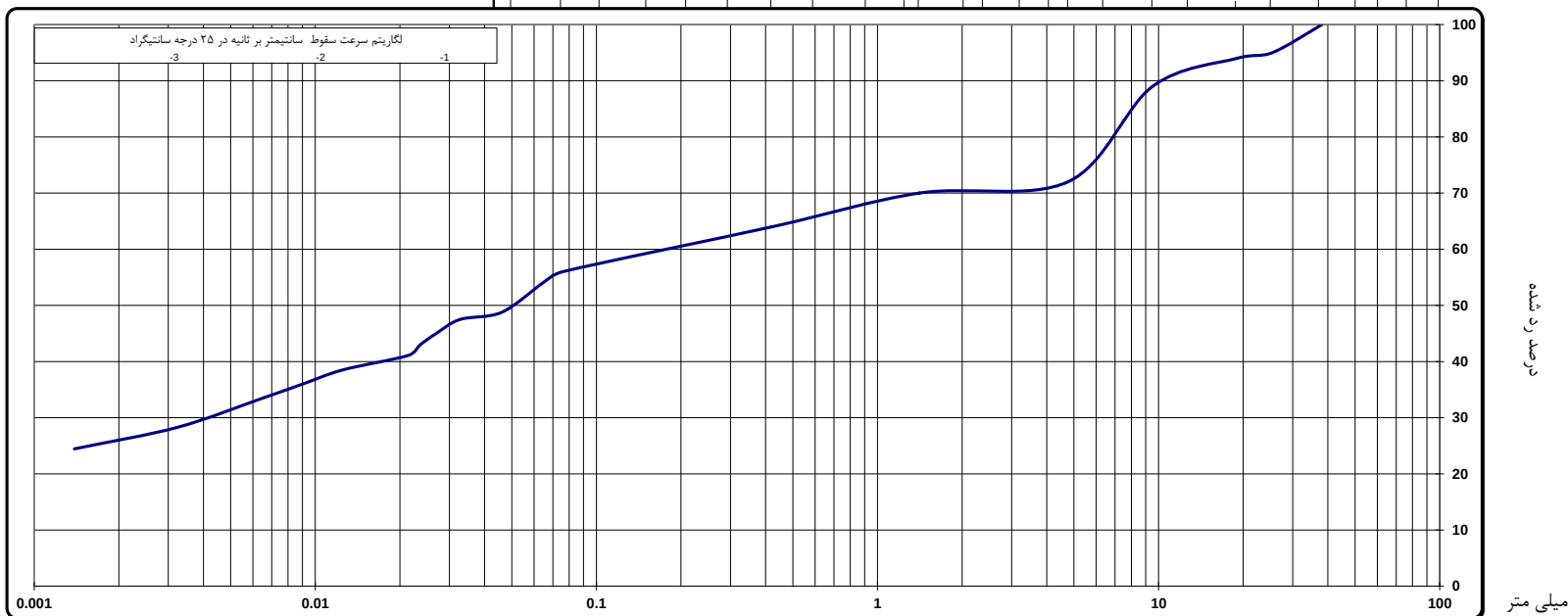
CL

PI = ۲۴ رس با خاصیت خمیری کم شن دار همراه با ماسه

اندازه الکها

۳۰۰ ۲۰۰ ۱۵۰ ۱۰۰ ۷۵ ۵۰ ۳۵ ۲۵ ۱۸ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۱/۸ ۳/۱۶ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ B.S

۲۷۰ ۲۰۰ ۱۴۰ ۱۰۰ ۷۰ ۵۰ ۴۰ ۳۰ ۲۰ ۱۶ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۵ ۴ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ ASTM



لای و رس		ماسه		شن		قلوه سنگ	UNIFIED
رس	لای	ماسه		شن			AASHTO



مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

شماره کار: ۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰

پروژه: هنرستان معین ایرانیان

شماره نمونه: ۵۰۹

شماره گمانه: BH2

عمق: ۸-۱۰

مقیاسی: مؤسسه خیریه هم ره افق قریب

(منحنی دانه بندی)

LL = ۲۵

CL

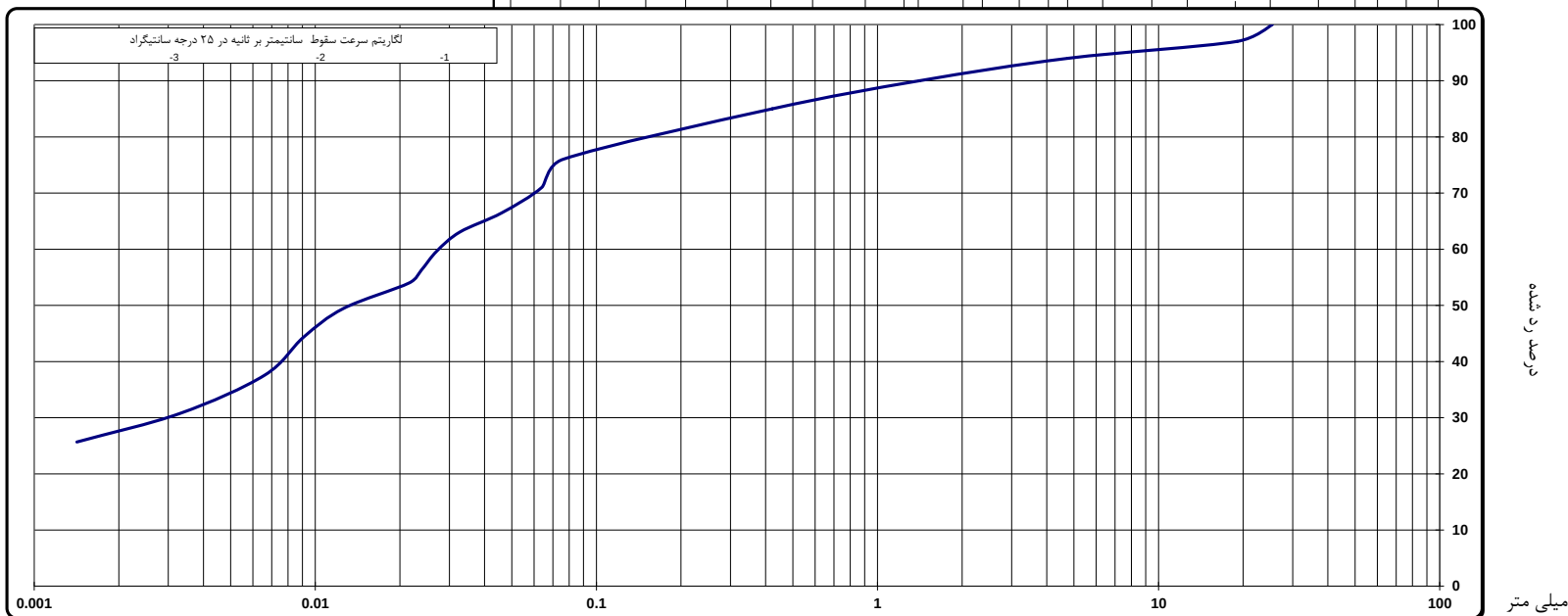
PI = ۱۲

رس با خاصیت خمیری کم همراه با ماسه

اندازه الکها

۳۰۰ ۲۰۰ ۱۵۰ ۱۰۰ ۷۵ ۵۰ ۳۶ ۲۵ ۱۸ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۱/۸ ۳/۱۶ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ B.S

۲۷۰ ۲۰۰ ۱۴۰ ۱۰۰ ۷۰ ۵۰ ۴۰ ۳۰ ۲۰ ۱۶ ۱۴ ۱۰ ۸ ۷ ۵ ۴ ۱/۴ ۳/۸ ۱/۲ ۳/۴ ۱ ۱/۵ ۲ ۲/۵ ۳ ۴ ASTM



لای و رس		ماسه		شن	قلوه سنگ	UNIFIED
رس	لای	ماسه	شن			AASHTO

پیوست شماره ۶:

نتایج آزمایشات برش مستقیم



مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

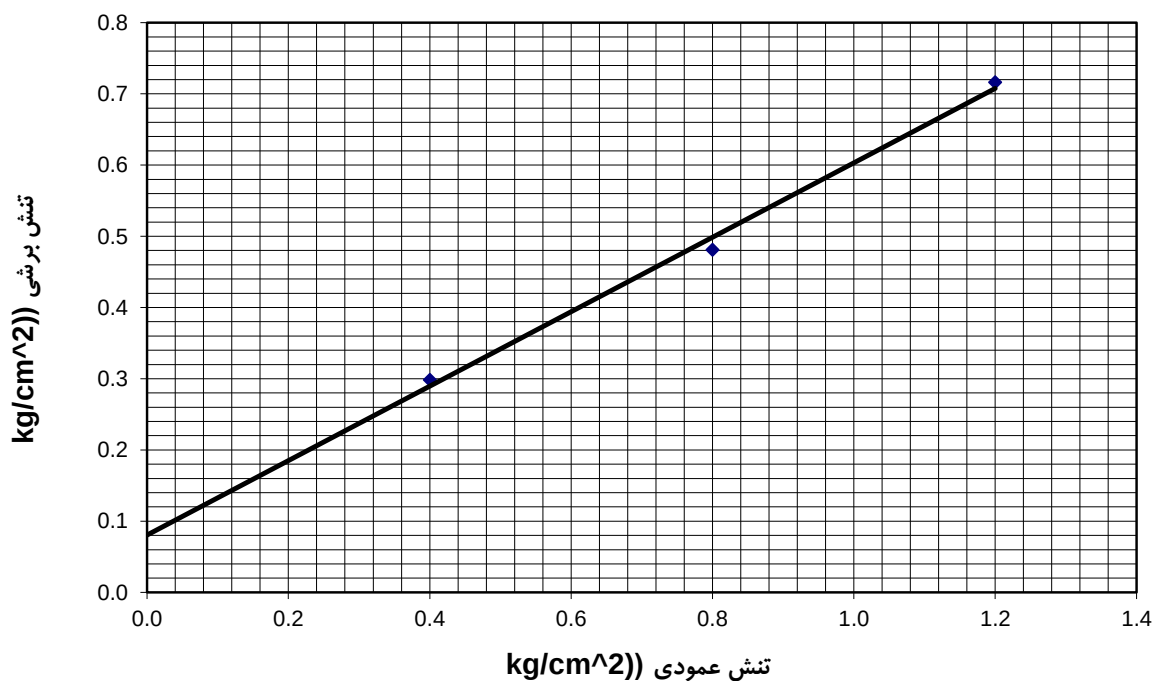
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

(نتایج آزمایش برش مستقیم)

استاندارد BS 1377 - Part 7

نام پروژه:	هنرستان معین ایرانیان	برش مستقیم بزرگ:	☐	برش مستقیم کوچک:	☒
مقتضی:	مؤسسه خیریه هم ره افق قریب	تحکیم یافته:	☒	تحکیم نیافته:	☐
شماره کار:	۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰	نمونه دست خورده:	☒	اشباع شده:	☒
نام گمانه:	BH 1	نمونه دست نخورده:	☐	رطوبت طبیعی:	☐
شماره نمونه:	۵۰۳	سرعت دستگاه:	0.08 mm/min	رطوبت ریمولد:	☒
عمق نمونه:	۲.۱۵ تا ۵.۷ متر	ابعاد نمونه:	10 * 10 * 3.3 cm		

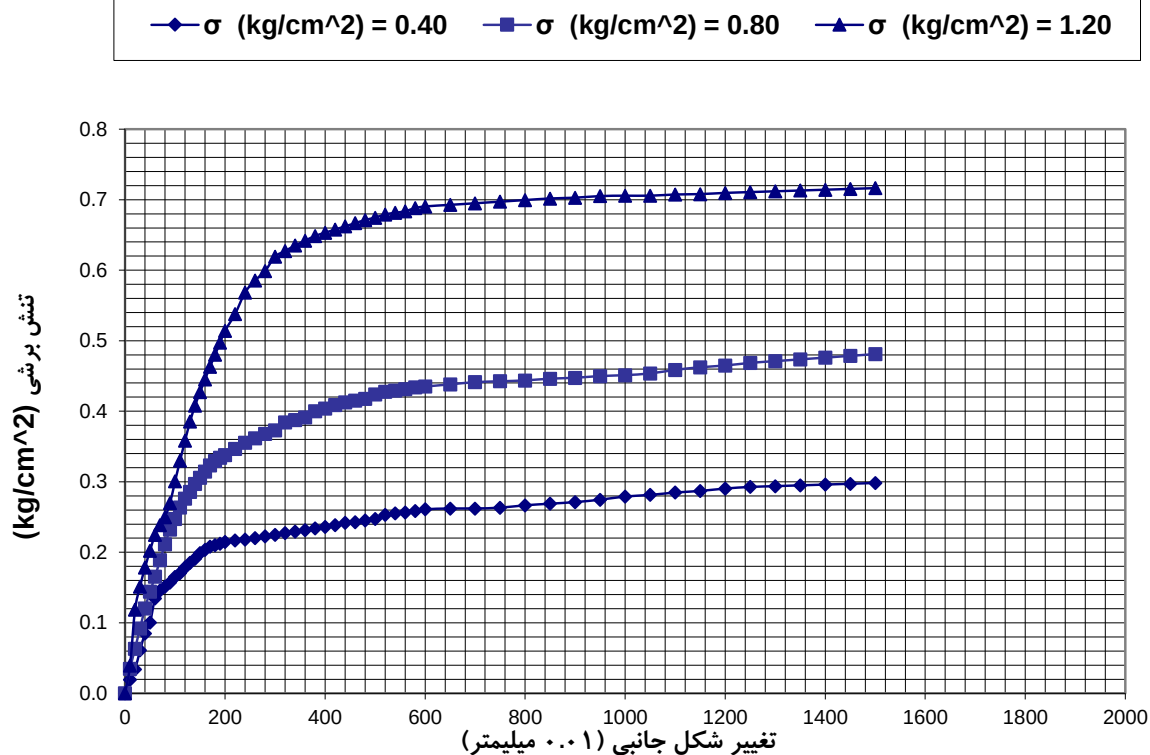
پارامترهای مقاومت برشی خاک		تنش برشی در لحظه شکست		تنش عمودی		وزن مخصوص خاک		درصد رطوبت نمونه	
ϕ'	C'	τ	σ_n	γ_d	γ	بعد از آزمایش	قبل از آزمایش		
deg	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	gr/cm ³	gr/cm ³	%	%		
28	0.08	0.298	0.40	1.78	2.02	19.0	13.5		
		0.481	0.80	1.78	2.02	20.3	13.5		
		0.716	1.20	1.78	2.02	19.4	13.5		



منحنی تنش - تغییر شکل جانبی آزمایش برش مستقیم

استاندارد BS 1377 - Part 7

نام پروژه:	هنرستان معین ایرانیان	برش مستقیم بزرگ:	☐	برش مستقیم کوچک:	☒
متقاضی:	مؤسسه خیریه هم ره افق قریب	تحکیم یافته:	☒	تحکیم نیافته:	☐
شماره کار:	۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰	نمونه دست خورده:	☒	اشباع شده:	☒
نام گمانه:	BH 1	نمونه دست نخورده:	☐	رطوبت طبیعی:	☐
شماره نمونه:	۵۰۳	سرعت دستگاه:	0.08 mm/min	رطوبت ریمولد:	☒
عمق نمونه:	۲.۱۵ تا ۵.۷ متر	ابعاد نمونه:	10 * 10 * 3.3 cm		





مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

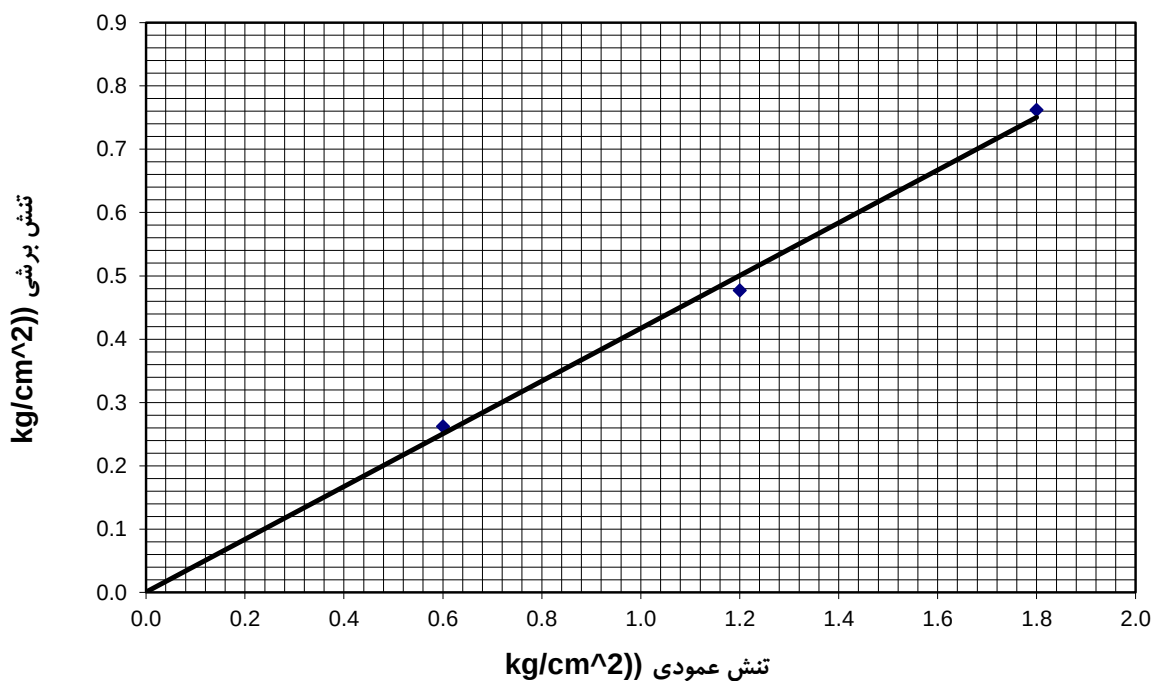
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

(نتایج آزمایش برش مستقیم)

استاندارد BS 1377 - Part 7

نام پروژه:	هنرستان معین ایرانیان	برش مستقیم بزرگ:	☐	برش مستقیم کوچک:	☒
مقتضی:	مؤسسه خیریه هم ره افق قریب	تحکیم یافته:	☒	تحکیم نیافته:	☐
شماره کار:	۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰	نمونه دست خورده:	☒	اشباع شده:	☒
نام گمانه:	BH1	نمونه دست نخورده:	☐	رطوبت طبیعی:	☐
شماره نمونه:	۵۰۴	سرعت دستگاه:	0.08 mm/min	رطوبت ریمولد:	☒
عمق نمونه:	۱۰ تا ۵.۷	ابعاد نمونه:	10 * 10 * 3.3 cm		

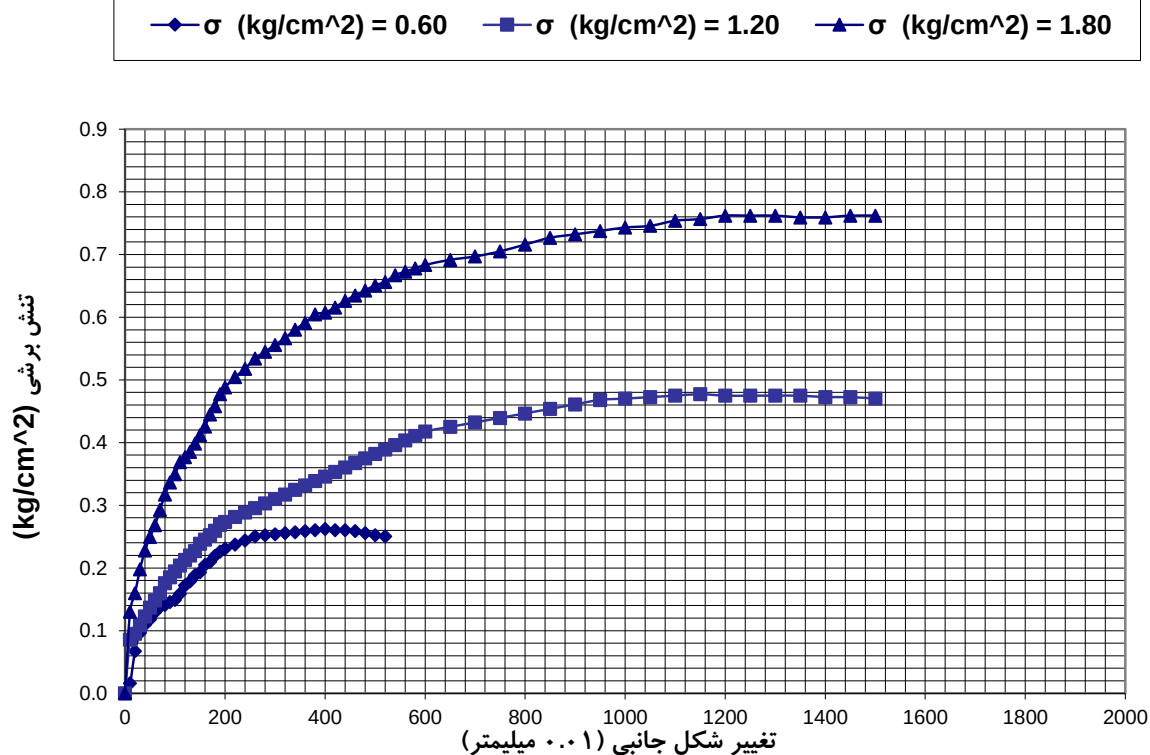
پارامترهای مقاومت برشی خاک		تنش برشی در لحظه شکست		تنش عمودی	وزن مخصوص خاک		درصد رطوبت نمونه	
ϕ'	C'	τ	σ_n	γ_d	γ	بعد از آزمایش	قبل از آزمایش	
deg	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	gr/cm ³	gr/cm ³	%	%	
23	0.00	0.262	0.60	1.73	1.92	14.4	11.4	
		0.477	1.20	1.73	1.92	14.2	11.4	
		0.762	1.80	1.73	1.92	14.8	11.4	



منحنی تنش - تغییر شکل جانبی آزمایش برش مستقیم

استاندارد BS 1377 - Part 7

نام پروژه:	هنرستان معین ایرانیان	برش مستقیم بزرگ:	☐	برش مستقیم کوچک:	☒
مقتضای:	مؤسسه خیریه هم ره افق قریب	تحکیم یافته:	☒	تحکیم نیافته:	☐
شماره کار:	۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰	نمونه دست خورده:	☒	اشباع شده:	☒
نام گمانه:	BH1	نمونه دست نخورده:	☐	رطوبت طبیعی:	☐
شماره نمونه:	۵۰۴	سرعت دستگاه:	0.08 mm/min	رطوبت ریمولد:	☒
عمق نمونه:	۵.۷ تا ۱۰	ابعاد نمونه:	10 * 10 * 3.3 cm		





مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

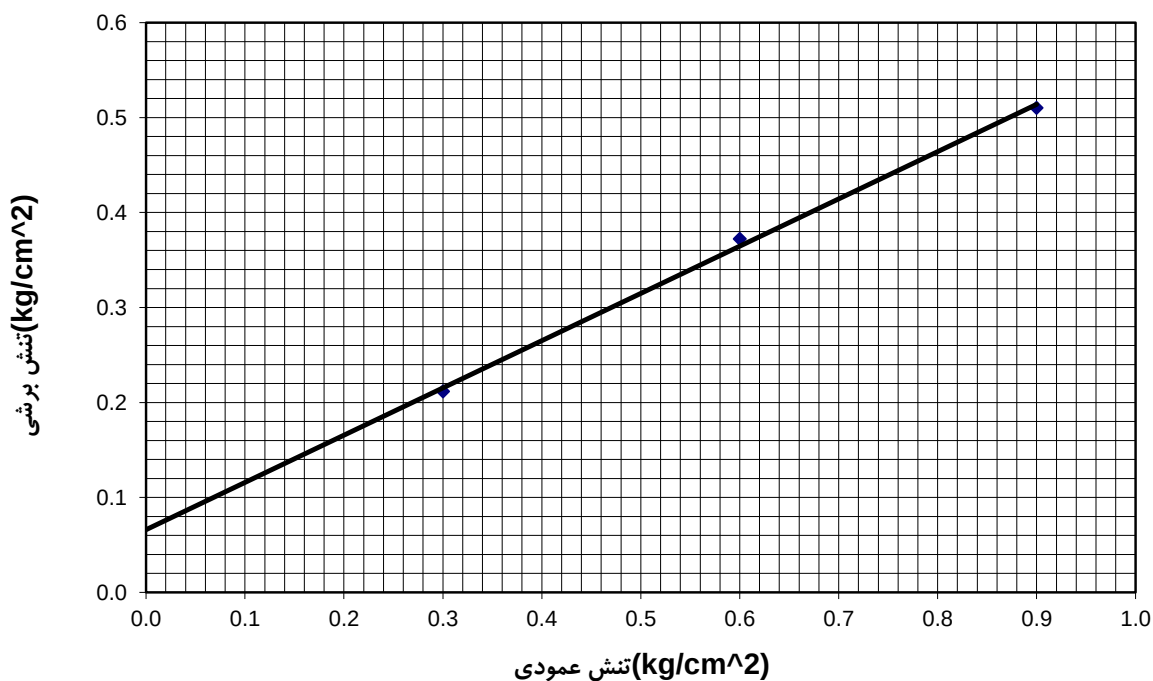
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

(نتایج آزمایش برش مستقیم)

استاندارد BS 1377 - Part 7

نام پروژه:	هنرستان معین ایرانیان	برش مستقیم بزرگ:	☐	برش مستقیم کوچک:	☒
مقتضی:	مؤسسه خیریه هم ره افق قریب	تحکیم یافته:	☒	تحکیم نیافته:	☐
شماره کار:	۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰	نمونه دست خورده:	☒	اشباع شده:	☒
نام گمانه:	BH2	نمونه دست نخورده:	☐	رطوبت طبیعی:	☐
شماره نمونه:	۵۰۵	سرعت دستگاه:	0.08 mm/min	رطوبت ریمولد:	☒
عمق نمونه:	۰ تا ۳	ابعاد نمونه:	10 * 10 * 3.3 cm		

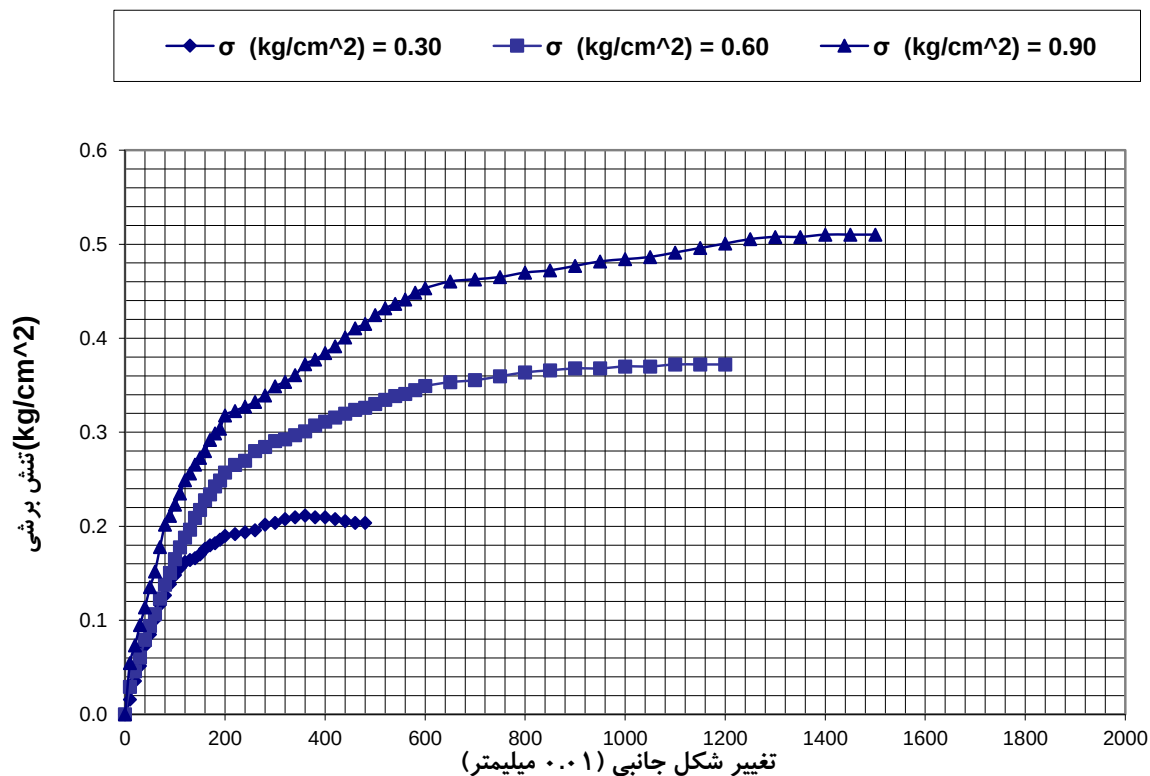
پارامترهای مقاومت برشی خاک		تنش برشی در لحظه شکست		تنش عمودی		وزن مخصوص خاک		درصد رطوبت نمونه	
ϕ'	C'	τ	σ_n	γ_d	γ	بعد از آزمایش	قبل از آزمایش		
deg	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	gr/cm ³	gr/cm ³	%	%		
26	0.07	0.212	0.30	1.74	1.98	17.6	13.8		
		0.372	0.60	1.74	1.98	18.3	13.8		
		0.510	0.90	1.74	1.98	18.6	13.8		



منحنی تنش - تغییر شکل جانبی آزمایش برش مستقیم

استاندارد BS 1377 - Part 7

نام پروژه:	هنرستان معین ایرانیان	برش مستقیم بزرگ:	☐	برش مستقیم کوچک:	☒
متقاضی:	مؤسسه خیریه هم ره افق قریب	تحکیم یافته:	☒	تحکیم نیافته:	☐
شماره کار:	۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰	نمونه دست خورده:	☒	اشباع شده:	☒
نام گمانه:	BH2	نمونه دست نخورده:	☐	رطوبت طبیعی:	☐
شماره نمونه:	۵۰۵	سرعت دستگاه:	0.08 mm/min	رطوبت ریمولد:	☒
عمق نمونه:	۰ تا ۳	ابعاد نمونه:	10 * 10 * 3.3 cm		





مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

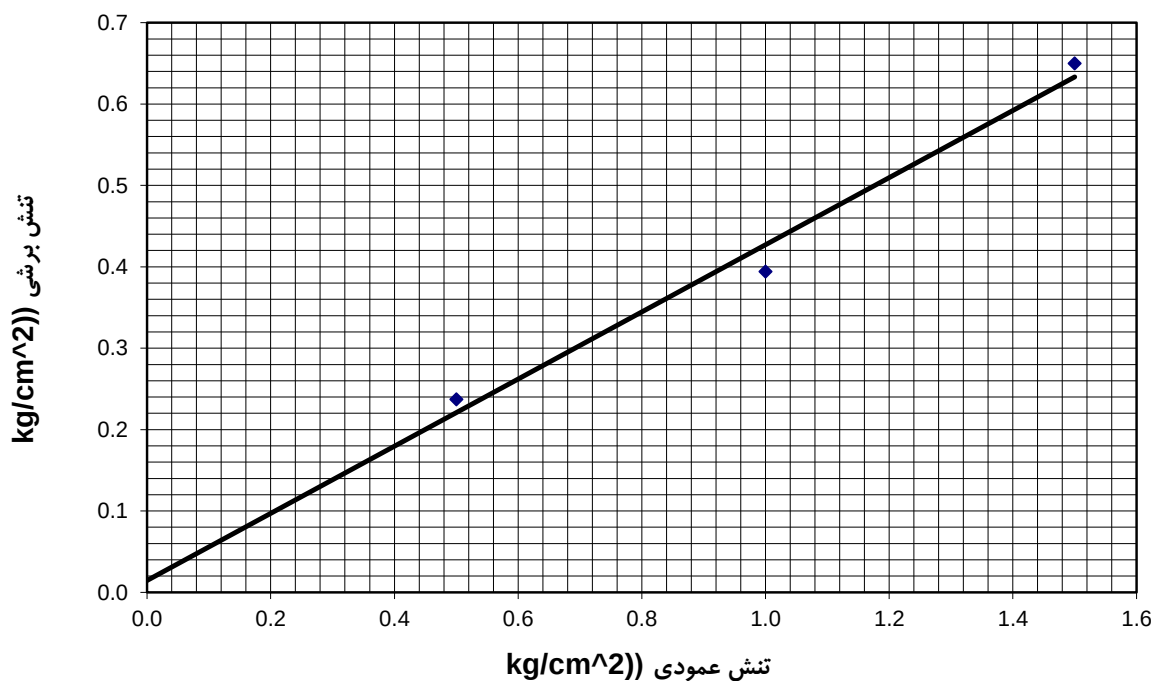
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

(نتایج آزمایش برش مستقیم)

استاندارد BS 1377 - Part 7

نام پروژه:	هنرستان معین ایرانیان	برش مستقیم بزرگ:	☐	برش مستقیم کوچک:	☒
مقناضی:	مؤسسه خیریه هم ره افق قریب	تحکیم یافته:	☒	تحکیم نیافته:	☐
شماره کار:	۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰	نمونه دست خورده:	☒	اشباع شده:	☒
نام گمانه:	BH2	نمونه دست نخورده:	☐	رطوبت طبیعی:	☐
شماره نمونه:	۵۰۶	سرعت دستگاه:	0.08 mm/min	رطوبت ریمولد:	☒
عمق نمونه:	۵.۴ تا ۳	ابعاد نمونه:	10 * 10 * 3.3 cm		

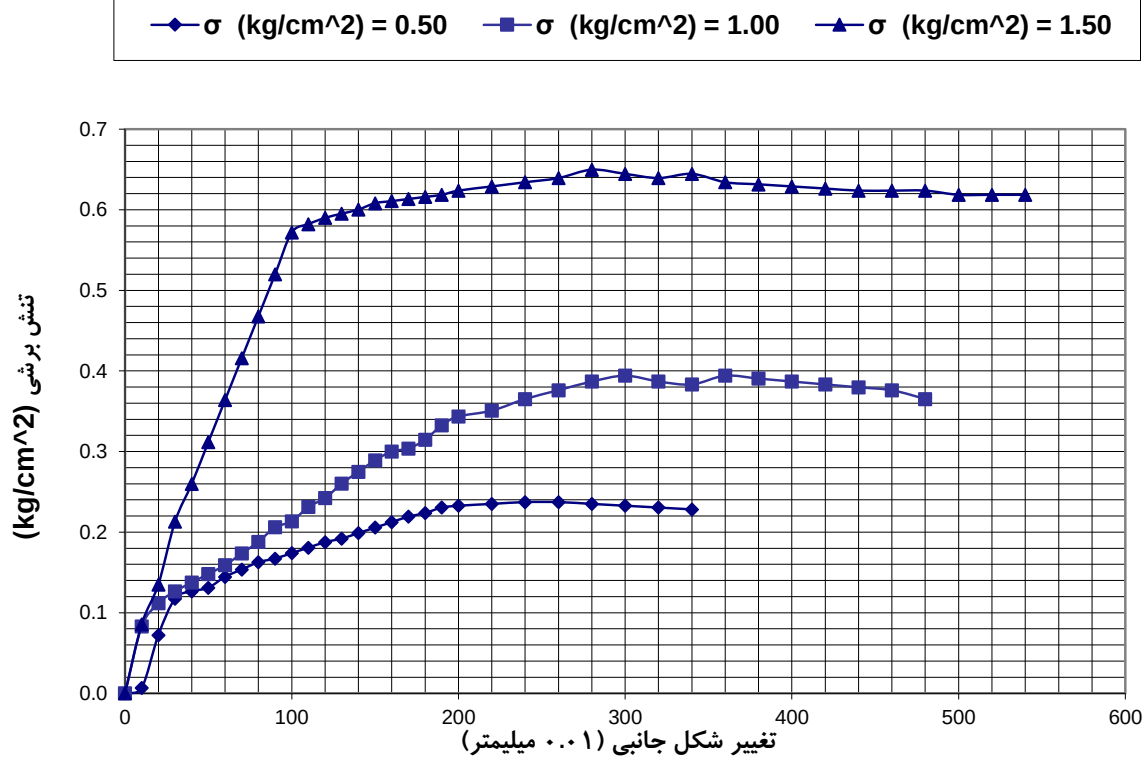
پارامترهای مقاومت برشی خاک		تنش برشی در لحظه شکست		تنش عمودی		وزن مخصوص خاک		درصد رطوبت نمونه	
ϕ'	C'	τ	σ_n	γ_d	γ	بعد از آزمایش	قبل از آزمایش		
deg	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	gr/cm ³	gr/cm ³	%	%		
22	0.01	0.237	0.50	1.72	1.92	14.9	11.7		
		0.394	1.00	1.72	1.92	14.5	11.7		
		0.650	1.50	1.72	1.92	14.7	11.7		



منحنی تنش - تغییر شکل جانبی آزمایش برش مستقیم

استاندارد BS 1377 - Part 7

نام پروژه:	هنرستان معین ایرانیان	برش مستقیم بزرگ:	☐	برش مستقیم کوچک:	☒
مقتضای:	مؤسسه خیریه هم ره افق قریب	تحکیم یافته:	☒	تحکیم نیافته:	☐
شماره کار:	۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰	نمونه دست خورده:	☒	اشباع شده:	☒
نام گمانه:	BH2	نمونه دست نخورده:	☐	رطوبت طبیعی:	☐
شماره نمونه:	۵۰۶	سرعت دستگاه:	0.08 mm/min	رطوبت ریمولد:	☒
عمق نمونه:	۳ تا ۵.۴	ابعاد نمونه:	10 * 10 * 3.3 cm		



پیوست شماره ۷:

نتایج آزمایشات شیمیائی خاک



مهندسين مشاور ژئوتكنيك و مقاومت مصالح

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک بیستون

(نتایج آزمایشات شیمیائی خاک)

شماره کار: ۰۱/۰۳/۰۲/۰۷/۹۹۱۸۱۰

پروژه: هنرستان معین ایرانیان

متقاضی: مؤسسه خیریه هم‌ره افق قریب

ردیف	گمانه	عمق (m)	سولفات (%)	کلر (%)	pH
۱	BH1	۰/۵-۱	۰/۱۰	۰/۰۲	۷/۹۸
۲	BH2	۱-۱/۵	۰/۱۲	۰/۰۳	۸/۱۴