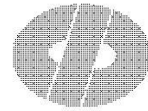


تاریخ: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱

جمهوری اسلامی ایران

شماره: ۱۶۶۵۷۲ / ۵۲۶ / ص آ

وزارت راه و شهرسازی



TSML

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک  
استان مازندران



مهار تورم و رشد تولید

باسمه تعالی



مدیر عامل محترم شرکت توسعه برق و انرژی غدیر

موضوع: ارسال گزارش ژئوتکنیک و نتایج آزمایشات نیروگاه زیم آور ساری

سلام علیکم

با احترام، بازگشت به قرارداد شماره GMZ/۱۴۰۲/۲۹ مورخ ۱۴۰۲/۰۹/۲۱ و پیرو نامه ارسال گزارش ژئوتکنیک گمانه‌های BH۱۵ و BH۱۶ به شماره ۵۲۶/۱۶۴۲۰۰/ص آ مورخ ۱۴۰۲/۱۰/۲۷، یک نسخه گزارش مطالعات مکانیک خاک و ژئوتکنیک از گمانه‌های BH۱ و BH۲ در محل ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی ۱۵۰ مگاواتی زیم آور ساری و نتایج آزمایشات دانه بندی و مهندسی گمانه‌های BH۳ و BH۴ و BH۵ در محل ساختگاه اتاق توربین بخار، سیستم حرارت مرکزی و ساختمان کنترل مرکزی به انضمام یک نسخه لوح فشرده گزارش و یک برگ فرم نظرخواهی به پیوست ارسال می‌دارد. خواهشمند است پس از تکمیل فرم نظرخواهی نسبت به اعاده آن اقدام فرمایید.

علی کریمی بنائی  
مدیر کل



وزارت راه و شهر سازی  
شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک  
مدیریت استان مازندران

## گزارش مطالعات مکانیک خاک و ژئوتکنیک

ساختگاه توربین های اصلی پروژه نیروگاه سیکل ترکیبی 150  
مگاواتی زیم آور ساری

کارفرما:

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر

شماره کار:

070021856

تاریخ	تصویب	تائید	بررسی	تهیه	شرح	نسخه
1402/10/30	علی کریمی بنایی	احمد باقر لقب شفیعی	احمد باقر لقب شفیعی	مرتضی حسن منصوری	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیم آور ساری	Rev. 00

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مشخصات کلی پروژه		نام متقاضی		شماره کار	نوع پروژه	عمق استقرار پی	ابعاد زمین	آدرس - تلفن	
شرکت توسعه برق و انرژی غدیر		070021856	نیروگاه	0/8	22x4/7	توربین های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری			
نوع		دستی (TP)			ماشینی (BH)				
تعداد									
عمق (متر)									
اختلاف تراز									
سطح آب									
عمق سنگ									
گمانه ها									
تعداد آزمایش ها									
صحرایی و ژئوفیزیک		دانسیته در محل			اس. پی. تی			بارگذاری صفحه ای	
-		-			47			-	
آزمایشگاهی		دانه بندی			تراکم			درصد رطوبت	
50		-			33			48	
Gs		تحکیم			نفوذپذیری			پین هول	
5		5			-			-	
فیزیکی		طبقه بندی خاک			دانسیته خشک (g/cm <sup>3</sup> )			درصد رطوبت	
CL, CH, ML		1/49-1/63			21-33/1			Pt6-27, LL: 23-51	
مکانیکی		اس. پی. تی			مدول الاستیسیته			مدول عکس العمل بستر	
11-35		50-100			0/033			0/45-0/50	
شیمیایی		درصد سولفات			درصد کلر			pH	
0/02-0/05		0/06-0/56			8/3-8/6				
پارامترهای طراحی		زمان تناوب (ثانیه)			متوسط سرعت موج برشی (در صورت انجام دان هول) - متر بر ثانیه				
T <sub>0</sub>		T <sub>s</sub>			S			S <sub>0</sub>	
0.15		0.7			1.75			1.1	
پارامتر		پی مربعی			پی نواری				
B = 2.5		B = 2			B = 1.5			B = 2, L/B=20	
q								B=2, L/B=5	
s								B=1.5, L/B=5	
k <sub>s</sub>								B=4/7, L=22	
نوع سیمان مصرفی		نوع شالوده			پی عمیق			خاک مساله دار	
تیپ II		گسترده			نیاز ندارد			نیاز به بهسازی زمین	
تیپ III								عمق مجاز گودبرداری	
ندارد								عمق مجاز گودبرداری	

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	پیشگفتار
4	1- مشخصات عمومی پروژه
4	1-1- اهداف مطالعات ژئوتکنیک
4	1-2- محدودیت‌ها
5	1-3- مشخصات کلی طرح
8	2- زمین شناسی عمومی منطقه
8	1-2- پهنه بندی
10	2-2- لرزه خیزی عمومی منطقه
14	3- کاوش های صحرایی و شناسایی های تحت الارضی
14	1-3- عملیات حفاری
14	2-3- آزمایش های صحرایی و برجا
15	1-2-3- آزمایش نفوذ استاندارد
15	2-2-3- آزمایش دانهول
17	3-3- سطح آب زیر زمینی
19	4- آزمایش های آزمایشگاهی
19	1-4- مقدمه

19	2-4- آزمایش دانه بندی و هیدرومتری
20	3-4- آزمایش حدود اتربرگ
20	4-4- درصد رطوبت
21	5-4- آزمایش برش مستقیم
21	6-4- آزمایش سه محوری
22	7-4- آزمایش تک محوری
22	8-4- آزمایش تعیین چگالی ذرات جامد خاک ( $G_s$ )
23	9-4- آزمایش تحکیم
24	10-4- آزمایش های شیمیایی
27	5- پارامترهای مهندسی خاک
27	1-5- توصیف و طبقه بندی خاک
27	1-1-5- لایه خاک ریزدانه
27	2-5- پارامترهای طراحی خاک
30	6- محاسبات
30	1-6- ملاحظات آئین نامه ای
32	2-6- تعیین ظرفیت باربری پی های سطحی
34	3-6- تخمین میزان نشست پی ها

35	6-3-1- نشست آنی
36	6-3-2- نشست تحکیمی
37	6-4- ضریب عکس العمل قائم بستر
38	6-5- ارائه ضرایب فشار جانبی خاک
39	6-5-1- فشار خاک در حالت سکون، محرک و مقاوم
39	6-5-2- فشار جانبی خاک در حالت گسیختگی
49	6-6- بررسی پتانسیل روانگرایی
51	7- جمع بندی و توصیه‌های فنی
47	7-1- تعیین نوع زمین ناحیه مورد مطالعه و ضرایب زلزله
48	7-2- تعیین نوع سیمان مصرفی
53	7-3- عمق یخبندان
54	7-4- توصیه‌های فنی
53	منابع
54	پیوست‌ها
59	پیوست 1
60	کروکی محل پروژه
61	پیوست 2
62	آلبوم تصاویر

65	پیوست 3
66	جدول
67	پیوست 4
68	نتایج آزمایش‌های صحرایی
78	پیوست 5
79	نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی
148	پیوست 6
149	نمودار گمانه‌ها
157	پیوست 7
158	نمودار تغییرات بار-نشست برای پی



## فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
6	شکل 1-1: موقعیت جغرافیایی و تصویر هوایی محدوده پروژه
9	شکل 1-2: نقشه زمین شناسی منطقه
11	شکل 2-2: جانمایی گسل‌های خزر و شمال البرز بر روی نقشه ماهواره‌ای
16	شکل 1-3: تصویری شماتیک از نحوه انجام آزمایش SPT
40	شکل 1-6: گوه گسیختگی مورد استفاده در روش رانکین

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
14	جدول 1-3: مشخصات گمانه‌های ماشینی
15	جدول 2-3: آزمایش‌های صحرایی و برجا
17	جدول 3-3: توصیف کیفی لایه‌های خاک
19	جدول 1-4: مشخصات آزمایش‌های آزمایشگاهی
21	جدول 2-4: نتایج آزمایش برش مستقیم
22	جدول 3-4: خلاصه نتایج آزمایش سه محوری
22	جدول 4-4: خلاصه نتایج آزمایش تک محوری
23	جدول 5-4: نتایج آزمایش‌های تعیین چگالی ویژه ذرات جامد خاک (GS)
24	جدول 6-4: خلاصه نتایج آزمایش تحکیم
29	جدول 7-4: نتایج آزمایش‌های شیمیایی خاک
28	جدول 1-5: مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی
31	جدول 1-6: وضعیت تنش محاسبه شده زیر پی در مقایسه با ظرفیت باربری
32	جدول 2-6: حداقل ضریب اطمینان به روش تنش مجاز در شرایط لرزه ای
32	جدول 3-6: ضرایب بار و مقاومت در شرایط لرزه ای برای روش ضرایب بار و مقاومت
38	جدول 4-6: ظرفیت باربری، نشست و ضریب عکس العمل قائم بستر انواع پی‌ها
42	جدول 5-6: مقادیر $K_A$
43	جدول 6-6: مقادیر $K_P$
44	جدول 7-6: مقادیر ضرایب فشار جانبی خاک
47	جدول 1-7: پارامترهای مربوط به تعیین ضریب بازتاب
47	جدول 2-7: تغییرات عمق یخبندان نسبت به دما

## پیشگفتار

این گزارش بنا به قرارداد شماره GMZ/1402/29 مورخ 1402/09/21 شرکت توسعه برق و انرژی غدیر پیرامون مطالعات مکانیک خاک و ژئوتکنیک در محل ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیرم آور ساری تهیه شده است.

پس از هماهنگی با نماینده محترم کارفرما (جناب آقای مهندس مرادی) در تاریخ 1402/09/13 از محل پروژه بازدید به عمل آمد و محل گمانه‌ها بر روی زمین تعیین و تحویل نماینده شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک شد، براین اساس اکیپ حفاری در تاریخ 1402/09/16 در محل گمانه‌ها مستقر و عملیات حفاری آغاز گردید.

در حین حفاری گمانه‌های ماشینی نمونه برداری و آزمایش‌های صحرائی انجام و پس از آن آزمون‌های آزمایشگاهی جهت تعیین خصوصیات فیزیکی، مقاومتی و تغییر شکل‌پذیری لایه‌های زیر سطحی با توجه به شرایط لایه‌بندی زمین و شرح خدمات درخواستی انجام گردیده است. بر اساس نتایج حاصله، پارامترهای مربوط به وضعیت لایه‌های خاک تعیین و ظرفیت باربری ایمن<sup>1</sup> و تخمین میزان نشست<sup>2</sup> پی، ضرایب فشار جانبی<sup>3</sup> خاک، ضریب عکس العمل قائم بستر<sup>4</sup>، طبقه‌بندی نوع زمین، نوع سیمان مصرفی در پی و برخی توصیه‌های فنی مرتبط با پروژه ارائه گردیده است. در این گزارش موارد فوق الذکر در 7 فصل به شرح زیر ارائه شده است:

- مشخصات عمومی پروژه
- زمین شناسی عمومی منطقه


---

<sup>1</sup> - Bearing Capacity


<sup>2</sup> - Settlement

<sup>3</sup> - Lateral Pressure

<sup>4</sup> - Modulus of Subgrade Reaction


Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیم آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	<b>شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک</b> <b>مدیریت استان مازندران</b>

- کاوش‌های صحرایی و شناسایی‌های تحت الارضی
- آزمایش‌های آزمایشگاهی
- پارامترهای مهندسی خاک
- محاسبات
- جمع بندی و توصیه‌های فنی

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

## فصل اول:

# مشخصات عمومی پروژه

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

## 1 - مشخصات عمومی پروژه

این فصل در برگیرنده اهداف مطالعات، مشخصات کلی و موقعیت جغرافیایی پروژه می‌باشد که در ادامه نسبت به شرح موارد پرداخته شده است.


### 1-1 - اهداف مطالعات ژئوتکنیک

مطالعات و بررسی‌های انجام شده در محل پروژه بر اساس شرح خدمات درخواستی کارفرما محترم (قرارداد شماره GMZ/1402/29 مورخ 1402/09/21) و انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی جهت دستیابی به اهداف ذیل صورت پذیرفت:

- ☞ تعیین نوع، ضخامت و قوام لایه‌های خاک
- ☞ تعیین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه‌های خاک
- ☞ تعیین و ارائه مقاومت ایمن و تخمین میزان نشست پی
- ☞ تعیین ضرایب فشار جانبی خاک
- ☞ برآورد ضریب عکس‌العمل قائم بستر خاک
- ☞ تعیین طبقه بندی نوع زمین و شتاب مبنای طرح
- ☞ تعیین خصوصیات شیمیایی خاک

### 1-2 - محدودیت‌ها

گزارش حاضر، متعاقب مذاکرات شفاهی و قرارداد شماره GMZ/1402/29 مورخ 1402/09/21 کارفرما تهیه گردیده است و می‌بایست براساس شرایط و محدودیت‌های ذکر شده در توافق شفاهی با کارفرما مورد استفاده قرار گیرد. مشاهدات و نتیجه‌گیری‌های مندرج در گزارش فقط در محدوده خدمات ذکر شده در مذاکرات و قرارداد کارفرما تنظیم شده‌اند. این آزمایشگاه تنها مسئول مطالعات،

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

بررسی‌ها و آزمایش‌های مشخص شده در مذاکرات با کارفرما می‌باشد و مسئولیتی در قبال شرایط و نتیجه‌گیری‌هایی که نیازمند انجام خدمات خارج از چهار چوب فوق الذکر هستند، ندارد.


گزارش ارائه شده منعکس کننده شرایط ساختگاه بر مبنای مشاهدات و نتایج بدست آمده در زمان تهیه گزارش می‌باشد. گذشت زمان ممکن است منجر به تغییراتی در شرایط ساختگاه و مشخصات فنی پروژه (نوع کاربری، تعداد طبقات، عمق استقرار و ...) گردد به گونه‌ای که نتایج و توصیه‌های گزارش موجود را تغییر دهد. بنابراین کلیه استفاده‌کنندگان از پروژه می‌بایست در نظر داشته باشند که این آزمایشگاه مسئولیتی در قبال تغییرات مشاهده شده بعد از زمان آماده کردن گزارش ندارد.

### 1-3 - مشخصات کلی طرح

پروژه مذکور مربوط به ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر واقع در شهرستان ساری می‌باشد. مشخصات کلی پروژه، طی نامه شماره 526/156219/ص آ مورخ 1402/10/13 از کارفرما محترم درخواست گردید که این اطلاعات طی نامه شماره GMZ/1402/39 مورخ 1402/10/17 از سوی کارفرما محترم به شرح ذیل اعلام گردید:

وزن هر توربین حدود 305 تن در ابعاد 22 متر طول، 4/7 متر عرض و 5/3 متر ارتفاع و همچنین عمق استقرار پی در حدود 80 سانتیمتر می‌باشد.

در حال حاضر زمین محل پروژه از غرب به مسیر دسترسی به جاده ساری-فرح آباد، از جنوب، شمال و شرق به زمین‌های کشاورزی محدود می‌گردد. در شکل 1-1، موقعیت جغرافیایی و تصویر هوایی از محل مورد مطالعه نمایش داده شده است.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر سازی	
شماره کار: 070021856	کارفرما : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران




شکل 7-7: موقعیت جغرافیایی و تصویر هوایی محدوده پروژه



## **فصل دوم:**

# **زمین شناسی عمومی منطقه**


Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

## 2- زمین شناسی عمومی منطقه

### 2-1- پهنه بندی

محل مورد مطالعه از نظر تقسیمات زمین شناسی کواترنر دریای خزر بخشی از زون " کرانه ای میان نکا- علمده " محسوب می شود. این زون از نهشته های کواترنر تشکیل شده و تا آمل ، بابل ، قائمشهر و ساری گسترش دارد. نهشته های کرانه ای این بخش تا 35 کیلومتری دریا نیز ادامه داشته که از نظر الگو ساختاری همانند نهشته های کرانه ای شهر رشت بوده و بطور عمده در مخروط افکنه رودخانه ها ( مانند هراز ، تالار ، تجن و ... ) جای دارد . در ورقه ساری نهشته های جوان با سن کواترنر پسین را بیشتر میتوان در پهنه های پست و هموار حاشیه دریا و یا دامنه های مشرف به آنها ردیابی نمود . نهشته های مذکور بر پایه منشاء شکل گیری به دو بخش عمده قابل تفکیک است . نهشته های آبرفتی و بادرفتی در محدوده درون بومی ( In-land zone ) و نهشته های دریایی در پهنه های ساحلی ( Costal zone ) مقایسه این دو نهشته نشان میدهد که در محدوده مورد مطالعه ، نهشته های درون بومی از تنوع و گسترش بیشتری برخوردار است.


محل پروژه بر اساس نتایج حفاری 2 گمانه تا عمق حداکثر 50 متر از نظر رسوب شناسی مورد مطالعه قرار گرفت. بر پایه این مطالعات ، زمین محل پروژه از رسوبات ریزدانه متشکل از رس با خاصیت خمیری کم (CL) و لای (ML) تشکیل شده است. تشکیلات رسوبی منطقه از نظر سن یابی متعلق به زمان کواترنر و اشکوب نئوکاسپین می باشد.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	<b>شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک</b> <b>مدیریت استان مازندران</b>

به علت پوشیده بودن منطقه از رسوبات جوان امکان شناسایی گسل‌های احتمالی وجود نداشته ولی باید توجه داشت که رویداد زمین لرزه های سده بیستم در گستره استان مازندران و همچنین فعالیت گسلها و خطواره های ساحلی جنبا در این منطقه نشانگر پهنه ای لرزه خیز است که هر لحظه احتمال وقوع زمین لرزه ای ویرانگر در آن وجود دارد . تاریخچه لرزه خیزی در استان مازندران نشان می‌دهد که زمین‌لرزه های سده بیستم در گستره این استان بیشتر در بخش‌های مرکزی، شرقی و شمال‌شرقی آن و در اثر عملکرد گسل‌های شمال البرز ، خزر ، خطواره های بابل و آمل روی داده‌اند.



شکل 1-2: نقشه زمین شناسی منطقه

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

## 2-2 - لرزه خیزی عمومی منطقه

دو مورد از گسل‌های اصلی و مهم مازندران از نظر لرزه خیزی ذیلاً مورد بررسی بیشتر قرار گرفته اند.

### گسل خزر (البرز)

این گسل در یک مرز ساختاری در حاشیه جنوبی خزر با درازای بیش از 600 کیلومتر است. گسل خزر با راستای خاوری - باختری، شیب به سوی جنوب و سازوکار فشاری، در شمال کوه‌های البرز و جنوب دشت کرانه‌ای مازندران قرار دارد. اختلاف ارتفاع شدید و ناگهانی میان دریای خزر (با ارتفاع نزدیک به 28 متر زیر سطح دریاها آزاد) و یال شمالی رشته کوه‌های البرز با ارتفاع نزدیک به 2000 متر، به سبب عملکرد گسل خزر است. گسل خزر گسلی است بنیادی و جنبه که رخداد زمینلرزه‌های دستگاهی زیر در نتیجه فعال شدن این گسل رویداده است (بربریان، 1994):


- زمینلرزه 12 نوامبر 874 میلادی گرگان با بزرگای  $M_s = 6.0$

- زمینلرزه 1436 میلادی گرگان با بزرگای  $M_s = 5.3$

- زمینلرزه 1470 میلادی گرگان با بزرگای  $M_s = 5.5$

- زمینلرزه 1498 میلادی گرگان با بزرگای  $M_s = 6.5$

- زمینلرزه 3 فوریه 1678 میلادی لاهیجان با بزرگای  $M_s = 6.5$

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران


- زمینلرزه سال 1809 میلادی آمل با بزرگای  $M_s = 6.5$

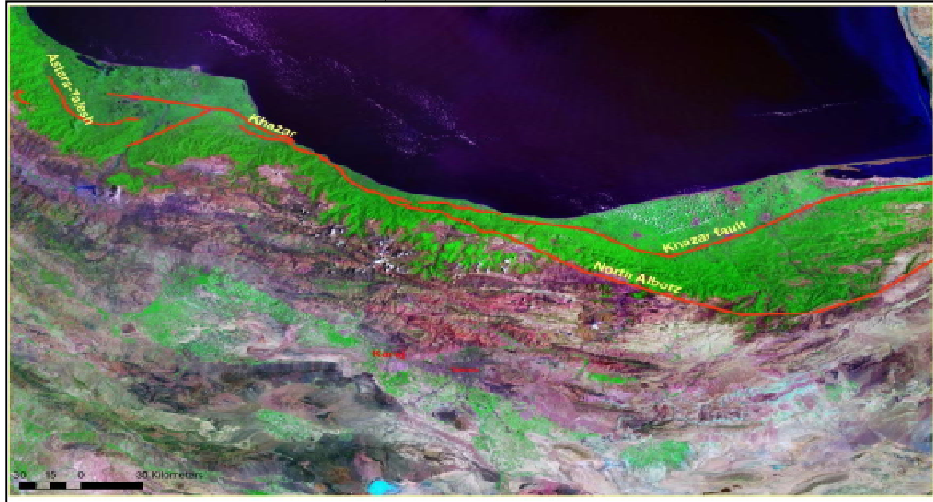
شاه پسند زاده و زارع (1374) زمینلرزه ویرانگر 15 اوت 1485 میلادی (25 مرداد 864 هجری شمسی) در منطقه دیلمستان واقع در مازندران - گیلان را نیز به این گسل نسبت داده‌اند.

### گسل شمال البرز


گسل شمال البرز به صورت گسلی معکوس-رانده با شیبی به سمت جنوب خاور تا جنوب باختر از علی آباد گرگان تا نزدیکی تنکابن گسترش داشته که از دو روند ساختاری شمال خاوری-جنوب باختری و شمال باختری-جنوب خاوری تشکیل شده است (شاه پسند زاده، زارع، 1374). روند کلی این گسل به موازات گسل خزر می‌باشد و در 10 - 12 کیلومتری غرب چالوس به این گسل می‌پیوندد. با توجه به قرار گرفتن رو مرکز مهلرزه‌ای چندین زمین لرزه تاریخی و سده بیستم بر روی این گسل، می‌توان آن را گسلی جنباً و لرزه خیز دانست. به عقیده بربریان (1994) زمینلرزه 1127 میلادی در گستره فریم - چهاردانگه با بزرگای  $M_s = 6.8$  حاصل فعالیت گسل شمال البرز بوده است.

نزدیکترین گسل شناخته شده به محل پروژه، گسل بهشهر می باشد که دارای 105 کیلومتر طول گسل و 31 کیلومتر طول گسیختگی بوده و از 2 کیلومتری شهر ساری عبور می کند.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران




شکل 2-2- جانمایی گسل‌های خزر و شمال البرز بر روی نقشه ماهواره‌ای

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

## فصل سوم:

# کاوش‌های صحرائی و

# شناسایی‌های تحت‌الارضی

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

### 3 - کاوش‌های صحرایی و شناسایی‌های تحت‌الارضی

#### 3-1-1 - عملیات حفاری

به منظور تعیین نوع و ضخامت لایه‌های خاک، عملیات حفاری به صورت ماشینی انجام و با توجه به نوع خاک نمونه‌گیری بصورت دست‌خورده<sup>1</sup> و دست‌نخورده<sup>2</sup> از لایه‌های مختلف جهت آزمایش‌های مورد نیاز انجام گردیده است. مشخصات گمانه‌های حفاری شده در جدول 3-1 و منتخبی از تصاویر عملیات حفاری در پیوست 2 ارائه شده است.

جدول 3-7: مشخصات گمانه‌های ماشینی

مختصات		اختلاف تراز* (m)	تراز برخورد به سنگ (m)	تراز سطح آب (m)	عمق (m)	روش حفاری	گمانه
X	Y						
687722	4067087	صفر	ندارد	1	50	دورانی	BH1
687723	4067115	صفر	ندارد	1	50	دورانی	BH2


\* اختلاف ترازها نسبت به سطح زمین اطراف محل پروژه ارائه گردیده است.

#### 3-2-2 - آزمایش‌های صحرایی و برجا

مطابق شرح خدمات پروژه حاضر، آزمایش‌های صحرایی و برجا به شرح موارد مندرج در جدول 3-2 انجام گردید که خلاصه‌ای از نتایج و شرح هر یک از آزمایش‌ها در ادامه ارائه شده است.

1- Disturbed Sample  
2- Undisturbed Sample



Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

جدول 2-3: آزمایش‌های صحرایی و برجی

ردیف	نام آزمایش	استاندارد انجام آزمایش	محل انجام آزمایش	عمق (m)
1	آزمایش نفوذ استاندارد	ASTM D1586 EN ISO 22476-3	گمانه‌های ماشینی	هر 2 متر
2	آزمایش پرسیومتر	ASTM D4719	BH1	صفر تا 50 متر

### 3-2-1 - آزمایش نفوذ استاندارد


آزمایش نفوذ استاندارد<sup>1</sup> مطابق با استاندارد ASTM D1586 به منظور ارزیابی دانسیته نسبی<sup>2</sup> در خاک‌های درشت‌دانه و قوام<sup>3</sup> در خاک‌های ریزدانه بوده و در نهایت به عنوان نشانه‌ای از مقاومت خاک محل در شرایط طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در اعماق مختلف گمانه‌ها انجام شده است. اساس آزمایش بر سقوط یک چکش به وزن 63/5 کیلوگرم از ارتفاع 76 سانتیمتر و تعداد ضرباتی که باعث نفوذ 30 سانتیمتر از طول لوله‌ای به قطر خارجی 50 میلیمتر و قطر داخلی 35 میلیمتر می‌گردد، قرار دارد.

با توجه به بند 1.5 استاندارد ASTM D1586، قابلیت انجام آزمایش SPT با کفشک استاندارد محدود به خاک‌هایی با حداکثر اندازه دانه‌ها معادل نصف قطر داخلی کفشک (در حدود 17/5 میلی‌متر) می‌باشد، انجام آزمایش SPT در خاک‌های حاوی شن درشت دانه، قلوه سنگ و تخته سنگ می‌تواند نتایج گمراه کننده‌ای به همراه داشته باشد که این مسئله به دلیل امکان قرارگرفتن

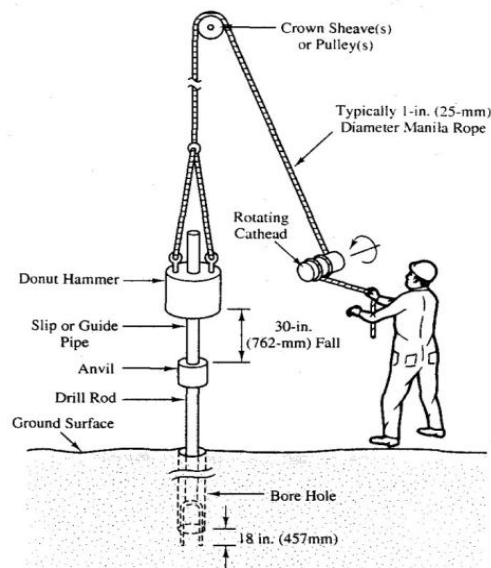
<sup>1</sup> - Standard Penetration Test

<sup>2</sup> - Relative Density

<sup>3</sup> - Consistency

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران


دانه‌های شن درشت یا سنگ در مسیر نفوذ میله آزمایش نفوذ استاندارد می‌باشد. در شکل 1-3 نمای شماتیک از نحوه انجام آزمایش SPT ارائه شده است.



شکل 1-3: تصویری شماتیک از نحوه انجام آزمایش SPT

نتایج آزمایش‌های SPT در نمودار گمانه‌ها نشان داده شده است. با توجه به نتایج آزمایش فوق، توصیف کیفی خاک محل بر اساس دستورالعمل FHWA NHI-01-031<sup>1</sup> در جدول 3-3 و نمودار تغییرات اعداد SPT با عمق نیز در پیوست 4 ارائه شده است.

<sup>1</sup> مطابق ضوابط دستورالعمل مذکور، به منظور توصیف لایه‌ها نیازی به اصلاح عدد نفوذ استاندارد بر اساس فشار سربار نمی‌باشد.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

جدول 3-3: توصیف کیفی لایه‌های خاک

توصیف کیفی لایه‌های خاک		عمق گمانه (m)	گمانه
دانسیتة نسبی	قوام		
-	سفت	0 - 3	BH1
-	خیلی سفت	3-50	BH1
-	خیلی سفت	0-10	BH2
-	سفت	10-22	BH2
-	خیلی سفت	22-50	BH2

### 3-3 - سطح آب زیر زمینی


به منظور اندازه‌گیری سطح آب در محل پروژه، سطح آب در گمانه‌های BH1 و BH2 در تاریخ‌های

1402/09/20 و 1402/10/07، قرائت شد. مطابق این اندازه‌گیری‌ها سطح آب در محل گمانه‌ها در

حدود یک متری قرار داشت.

## **فصل چهارم:**

# **آزمایش‌های آزمایشگاهی**

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

#### 4 - آزمایش‌های آزمایشگاهی

##### 4-1 - مقدمه


جهت تکمیل مطالعات شناسایی و به‌منظور دستیابی به خصوصیات فنی مصالح تحت‌الارضی محل پروژه آزمایش‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی بر روی نمونه‌های منتخب انجام گرفته است. در جدول 4-1 آزمایش‌های آزمایشگاهی انجام شده همراه با شماره استاندارد مربوطه ارائه گردیده است.

جدول 4-7: مشخصات آزمایش‌های آزمایشگاهی

نام آزمایش	استاندارد انجام آزمایش	ملاحظات
دانه‌بندی و هیدرومتری	ASTM D5519	برای دانه‌بندی خاک‌های بزرگتر از الک 3 اینچ
	ASTM D6913	برای دانه‌بندی خاک‌های با اندازه بین الک 3 اینچ و الک شماره 200
	ASTM D7928	برای دانه‌بندی کوچکتر از الک شماره 200
حدود اتربرگ	ASTM D4318	برای مصالح عبوری از الک شماره 40
درصد رطوبت	ASTM D2216	
برش مستقیم	ASTM D3080	
تک محوری	ASTM D2166	
سه محوری UU	ASTM D2850	
تعیین $G_s$	ASTM D854	
تحکیم	ASTM D2435	
مقدار کلر خاک	BS 1377-3	
مقدار سولفات خاک	BS 1377-3	
تعیین میزان pH	BS 1377-3	

##### 4-2 - آزمایش دانه بندی و هیدرومتری

بطور کلی آزمایش‌های شناسایی خاک‌ها شامل آزمایش‌های دانه‌بندی، هیدرومتری، حدود اتربرگ و طبقه‌بندی می‌باشد. در آزمایش دانه‌بندی، دامنه اندازه ذرات موجود در خاک و توزیع وزنی آنها بر حسب درصدی از وزن کل خشک خاک تعیین می‌گردد. آزمایش دانه‌بندی مکانیکی برای خاک‌های با

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران


قطر ذرات بزرگتر از 0/075 میلی‌متر و با لرزاندن نمونه خاک بر روی یک سری الک و آزمایش هیدرومتری برای دانه‌بندی خاک‌هایی با قطر ذرات کوچک‌تر از 0/075 میلی‌متر و بر پایه اصول ته‌نشینی دانه‌های خاک در آب انجام می‌گردد. در این پروژه آزمایش دانه‌بندی و هیدرومتری بر روی 50 نمونه منتخب اخذ شده از گمانه‌های ماشینی انجام گردید. جهت دانه‌بندی خاک، از استاندارد ASTM D5519 برای دانه‌بندی خاک‌های بزرگتر از الک 3 اینچ، استاندارد ASTM D6913 برای دانه‌بندی خاک‌های با اندازه بین الک 3 اینچ و الک شماره 200 و استاندارد ASTM D7928 برای دانه‌بندی کوچکتر از الک شماره 200 استفاده شده است. نتایج بدست آمده در پیوست 5 ارائه شده است.

#### 3-4 - آزمایش حدود اتربرگ

این آزمایش‌ها شامل آزمایش حد روانی و حد خمیری مطابق استاندارد ASTM D4318 بر روی 48 نمونه منتخب انجام گردیده است. نتایج بدست آمده در نمودار گمانه‌ها و همچنین نتایج آزمایش دانه‌بندی (پیوست‌های 5 و 6) ارائه شده است.

#### 4-4 - درصد رطوبت

آزمایش تعیین درصد رطوبت خاک مطابق استاندارد ASTM D2216 بر روی 33 نمونه منتخب در لایه‌های مختلف خاک انجام گردیده است. تغییرات درصد رطوبت در نمودار گمانه‌ها (پیوست 6) ارائه شده است.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

#### 4-5 - آزمایش برش مستقیم


به منظور تعیین پارامترهای مقاومتی خاک، آزمایش برش مستقیم بر روی یک نمونه منتخب اخذ شده مطابق استاندارد ASTM D3080 انجام گرفته است. آزمایش با توجه به بافت خاک، بر روی نمونه‌های دست نخورده (خاک‌های ریز دانه) و تحت تنش‌های عمودی متناسب با عمق نمونه‌ها انجام شده است. نتیجه حاصل در جدول 4-2 و پیوست 5 ارائه شده است.

جدول 4-2: نتایج آزمایش برش مستقیم

c (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (درجه)	نوع نمونه	شرایط رطوبتی	طبقه بندی خاک به روش متحد	عمق (m)	گمانه
		سرعت آزمایش				
0/16	24	دست نخورده کند	اشباع شده	CL	3-3/5	BH1
0/11	27	دست نخورده کند	اشباع شده	CL	1/5-2	BH2

#### 4-6 - آزمایش سه محوری

در آزمایش سه محوری می‌توان گسیختگی یک المان خاک را به طور کامل مدل‌سازی نمود بدین ترتیب که در ابتدا توسط آب اطراف نمونه، یک تنش همه جانبه به نمونه اعمال نمود ( $\sigma_3$ ) و سپس، تنش قائم را آنقدر افزایش داد که نمونه خاک به گسیختگی برسد ( $\sigma_d$ ). تعداد 3 آزمایش سه محوری بر روی نمونه دست نخورده به روش UU مطابق استاندارد ASTM انجام گرفته است. نتیجه آزمایش مذکور در جدول 4-3 و پیوست 5 ارائه شده است.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

جدول 3-4: خلاصه نتایج آزمایش‌های سه محوری

$c_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi_u$ (deg.)	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	طبقه بندی خاک	عمق (m)	گمانه
0/33	1	1/56	CL	17/5-18	BH1
0/27	5	1/49	CL	9-9/5	BH2
0/46	1	1/62	CL	30/6-30/8	BH2


#### 4-7- آزمایش تک محوری

آزمایش فشاری تک محوری محصور نشده روش سریعی برای تعیین مقاومت فشاری و چسبندگی زهکشی نشده (یا مقاومت برشی زهکشی نشده) خاک‌های ریزدانه محسوب می‌شود. تنش‌ها که بر اثر آن در نمونه خاک گسیختگی رخ دهد، مقاومت فشاری تک محوری نامیده می‌شود. با توجه به سرعت نسبتاً زیاد بارگذاری تک محوری و نفوذپذیری خیلی کم لایه‌های رسی، در صورتی که نمونه‌ها در شرایط اشباع باشند، مقدار مقاومت برشی زهکشی نشده ( $c_u$ ) حدود نصف مقاومت تک محوری حداکثر خواهد بود. آزمایش‌های تعیین مقاومت تک محوری خاک براساس استاندارد ASTM D2166، بر روی نمونه‌های دست نخورده انجام گردیده و نتایج آن در جدول 4-4 و پیوست 5 ارائه شده است.

جدول 4-4: خلاصه نتایج آزمایش تک محوری

$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	درصد رطوبت (%)	عمق (m)	گمانه
1/00	23/7	43/7-44	BH1
0/49	26/4	14/5-15	BH2



Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

#### 4-8- چگالی تعیین چگالی ذرات جامد خاک ( $G_s$ )


چگالی ویژه ذرات جامد خاک ( $G_s$ ) نسبت دانسیته دانه‌های جامد خاک به دانسیته آب می‌باشد. این آزمایش مطابق استاندارد ASTM D854 بر روی نمونه‌های اخذ شده انجام گرفته است. نتایج آن در جدول 4-5 ارائه شده است. مشاهده می‌شود که چگالی ویژه ذرات خاکی بین 2/611 تا 2/56 بدست آمده است.

جدول 4-5: نتایج آزمایش‌های تعیین چگالی ویژه ذرات جامد خاک ( $G_s$ )

گمانه	عمق (m)	چگالی ویژه ذرات جامد خاک ( $G_s$ )
BH1	5-5/5	2/611
BH1	15/5-16	2/656
BH1	33/5-34	2/648
BH2	1/5-2	2/649
BH2	23/6-24	2/625

#### 4-9- آزمایش تحکیم

این آزمایش بر روی نمونه‌های ریزدانه اشباع و یا نزدیک به اشباع مطابق با استاندارد ASTM D2435 صورت می‌گیرد. نتایج آزمایش‌های تحکیم صورت گرفته در جدول 4-6 و پیوست 5 ارائه شده است. مقدار قابلیت تراکم‌پذیری حجمی ( $m_v$ ) و ضریب تحکیم ( $C_v$ ) با توجه به محدوده فشارهای مورد نظر قابل تعیین است.


Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

جدول 4-6: خلاصه نتایج آزمایش تحکیم

نسبت پیش تحکیمی	فشار پیش تحکیمی	نشانه تورم	نشانه فشرده‌گی	نسبت تخلخل	درجه اشباع $S_r$ (%)	عمق (m)	گمانه
OCR	$P_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$C_s$	$C_c$	$e_0$			
1/09	0/63	0/055	0/214	0/889	100	5-5/5	BH1
1/13	1/7	0/027	0/21	0/928	100	15/5-16	BH1
1/26	4/2	0/011	0/147	0/704	95	33/5-34	BH1
1/06	0/33	0/01	0/095	0/725	100	1/5-2	BH2
1/2	3	0/038	0/263	0/622	100	23/6-24	BH2

#### 4-10- آزمایش‌های شیمیایی

مواد شیمیایی مضر خاک می‌توانند بر روی سازه‌های بتنی مدفون در خاک اثرات مخربی داشته باشند که این اثرات می‌تواند در طی زمان طولانی مشکلاتی را بوجود آورد. آزمایش‌های شیمیایی خاک بر روی 4 نمونه انجام شده است که نتایج آن‌ها در 4-7 ارائه گردیده است. طبق آزمایش‌های انجام شده مقدار سولفات موجود در خاک بین 0/02 الی 0/05 درصد و مقدار یون کلر نیز کمتر از 0/56 درصد بدست آمده است. مشاهده می‌شود که مقدار کلرور و سولفات قابل حل خاک، در حد حد XCS1 (خوردگی ناشی از یون‌های کلرید) می‌باشد.


Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

جدول 7-4: نتایج آزمایش‌های شیمیایی خاک

گمانه	عمق (m)	pH	Cl (%)	So <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (%)
BH1	4-6	8/6	0/06	0/02
BH1	40-42	8/3	0/56	0/02
BH2	0-2	8/3	0/06	0/04
BH2	14-16	8/4	0/38	0/05

## **فصل پنجم:**

# **پارامترهای مهندسی خاک**

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

#### 4 - پارامترهای مهندسی خاک

در این فصل با در نظرگیری مطالعات انجام شده و شناسایی لایه‌های مختلف از طریق آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی، به توصیف و طبقه‌بندی لایه‌های خاک و بررسی پارامترهای مهندسی خاک پرداخته خواهد شد.

#### 5-1-1- توصیف و طبقه‌بندی خاک


بر اساس تجزیه و تحلیل‌های انجام شده بر روی نمونه‌های اخذ شده از اعماق مختلف و با در نظرگیری نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی، لایه‌های موجود در محدوده مورد نظر را می‌توان به شرح زیر طبقه‌بندی نمود:

#### 5-1-1-1. لایه خاک ریزدانه

لایه‌های خاک ریزدانه از تراز صفر تا 50 متر، مشاهده شده است. لازم به ذکر است که درصد رطوبت این لایه 21 تا 33/1 درصد می‌باشد. همچنین این لایه‌ها به لحاظ قوام در رده سفت تا خیلی سفت قرار می‌گیرند. بر اساس طبقه‌بندی متحد، لایه‌های ریزدانه مشاهده شده در محل گمانه‌ها از طبقه CL، CH، ML و CL-ML می‌باشند.


#### 5-2- پارامترهای طراحی خاک

پارامترهای مکانیکی خاک با توجه به نتایج آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی و قضاوت مهندسی انتخاب شده‌اند. پارامترهای لازم جهت برآورد نشست پی‌ها و تعیین مقاومت مجاز خاک مطابق جدول 5-1 پیشنهاد می‌شود.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	<b>شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک</b> <b>مدیریت استان مازندران</b>


جدول 1-5: مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی

E (kg/cm <sup>2</sup> )	$\nu$	$\gamma_w$ (kg/cm <sup>3</sup> )	$\phi_u$ (deg)	$c_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi'$ (deg)	$c'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	تراز لایه
50-100	0/45-0/5	1/98	3	0/38	25	0/14	0-50

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

## فصل ششم:

## محاسبات

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

در این فصل بر پایه اطلاعات بدست آمده از مشاهدات صحرایی، آزمون‌های برجا، آزمایش‌های آزمایشگاهی و همچنین پارامترهای ارائه شده در جدول 5-1 محاسبات مربوط به تعیین ظرفیت باربری پی‌های سطحی، تخمین نشست، محاسبات مربوط به ضریب عکس‌العمل قائم بستر و همچنین تعیین ضرایب فشار جانبی خاک پرداخته خواهد شد.

برای تعیین ظرفیت باربری مجاز خاک برای انواع پی‌های سطحی، لازم است که دو عامل اساسی مدنظر قرار گیرد.

الف) بارهای وارده از طریق پی به خاک با حاشیه ایمنی کافی از ظرفیت باربری نهایی<sup>1</sup> خاک کمتر باشد.

ب) نشست‌های کلی و نسبی باید به اندازه‌ای محدود گردد تا نشست پی‌ها منجر به خرابی یا عدم کارایی سازه نگردد.


### 6-1 - ملاحظات آئین نامه ای

در محاسبات مربوط به ظرفیت باربری و نشست توجه به موارد زیر ضروری می باشد:

- مطابق بند 7-1-5-4-7 مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان (ویرایش چهارم)، در روش تنش مجاز، جهت کنترل تنش زیر پی لازم است جدول زیر مد نظر قرار گیرد:

1- Ultimate Bearing Capacity




Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

جدول 6-7: وضعیت تنش محاسبه شده زیر پی در مقایسه با ظرفیت باربری

نوع خاک / نوع پی	دانه ای	صرفا چسبنده
صلب	ظرفیت باربری مجاز < تنش متوسط	ظرفیت باربری مجاز < تنش حداکثر
انعطاف پذیر	ظرفیت باربری مجاز < تنش متوسط	ظرفیت باربری مجاز < تنش متوسط

- در پی‌های انعطاف پذیر چنانچه ظرفیت باربری مجاز از معیار نشست به دست آمده باشد نیازی به کنترل نقطه به نقطه تنش نیست و طراحی را می‌توان بر اساس تنش موثر متوسط کمتر از ظرفیت باربری مجاز انجام داد (بند 7-4-5-1-9 مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان - ویرایش چهارم).
- برای کنترل ظرفیت باربری خاک زیر پی‌های سطحی در شرایط زلزله باید نکات ذیل مورد توجه باشد (بند 7-4-5-3 مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان - ویرایش چهارم):  
7-4-5-3-1- احتمال کاهش مقاومت و سختی خاک، بر اثر بارهای زلزله باید بررسی شود و پارامترهای ژئوتکنیکی خاک با توجه به این احتمال محاسبه شوند. کاهش مقاومت و سختی خاک می‌تواند از کرنش‌های کوچک هم آغاز شود.  
7-4-5-3-2- در سازه‌هایی که به تغییر شکل‌های ایجاد شده در خاک حساس هستند، در تعیین تغییر شکل‌های دائمی احتمالی ناشی از زلزله باید رفتار غیرخطی خاک مورد توجه قرار گیرد.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

7-4-5-3-3- احتمال کاهش مقاومت برشی در رس ها در نظر گرفته شود.

تغییر ضریب اطمینان ظرفیت باربری و ضرایب بار و مقاومت مطابق جدول 2-6 و جدول 3-6

در شرایط زلزله

جدول 2-6: حداقل ضریب اطمینان به روش تنش مجاز در شرایط لرزه ای

نوع گسیختگی	لغزش	ظرفیت باربری	واژگونی	پایداری کلی
ضریب اطمینان	1/2	2	1/5	1/2

جدول 3-6: ضرایب بار و مقاومت در شرایط لرزه ای برای روش ضرایب بار و مقاومت

ضریب	نوع گسیختگی	ضرایب کاهش مقاومت
1/25	پایداری کلی	ضرایب کاهش مقاومت
0/75	ظرفیت باربری	
1	واژگونی	
1/25	لغزش	
طبق مباحث ششم، نهم و دهم مقررات ملی ساختمان		ضرایب بار

## 6-2- تعیین ظرفیت باربری پی‌های سطحی


در این بخش به ارزیابی مقاومت برشی حدی یا ظرفیت باربری نهایی  $q_{ult}$  و ظرفیت باربری ایمن

$q_s$  تحت بارهای وارد بر پی پرداخته خواهد شد.

حد نهایی مقاومت خاک در برابر گسیختگی برشی برای پی‌های سطحی در شرایط موجود، با

استفاده از رابطه ظرفیت باربری ارائه شده توسط هنسن<sup>1</sup> به شرح زیر محاسبه می‌گردد.

<sup>1</sup>-Hansen

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

$$q_{ult} = CN_c S_c d_c i_c g_c + q N_q S_q d_q i_q g_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma r_\gamma \quad (1-6)$$

$$B < 2 \rightarrow r_\gamma = 1$$

$$B \geq 2 \rightarrow r_\gamma = 1 - 0.25 \log\left(\frac{B}{2}\right) \quad (2-6)$$

در روابط مذکور c چسبندگی خاک، q شدت بار یا تنش در تراز پی، B عرض پی و  $r_\gamma$  ضریب کاهش برای پی‌های با عرض بیش از 2 متر که در جمله سوم اعمال می‌شود، می‌باشد. همچنین  $S_c$ ،  $S_q$  و  $S_\gamma$  ضرایب شکل،  $d_c$ ،  $d_q$  و  $d_\gamma$  ضرایب عمق،  $i_c$ ،  $i_q$  و  $i_\gamma$  ضرایب میل بار،  $g_c$ ،  $g_q$  و  $g_\gamma$  ضرایب شیب زمین (پی بر روی شیب) و  $N_c$ ،  $N_q$  و  $N_\gamma$  ضرایب بدون بعد ظرفیت باربری هستند که تابعی از زاویه اصطکاک خاک و ابعاد پی می‌باشند که از روابط زیر تعیین می‌شوند.

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) \quad (3-6)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi \quad (4-6)$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \varphi \quad (5-6)$$


$$S_q = 1 + \frac{B'}{L'} \tan \varphi \quad (6-6)$$

$$S_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad (7-6)$$

$$S_c = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\varphi = 0) \quad (8-6)$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B'}{L'} \quad (9-6)$$

$B'$  و  $L'$  ابعاد موثر پی می‌باشند.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

بر اساس مشخصات فنی خاک موجود در حوزه تاثیر بار پی (ارائه شده در فصل 5) و ملاحظات طرح (ارائه شده در فصل 1) شرایط زیر جهت محاسبات در نظر گرفته شده است:

- روابط ظرفیت باربری ارائه شده، برای پی‌های بدون خروج از مرکزیت بار (تنها تحت تاثیر بار قائم، بدون لنگر خمشی) می‌باشند.

بر اساس شرایط مذکور، روابط ظرفیت باربری ایمن پی با در نظرگیری ضریب اطمینان برابر 3 (F.S=3.0) بصورت رابطه زیر می‌باشد:

$$q_s = 0.783 + 0.088D_f + 0.001B \times ry \quad (10-6) \quad \text{پی گسترده - کوتاه مدت}$$

$$q_s = 1.073 + 0.782D_f + 0.206B \times ry \quad (11-6) \quad \text{پی گسترده - بلند مدت}$$

با توجه به بررسی‌های بعمل آمده ظرفیت باربری پی گسترده در حالت کوتاه مدت مبنای عمل قرار گرفت. نتایج برای پی گسترده در جدول 6-4 و پیوست 7 ارائه گردیده است.


لازم به ذکر است محاسبات مزبور صرفاً در صورت استقرار کف پی بر روی خاک بکر محل

پروژه معتبر خواهد بود و به عبارتی ظرفیت باربری برای خاک بکر تعیین شده است.

### 6-3 - تخمین میزان نشست پی‌ها

عامل دیگری که باید در طراحی پی یک سازه در نظر گرفته شود، نشست پی بر اثر اعمال بار

است که شامل دو نوع نشست برای پی‌های سطحی می‌باشد:

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

الف - نشست آنی<sup>1</sup>

ب - نشست تحکیمی<sup>2</sup>

در این پروژه با توجه به نوع پی، عمق استقرار پی، جنس و درجه اشباع لایه‌های خاک، نشست‌ها به صورت آنی و تحکیمی به شرح ذیل در نظر گرفته شده است.

### 6-3-1. نشست آنی

نشست آنی یا الاستیک عمدتاً در حین اجرا و یا در مدت زمان نسبتاً کوتاهی پس از تکمیل عملیات اجرایی به وقوع خواهد پیوست. به منظور محاسبه این نشست‌ها، از روابط تئوری الاستیسیته مانند رابطه الاستیک گودیر و تیموشنکو<sup>3</sup> و با اعمال ضرایب تاثیر اشتاین برنر<sup>4</sup> ( $I_1$  و  $I_2$  و  $I_s$ ) و فاکس<sup>5</sup> ( $I_F$ ) استفاده شده است:

$$S_i = (S_{Rebound})_i = \frac{q}{E_s^{ur}} \cdot (mB')(1-\nu^2) \cdot I_s \cdot I_F \quad (11-6)$$

$$: q \leq \sigma_{Df}$$

$$S_i = (S_{Rebound})_i + (S_{Net})_i = \left( \frac{\sigma_{Df}}{E_s^{ur}} + \frac{q - \sigma_{Df}}{E_s} \right) \cdot (mB')(1-\nu^2) \cdot I_s \cdot I_F \quad (12-6)$$

$$: q > \sigma_{Df}$$

که در آن:

$$q = \text{تنش ناشی از بار سازه (kg/cm}^2\text{)}$$

$$S_i = \text{نشست آنی پی (cm)}$$

$$B' = \text{حداقل بعد جانبی سطح پی سهمیم در نشست (m)}$$

$$\nu = \text{نسبت پواسون خاک}$$

$$m = \text{تعداد گوشه‌های سهمیم در نشست}$$

$$E_s = \text{مدول الاستیسیته خاک (kg/cm}^2\text{)}$$


<sup>1</sup> - Elastic Settlement

<sup>2</sup> - Consolidation Settlement

<sup>3</sup> - Goodier & Timoshenko

<sup>4</sup> - Steinbrenner

<sup>5</sup> - Fox

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

$\sigma_{Df}$  = تنش ناشی از وزن مصالح خاکبرداری شده ( $\text{kg/cm}^2$ )

$E_s^{ur}$  = مدول الاستیسیته خاک در باربرداری-بارگذاری مجدد و مقدار آن تقریباً 3 الی 5 برابر  $E_s$  می‌باشد ( $\text{kg/cm}^2$ ).

### 2-3-6. نشست تحکیمی

نشست تحکیمی خاک‌های ریزدانه (در شرایط اشباع یا با درصد اشباع قابل توجه)، یک نشست

تابع زمان می‌باشد که به علت خروج بخشی از آب موجود در حفرات ناشی از اضافه فشار تحمیل

شده به لایه‌های ریزدانه خاک ایجاد می‌شود. برای محاسبه نشست تحکیمی برای هر لایه از روابط

زیر و همچنین نتایج حاصل از آزمایش تحکیم استفاده گردیده است.

$$S_c = \left[ \beta \times \frac{(e_{exc} - e_f)}{(1 + e_{exc})} \right] \times \mu \times H_c \quad p'_f \leq p'_0 \text{ : حالت اول: (13-6)}$$

$$S_c = \left[ \beta \times \frac{(e_{exc} - e_0)}{(1 + e_{exc})} + \frac{(e_0 - e_f)}{(1 + e_0)} \right] \times \mu \times H_c \quad p'_f > p'_0 \text{ : حالت دوم: (14-6)}$$

$$p'_{exc} = p'_0 - I\sigma'_{Df} \quad \sigma'_{Df} = \sigma_{Df} - u \quad (15-6)$$

$$p'_f = p'_{exc} + Iq' \quad q' = q - u \quad (16-6)$$

در روابط فوق:

$S_c$  = نشست تحکیمی پی (m) |  $p'_0$  = تنش مؤثر اولیه (پیش از گودبرداری) ( $\text{kg/cm}^2$ )


$H_c$  = ضخامت لایه ریزدانه (m) |  $p'_{exc}$  = تنش مؤثر پس از گودبرداری ( $\text{kg/cm}^2$ )

$q$  = تنش ناشی از بار سازه ( $\text{kg/cm}^2$ ) |  $p'_f$  = تنش مؤثر پس از اعمال بار پی ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\sigma_{Df}$  = تنش ناشی از وزن مصالح خاکبرداری شده |  $e_0$  = نسبت تخلخل متناظر با تنش مؤثر اولیه لایه

رسی  $p'_0$  ( $\text{kg/cm}^2$ )

$e_{exc}$  = نسبت تخلخل متناظر با تنش مؤثر پس از اعمال بار |  $e_f$  = نسبت تخلخل متناظر با تنش مؤثر پس از

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

پی  $p'_f$

$\beta =$  ضریب وابسته به فواصل زمانی بین گودبرداری تا  
احداث سازه که بین 0/33 تا 1/0 متغیر است.

گودبرداری  $p'_{exc}$

$\mu =$  ضریب کاهش اسکمپتون - بیروم

لازم به توضیح است که تمامی مقادیر تنش و نسبت تخریل در هر لایه، مقادیر تخمینی در تراز  
میانی هر لایه است. همچنین با توجه به نتایج درجه اشباع، محاسبه نشست‌های تحکیمی برای  
لایه‌های زیر پی لحاظ گردیده است. همچنین در لایه‌هایی که نشست تحکیمی در نظر گرفته شده،  
برای محاسبه نشست‌های آنی از مدول الاستیسیته و ضریب پواسون حالت زهکشی نشده استفاده  
گردیده است.


نتایج برای پی گسترده در جدول 6-4 و پیوست 7 ارائه گردیده است.

#### 6-4 - ضریب عکس‌العمل قائم بستر

ضریب عکس‌العمل قائم بستر ( $k_{sv}$ ) به صورت تنش اعمال شده به خاک جهت ایجاد تغییر شکل  
واحد تعریف می‌شود. با استفاده از آزمایش بارگذاری صفحه (PLT)، می‌توان مقدار ضریب واکنش  
بستر را برای پی‌های با ابعاد معادل صفحه بارگذاری بدست آورد. نظر به اینکه در محدوده مورد  
مطالعه آزمایش بارگذاری انجام نگردیده، لذا مقدار ضریب عکس‌العمل قائم بستر  $k_{sv}$  در محدوده  
پروژه، از رابطه کلی زیر قابل محاسبه است:

$$k_{sv} = \frac{q}{S} \quad (17-6)$$

$$S = S_i + S_c \quad (18-6)$$

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

$k_{sv}$ : مقدار ضریب عکس العمل قائم بستر بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مکعب

$q$ : مقدار تنش تماسی زیر پی ( $kg/cm^2$ )

$s_c$ : مقدار نشست تحکیمی متناظر با تنش اعمالی (cm)

$s_i$ : مقدار نشست آبی متناظر با تنش اعمالی (cm)

مقدار ضریب عکس العمل قائم بستر برای پی گسترده در جدول 4-6 ارائه گردیده است. لازم به

توضیح است با توجه به عدم اعلام مقدار مجاز نشست در این پروژه، مقدار نشست مجاز بر اساس

مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان ارائه گردیده است.

جدول 4-6: ظرفیت باربری، نشست و ضریب عکس العمل قائم بستر برای پی گسترده

ضریب عکس العمل قائم بستر در مرکز پی ( $kg/cm^3$ )	نشست مجاز بر اساس مبحث هفتم (cm)	ظرفیت باربری متناظر با نشست مجاز ( $kg/cm^2$ )	عرض پی (m)	عمق مدفون (m)	L / B	نوع پی
0/033	10	0/33	4/7	0/8	4/68	گسترده


## 6-5 - ارائه ضرایب فشار جانبی خاک

طراحی سازه‌های نگهدارنده دیوارهای حایل وزنی و پاشنه‌دار و نیز کنترل پایداری گودها

نیازمند تعیین نیروهای ناشی از رانش خاک است. رانش خاک در دو حالت کلی بررسی می‌شود:

- رانش در حالت سکون (کرنش جانبی در المان خاک صفر است).



Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

- رانش در حالت گسیختگی (در اثر تغییر شکل‌های بزرگ درون توده خاک حالت گسیختگی ایجاد شده است)

#### 6-5-1. فشار خاک در حالت سکون

اگر دیوار ساکن باشد، یعنی هیچگونه حرکت افقی نداشته باشد، رابطه بین تنش‌های موثر جانبی و قائم در خاک در یک نقطه به عمق مشخص  $z$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\sigma'_{h0} = K_0 \cdot \sigma'_{v0} \quad (20-6)$$

$$K_0 = (1 - \sin \phi) \sqrt{OCR} \quad (\text{رس پیش تحکیم یافته}) \quad (21-6)$$

#### 6-5-2. فشار جانبی خاک در حالت گسیختگی


اگر راس دیوار دارای تغییر مکان کافی نسبت به خاک باشد، امکان ایجاد رانش گسیختگی بر دیوار وجود دارد. یک توده خاک که در پشت یک دیوار قرار دارد، می‌تواند دارای دو حالت گسیختگی باشد.

- حالت رانش محرک<sup>1</sup>

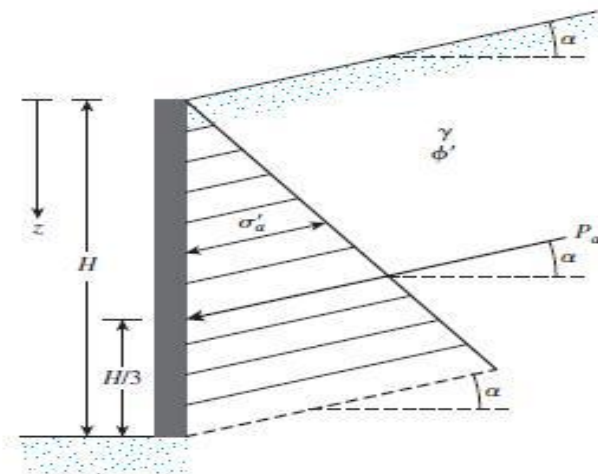
- حالت رانش مقاوم<sup>2</sup>

مقدار فشار خاک وارده در پشت یک دیوار تابعی از حرکات دیوار، هندسه دیوار و مشخصات فنی خاک و دیوار می‌باشد. نحوه توزیع فشار محرک و مقاوم پشت دیوار بر اساس تئوری رانکین

<sup>1</sup> - Active  
<sup>2</sup> - Passive

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

به صورت خطی و تابعی از عمق نقطه مورد نظر از سطح خاکریز می‌باشد که مقدار آنها از روابط زیر قابل محاسبه می‌باشند:



شکل 6-1: گوه گسیختگی مورد استفاده در روش رانکین

$$\sigma'_a = \gamma z K'_a = \gamma z K'_a \cos \alpha \quad (22-6)$$


$$\sigma'_p = \gamma z K'_p = \gamma z K'_p \cos \alpha \quad (23-6)$$

$\sigma'_a$  و  $\sigma'_p$  به ترتیب فشارهای مقاوم و محرک خاک در عمق  $z$  می‌باشند.

در روابط بالا مقادیر  $K'_p$  و  $K'_a$  برای محاسبه فشار محرک و مقاوم خاک از روابط زیر بدست

می‌آیند:


$$K'_a = \frac{1}{\cos^2 \varphi'} \left\{ \frac{2 \cos^2 \alpha + 2 \left(\frac{c'}{\gamma z}\right) \cos \varphi' \sin \varphi'}{\sqrt{4 \cos^2 \alpha (\cos^2 \alpha - \cos^2 \varphi') + 4 \left(\frac{c'}{\gamma z}\right)^2 \cos^2 \varphi' + 8 \left(\frac{c'}{\gamma z}\right) \cos^2 \alpha \sin \varphi' \cos \varphi'}} \right\} - 1 \quad (24-6)$$

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

6


$$K'_p = \frac{1}{\cos^2 \varphi'} \left\{ \frac{2 \cos^2 \alpha + 2 \left( \frac{c'}{\gamma z} \right) \cos \varphi' \sin \varphi'}{\sqrt{4 \cos^2 \alpha (\cos^2 \alpha - \cos^2 \varphi') + 4 \left( \frac{c'}{\gamma z} \right)^2 \cos^2 \varphi' + 8 \left( \frac{c'}{\gamma z} \right) \cos^2 \alpha \sin \varphi' \cos \varphi'}} \right\} - 1 \quad (25-6)$$

روابط ارائه شده، بر اساس تنش‌های موثر می‌باشند و تنها در صورتی که خاک پشت دیوار خشک باشد ( $u=0$ ) می‌توان روابط را به صورت تنش‌های کل نوشت. در صورت وجود آب پشت دیوار می‌بایست فشار هیدرواستاتیک آب نیز به صورت جداگانه بر روی دیوار در نظر گرفته شود. برخی از مقادیر  $K'_p$  و  $K'_a$  به ترتیب در جدول 6-5 و جدول 6-6 ارائه شده است.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

جدول 6-5: مقادیر  $K_a$

		$\frac{c'}{\gamma z}$			
$\phi'$ (deg)	$\alpha$ (deg)	0.025	0.05	0.1	0.5
15	0	0.550	0.512	0.435	-0.179
	5	0.566	0.525	0.445	-0.184
	10	0.621	0.571	0.477	-0.186
	15	0.776	0.683	0.546	-0.196
20	0	0.455	0.420	0.350	-0.210
	5	0.465	0.429	0.357	-0.212
	10	0.497	0.456	0.377	-0.218
	15	0.567	0.514	0.417	-0.229
25	0	0.374	0.342	0.278	-0.231
	5	0.381	0.348	0.283	-0.233
	10	0.402	0.366	0.296	-0.239
	15	0.443	0.401	-0.321	-0.250
30	0	0.305	0.276	-0.218	-0.244
	5	0.309	0.280	-0.221	-0.246
	10	0.323	0.292	-0.230	-0.252
	15	0.350	0.315	-0.246	-0.263

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

جدول 6-6. مقادیر  $K_p$

		$\frac{c'}{\gamma z}$			
$\varphi'$ (deg)	$\alpha$ (deg)	0.025	0.05	0.1	0.5
15	0	1.764	1.829	1.959	3.002
	5	1.716	1.783	1.917	2.971
	10	1.564	1.641	1.788	2.880
	15	1.251	1.370	1.561	2.732
20	0	2.111	2.182	2.325	3.468
	5	2.067	2.140	2.285	3.435
	10	1.932	2.010	2.162	3.339
	15	1.696	1.786	1.956	3.183
25	0	2.542	2.621	2.778	4.034
	5	2.499	2.578	2.737	3.999
	10	2.368	2.450	2.614	3.895
	15	2.147	2.236	2.409	3.726
30	0	3.087	3.173	3.346	4.732
	5	3.042	3.129	3.303	4.674
	10	2.907	2.996	3.174	4.579
	15	2.684	2.777	2.961	4.394

### 6-5-3 - تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی

فشار جانبی در حالت زلزله بصورت نیروهای شبه استاتیکی و به کمک شتاب‌های ثابت افقی و قائم به وسیله روش مونونوبه - اوکابه که در واقع فرم تعمیم‌یافته نظریه فشار کولمب با در نظر گرفتن نیروهای اینرسی ناشی از زلزله می‌باشد محاسبه گردیده است. شتاب ثابت افقی به صورت  $\alpha_{\eta} = K_{\eta} \gamma$  تعریف می‌شود که  $\gamma$  شتاب جاذبه زمین و  $K_{\eta}$  ضریب شتاب افقی زلزله است. در این روش حرکت دیوار به حد کافی انجام می‌شود، به طوری که مقاومت برشی



Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

خاک به‌طور کامل بسیج شود. بر این اساس مقادیر ضرایب فشار جانبی حالت محرک و مقاوم، با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شوند.

$$K_{ae} = \frac{\sin^2(\phi + \beta - \theta')}{\cos \theta' \sin^2 \beta \sin(\beta - \theta' - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta' - \alpha)}{\sin(\beta - \delta - \theta') \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad (3-6)$$

$$K_{pe} = \frac{\sin^2(\beta + \theta' - \phi)}{\cos \theta' \sin^2 \beta \sin(\delta + \beta + \theta' - 90) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \alpha - \theta')}{\sin(\beta + \delta + \theta') \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad (4-6)$$

$$\theta' = \tan^{-1} \left[ \frac{k_h}{1 - k_v} \right] \quad (5-6)$$

$\phi$ : زاویه اصطکاک داخلی خاک       $\alpha$ : شیب خاکریز بالادست دیوار نسبت به افق


$\beta$ : زاویه تمایل دیوار       $\delta = \frac{2}{3}\phi$ : زاویه اصطکاک خاک و دیوار ( )

$k_{\eta}$ : ضریب شتاب افقی زلزله       $k_{\theta}$ : ضریب شتاب قائم زلزله

ضرایب فشار جانبی خاک در حالت سکون، محرک، مقاوم و در شرایط دینامیکی با فرض  $\delta = 2/3\phi$ ،  $\beta = 90$  و  $\alpha = 0$  در جدول 7-6 ارائه شده است.

جدول 7-6: مقادیر ضرایب فشار جانبی خاک

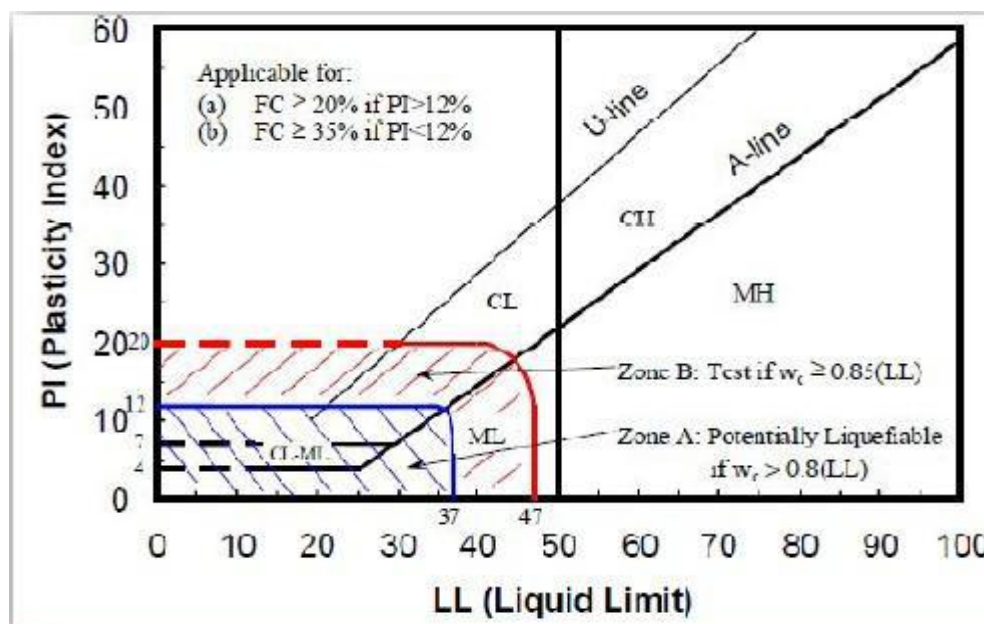
زاویه اصطکاک داخلی	$K_0$	$K_a$	$K_p$	$K_{ae}$	$K_{pe}$
25	0/58	0/41	2/46	0/54	4/45

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران


## 6-6 - بررسی پتانسیل روانگرایی

به طور کلی روانگرایی پدیده‌ای است که بر اثر افزایش فشار آب منفذی ناشی از بارگذاری‌های سیکلی از جمله زلزله در خاکهای مستعد روانگرایی بوجود می‌آید. در خاکهای ماسه‌ای سست و اشباع با اعمال تنش‌های سیکلی ممکن است این افزایش فشار آب منفذی ( $U$ ) به حدی باشد که با فشار کل ( $\sigma$ ) برابر گردد، که در آن صورت تنش موثر ( $\sigma' = \sigma - u$ ) برابر صفر شده و از آنجائیکه در مورد ماسه  $\tau = \sigma' \text{tg } \phi'$  است لذا تحت این شرایط ماسه مقاومت برشی ( $\tau_f$ ) خود را از دست داده و مانند یک سیال ویسکوز عمل می‌کند.

در خاک‌های رسی در صورت برقراری مجموعه‌ای از شرایط خاص ژئوتکنیکی استعداد روانگرایی می‌تواند وجود داشته باشد. برای خاک‌های رسی محل پروژه با توجه به نتایج بررسی‌های انجام شده (مطابق روش پیشنهاد شده توسط سید و همکاران در سال 2003، نمودار زیر) لایه‌های رسی پروژه مستعد روانگرایی نمی‌باشند.




شکل 6-2: نمودار روش پیشنهادی سید و همکاران جهت ارزیابی روانگرایی خاکهای ریزدانه

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

## فصل هفتم:

# جمع‌بندی و توصیه‌های فنی



Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

## 7 - جمع بندی و توصیه‌های فنی


### 7-1- تعیین نوع زمین ناحیه مورد مطالعه و ضرایب زلزله

محدوده مطالعاتی از نظر پهنه‌بندی خطر زلزله موضوع آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد 2800) وزارت راه و شهرسازی، در منطقه با خطر نسبی زیاد ( $A=0.30g$ ) واقع شده است، که باید در طراحی سازه و محاسبات فنی مدنظر قرار گیرد.

شایان‌ذکر است زلزله طرح انتخابی مطابق ویرایش چهارم استاندارد 2800 جهت ساخت و سازه‌های متعارف و ساختمان‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد. از طرف دیگر، باید توجه داشت که مقدار شتاب تعریف شده در این آیین‌نامه بیشتر بیانگر شتاب‌های قابل‌انتظار در سنگ کف بوده و تأثیرات احتمالی رسوبات آبرفتی در بزرگنمایی<sup>1</sup>، و تغییر ویژگی‌های امواج زمین را در نظر نمی‌گیرد. تعیین طبقه‌بندی نوع زمین باید بر اساس متوسط سرعت موج برشی صورت می‌پذیرد و در صورت عدم تعیین سرعت موج برشی، در خاک‌های چسبنده با استفاده از متوسط مقاومت برشی زهکشی نشده ( $\bar{C}_u$ ) و در خاک‌های دانه‌ای بر اساس متوسط تعداد ضربات نفوذ استاندارد ( $\bar{N}_{1(60)}$ ) تخمین زده می‌شود.

بر اساس آیین‌نامه 2800 زمین محل پروژه (مراجعه شود به مبحث زمین‌شناسی عمومی منطقه و همچنین فرم‌های مشخصات و نمودار گمانه‌ها)، طبقه، شتاب‌مبناء طرح و پارامترهای سازه‌ای به شرح جدول زیر می‌باشد. بر این اساس و همچنین نتایج آزمایش دانهول در محل گمانه BH3، زمین محل پروژه از طبقه نوع III می‌باشد.

1- Amplification


Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

جدول 7-1: پارامترهای مربوط به تعیین ضریب بازتاب

$S_0$	S	$T_s$	$T_0$	نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل	نوع زمین
1/1	1/75	0/7	0/15	0/30	III

## 7-2 - تعیین نوع سیمان مصرفی

پایائی بتن ساخته شده از سیمان پرتلند به مقاومت آن در برابر عوامل جوی، حملات شیمیائی، سایش و فرسایش و فرآیندهای تخریبی دیگر گفته می‌شود. بتن پایا در شرایط محیطی مورد نظر شکل اولیه و کیفیت خود را به نحو بهتری حفظ می‌کند. استفاده از سیمان مناسب و نسبت‌های صحیح اختلاط، مقاومت بتن را در برابر املاح و مواد مضر موجود در خاک و آب افزایش می‌دهد. بتن با کیفیت خوب در برابر اسیدهای ملایم، مقاوم است ولی در برابر اثر خورنده اسیدهای قوی مستلزم اتخاذ تدابیر ویژه حفاظتی است. بتنی که احتمال دارد در محیط سولفات‌ها قرار گیرد، باید با ضوابط آئین‌نامه بتن ایران (آبا) مطابقت داشته باشد یا با سیمانی ساخته شود که در برابر حمله سولفات‌ها بقدرکافی مقاوم باشد. بر همین اساس برای تعیین مقدار مواد مضر موجود در محیط (آب و خاک) آزمایش‌های شیمیایی انجام پذیرفت. با توجه به نتایج آزمایشات و مطابق ضوابط آبا نوع سیمان مصرفی از نوع تیپ II تعیین می‌گردد.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران


### 7-3 - عمق یخبندان

شالوده‌ها را باید در زیر خط یخبندان قرار داد، زیرا احتمال برآمدگی یا تورم ناشی از یخبندان وجود دارد و همچنین چرخه متناوب یخ و ذوب، خاک را در شرایط سست نگه می‌دارد. با پر کردن اطراف دیوارهای پی با استفاده از خاک‌های دانه‌ای می‌توان از بالآمدگی آن جلوگیری بعمل آورد و یا با استفاده از عایق بندی مقدار برآمدگی ناشی از یخبندان را کاهش داد.

در جدول زیر تغییرات عمق یخبندان نسبت به دما (رهای 1377) آورده شده است که با توجه به دمای منطقه حداقل عمق یخبندان تخمین زده می‌شود. با توجه به عمق استقرار پی‌های سطحی از سطح زمین در این پروژه (حداقل 0/6 متر) و رجوع به جدول زیر، حداقل عمق مورد نیاز قابل تعیین می‌باشد.

جدول 7-2: تغییرات عمق یخبندان نسبت به دما

$T < -10^{\circ}C$	$-10^{\circ}C < T < -5^{\circ}C$	$T > -5^{\circ}C$	دما
100	80	60	حداقل عمق یخبندان (cm)


Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

#### 7-4 - توصیه‌های فنی

➤ جدول و نمودار نشست آبی، تحکیمی و کل برای پی گسترده در متن و پیوست گزارش ارائه گردیده است. توجه شود که به ازاء هر مقدار مقاومت ایمن مورد نظر، نشست کل مربوطه از روی این نمودار تعیین و مقدار حاصله نباید از نشست مجاز تجاوز کند.

➤ محاسبات انجام شده جهت تعیین ظرفیت باربری و تخمین نشست پی‌ها، بدون در نظر گرفتن خروج از مرکزیت بار (تنها تحت تأثیر بار قائم، بدون لنگر خمشی) می‌باشند. در صورتی که احتمال میل بار و یا خروج از مرکزیت بارهای وارد بر پی وجود دارد، باید مقادیر این پارامترها به همراه ابعاد پی‌های مد نظر متقاضی به آزمایشگاه اعلام گردد تا محاسبات مجدداً بر مبنای آن صورت پذیرد.

➤ در صورتیکه بار بهره برداری از مقدار 0/33 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بیشتر باشد، نشست بیش از میزان مجاز مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان می‌گردد. لذا توصیه می‌شود از روش‌های موجود در منابع ژئوتکنیک از قبیل جایگزینی با مصالح درشت دانه دارای مشخصات فنی و اعمال تراکم مناسب، بهسازی با ریز شمع‌ها (Micro Piles) و بهسازی پروفیل خاک از طریق اجرای شبکه‌ای از ستونهای شنی، اختلاط عمقی خاک Deep Soil Mixing (DSM) و ... اشاره نمود که هریک از این راهکارها متناسب با شرایط و امکانات فنی، اقتصادی، محیطی و ... می‌تواند توسط مشاور طرح مورد بررسی قرار گیرد. ضمناً توصیه می‌شود پس از انجام عملیات بهسازی مطالعات تکمیلی جهت بررسی شرایط ژئوتکنیکی جدید محل پروژه در محدوده بهسازی شده انجام گردد.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آب ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	<b>شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک</b> <b>مدیریت استان مازندران</b>


➤ با توجه به نتایج آزمایشات شیمیایی و نظر به بالا بودن میزان کلریدها و احتمال خوردگی در بتن و فولاد پروژه لذا تمهیدات لازم جهت مقابله با کلریدها از جمله استفاده از سیمان پرتلند با  $C_3A$  زیر 10 درصد توصیه می‌گردد.

➤ با توجه به بالا بودن سطح آب، مقادیر زیاد کلریدهای آب در نزدیکی تراز فونداسیون و احتمال تغییر سطح تراز آب زیرزمینی در فصول مختلف، لذا توصیه می‌شود با تعبیه سیستم زهکشی مناسب در اطراف محدوده پروژه سطح آب زیرزمینی کنترل گردد.


➤ در صورت وجود هر نوع حفره در زیر پی و تا فاصله 1/5 برابر عرض پی از مجاورت پی، ضمن اطلاع به آزمایشگاه، حفره مذکور باید با روش مناسبی مانند استفاده از مخلوط بتن مگر و یا روش‌های دیگر پر گردد.

➤ با توجه به اهمیت موضوع شناسایی چاه‌های فاضلاب و حفرات، بدلیل عدم امکان بررسی دقیق محل آن‌ها در این مرحله از مطالعات لازم است پس از گودبرداری و قبل از عملیات پی‌سازی نسبت به شناسایی محل دقیق حفره‌ها و چاه‌های فاضلاب اقدام گردد. در صورت برخورد به اینگونه موارد، لازم است به این آزمایشگاه اطلاع داده شود تا نسبت به انجام بازدید کارشناسی از محل و انجام آزمایش‌های تکمیلی، اقدام گردد.

➤ در صورت مشاهده هرگونه مغایرت با گزارش حاضر (به‌عنوان مثال عمق و ضخامت خاک‌های دستی، سطح آب زیرزمینی، وجود حفرات و...) در زمان گودبرداری، لازم است موارد جهت بررسی‌های تکمیلی به اطلاع این مهندسین مشاور رسانده شود.


Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	<b>شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک</b> <b>مدیریت استان مازندران</b>

- با توجه به اینکه خاک محل پروژه عمدتاً از مصالح ریزدانه تشکیل شده و می‌توان از چاه‌های جذبی برای دفع فاضلاب استفاده نمود.
- در هر حال چنانچه در هر یک از مراحل اجرایی علائم وجود حفره یا چاه مشاهده گردید، لازم است مشاور ژئوتکنیک را سریعاً مطلع نموده تا بررسی‌های تکمیلی انجام گردد. در رابطه با چاه‌های شناسایی می‌توان این چاه‌ها را با شفته آهک و یا بتن کم‌مایه پر نمود.
- نمونه‌های حاصل از حفاری به مدت یک ماه در انبار آزمایشگاه نگهداری می‌شود تا در صورت لزوم نسبت به انجام آزمایش‌های مورد نیاز اقدامات لازم صورت پذیرد.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران


## منابع

- [1] براجا، ام داس (1941)، "اصول مهندسی ژئوتکنیک"، جلد دوم، ترجمه و تدوین شاپور طاحونی (1394)، انتشارات پارس آئین
- [2] فاخر، علی (1390)، "مهندسی پی پیشرفته"، انتشارات دانشگاه تهران
- [3] بولز، جوزف، "تحلیل و طراحی پی"، دوره دو جلدی، ترجمه اردشیر اطمیابی (1392)
- [4] معماریان، حسین (1374)، "زمین‌شناسی برای مهندسی"، انتشارات دانشگاه تهران
- [5] مرکز تحقیقات راه و مسکن (1393)، "آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله"، ویرایش چهارم
- [6] دفتر امور مقررات ملی ساختمان (1400)، "مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان"، ویرایش چهارم
- [7] معاونت نظارت راهبردی، دفتر نظام فنی و اجرایی، "آیین‌نامه بتن ایران (آبا)"، تجدید نظر اول، 1393
- [9] دفتر نظامات آموزشی-پژوهشی و تدوین ضوابط و استانداردها، شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک  
"راهنمای محاسبه ضریب عکس‌العمل بستر"، 1395
- [10] سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، <http://gsi.ir>
- [11] Braja M.Das (2014), "Principles of Foundation Engineering", Eighth edition.

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

# پیوست‌ها



Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

# پیوست 1

## کروکی محل پروژه



# آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

کروکی محل گمانه ها

070021856

شماره کار:

نیروگاه سیکل ترکیبی زیر آور ساری

پروژه:



دریاچه خزر

گمانه	مختصات X		مختصات Y
BH1	687722.94		4067087.1
BH2	687723.59		4067115.5
BH3			
BH4			
BH5			
BH6			
BH7			
BH8			
BH9			
BH10			
BH11			
BH12			
BH13			
BH14			
BH15			
BH16			
N	36	43	54.59
E	53	6	1.97

حاده بلاژ


دانشگاه علوم  
پزشکی پیامبر  
اعظم ساری

بطرف ساری

BH۲

BH1

اختلاف ارتفاع گمانه ها از زمین اطراف صفر

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیم آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

## پیوست 2

# آلبوم تصاویر



Rev. 00


گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی  
150 مگاواتی زیر آبر ساری

شماره کار:  
070021856

کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک  
مدیریت استان مازندران



Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیرم آوری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

**پیوست 3**


**جداول**



Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیر آبر ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

طبقه بندی نوع زمین بر اساس آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد 2800) - ویرایش 4

پارامترها			توصیف لایه بندی زمین	نوع زمین
$\bar{C}_u (kPa)$	$\bar{N}_{1(60)}$	$\bar{v}_s (m/s)$		
-	-	>750	سنگ و شبه سنگ، شامل سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی و خاک‌های سیمانته بسیار محکم با حداکثر 5 متر مصالح ضعیف تر تا سطح زمین	I
>250	>50	375-750	خاک خیلی متراکم یا سنگ سست، شامل شن و ماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت با ضخامت بیشتر از 30 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 کاملاً هوازده	II
70-250	15-50	175-375	خاک متراکم تا متوسط، شامل شن و ماسه متراکم تا متوسط یا رس‌های سخت با ضخامت بیشتر از 30 متر	III
<70	<15	<175	خاک متوسط تا نرم، لایه‌های خاک غیر چسبنده یا با کمی خاک چسبنده با تراکم متوسط تا کم، لایه‌های خاک کاملاً چسبنده نرم تا محکم	IV

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیرم آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

# پیوست 4

## نتایج آزمایش‌های صحرایی



وزارت راه و شهر سازی  
شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک  
مدیریت استان مازندران

## گزارش انجام آزمایش پرسیومتری

پروژه نیروگاه 150 مگاواتی سیکل ترکیبی زیر آور ساری

کارفرما:

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر

شماره کار:

070021856

دی ماه 1402



## گزارش انجام آزمایش‌های پرسیومتری در محل پروژه نیروگاه سیکلی ترکیبی ساری

### ۱- شرح آزمایش پرسیومتری

آزمایش پرسیومتری که به اختصار (PMT) گفته می‌شود، یکی از آزمایش‌های برج‌ها در مهندسی ژئوتکنیک می‌باشد که بوسیله آن می‌توان تخمین مناسبی از رفتار تنش-کرنش خاک بدست آورد. این آزمایش قابلیت انجام شدن در انواع خاکها را با در نظر گرفتن ملاحظات اجرایی دارا می‌باشد.

طبق درخواست آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران، مقرر گردید که در مقاطع مختلف گمانه BH.1، آزمایش پرسیومتری (PMT) در محل پروژه **نیروگاه سیکلی ترکیبی ساری** انجام گردد، که بعد از ارسال دستگاه، آزمایش‌های مورد نظر مطابق با اعماق اعلام شده صورت گرفت. انجام آزمایش طبق استاندارد ASTM D4719 صورت می‌گیرد که به شرح ذیل است:

- حفر گمانه از پیش حفاری شده با قطر هم اندازه پروب
- انتقال پروب آزمایش به داخل گمانه در عمق مورد نظر
- اعمال فشار به پروب با استفاده از فشار آب و گاز نیتروژن جهت انبساط پروب
- اعمال نیرو به صورت جانبی به خاک دیواره گمانه
- قرائت تغییر حجم پروب
- ترسیم نتایج و استخراج پارامترهای مورد نیاز

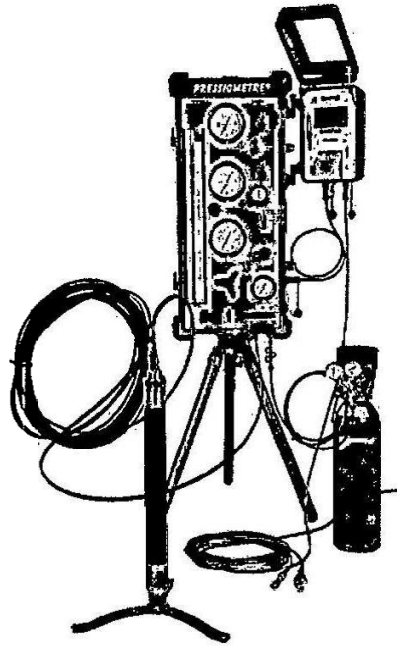
### ۲- معرفی دستگاه پرسیومتر:

به طور کلی دستگاه پرسیومتر شامل سه بخش اصلی است:

- بخش کنترل جهت اعمال و کنترل بار به غشای استوانه‌ای
- غشای استوانه‌ای جهت اعمال بار به خاک (قطر پروب 40mm برای خاکهای ریزدانه و قطر پروب 60mm برای خاکهای درشت‌دانه)
- لوله‌های رابط بین بخش کنترل و غشای استوانه‌ای

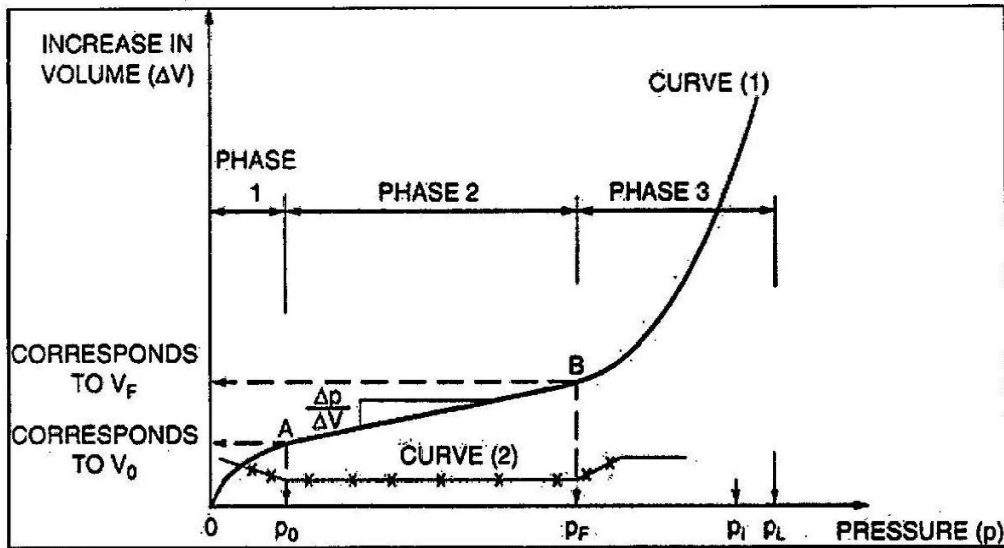
محدوده عملکرد دستگاه:

- حداکثر عمق انجام آزمایش، ۵۰ متر
- حداکثر تغییر حجم پروب، ۵۰۰ CC



۳- پارامترهای اصلی قابل حصول از روی نمودار آزمایش پرسیمتری:

- $E_m$ : مدول متناورد جهت محاسبات نشست شالوده
- $P_f$ : فشار حدی جهت محاسبات ظرفیت باربری شالوده
- $P_r$ : فشار خزش
- $P_0$ : فشار اولیه

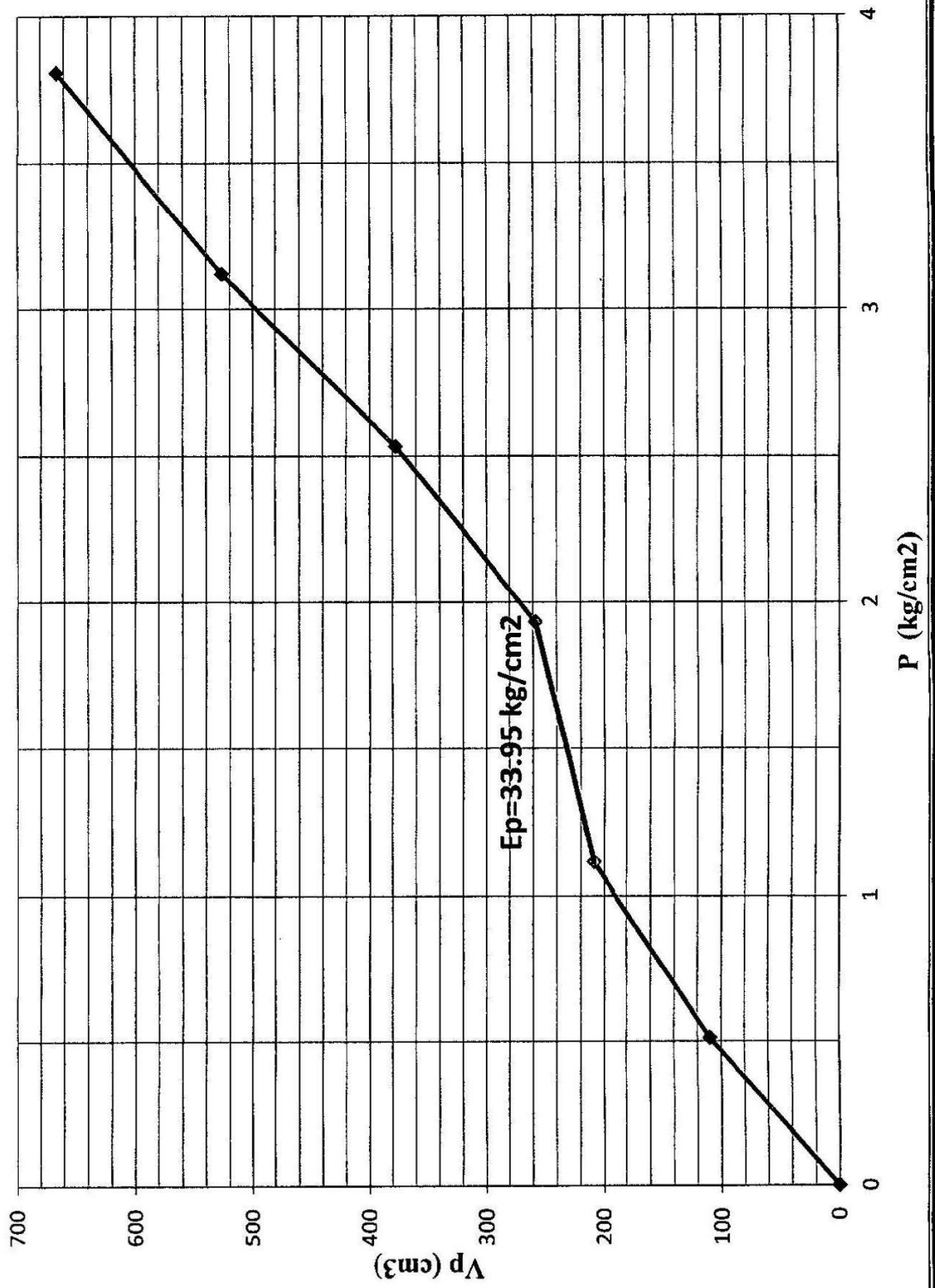


۴- پارامترهایی که قابل تخمین از نتایج حاصل از آزمایش پرسیومتری می‌باشند به شرح ذیل هستند:

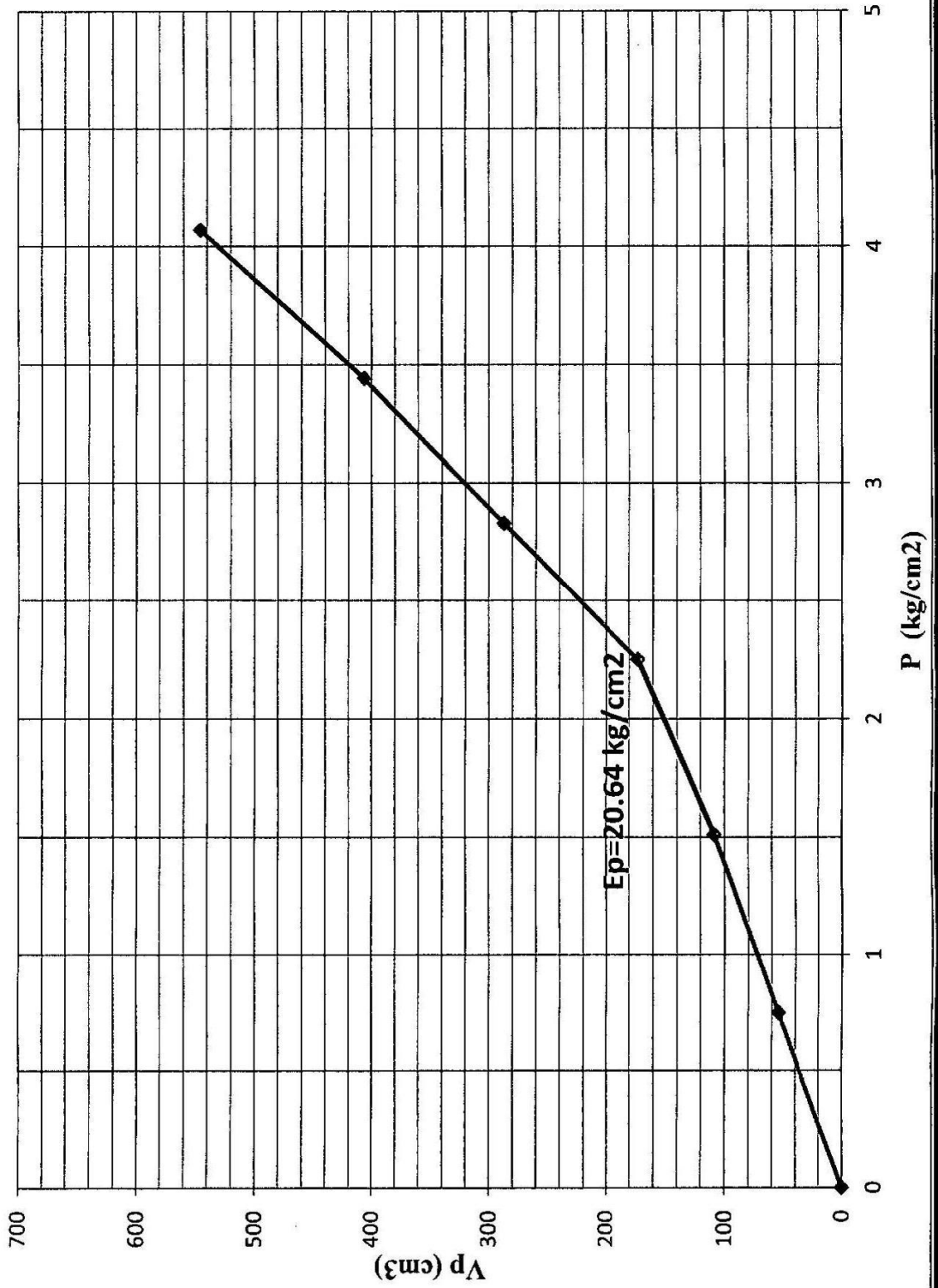
- مدول تغییر شکل  $E$
- مقاومت زهکشی نشده در رسها  $c_u$
- زاویه اصطکاک داخلی مؤثر  $\phi'$
- زاویه انبساط در ماسه ها  $\psi$

۵- نمودار نتایج حاصل از آزمایش پرسیومتری در گمانه BH.1 در ادامه ارائه گردیده است:

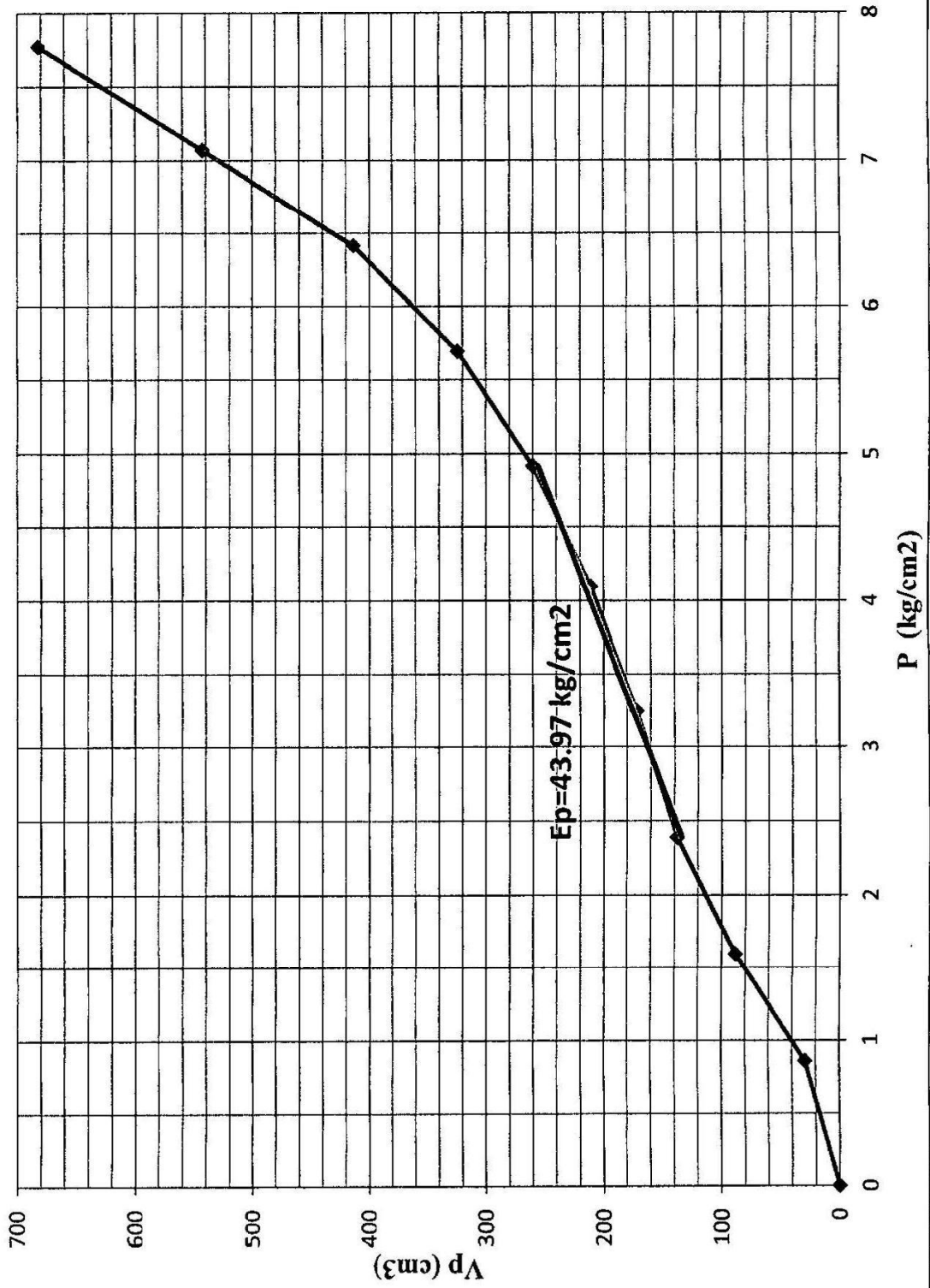
**Modified Pressuremeter Test Graph For Pressure and Volume Losses  
BH1, Depth: 10-11 m**



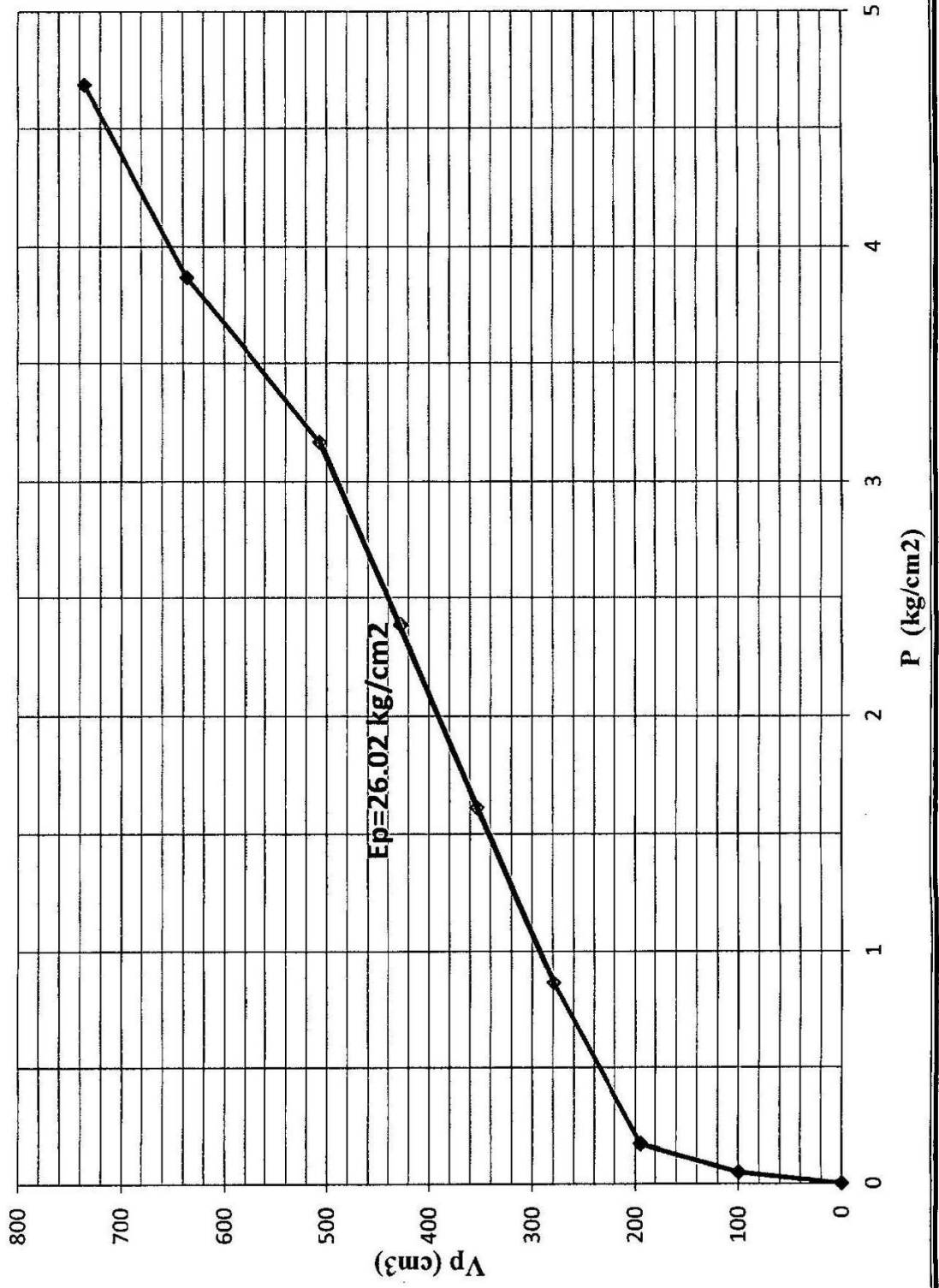
**Modified Pressuremeter Test Graph For Pressure and Volume Losses**  
**BH-1, Depth 20-21 m**



**Modified Pressuremeter Test Graph For Pressure and Volume Losses  
BH-1, Depth 30-31 m**



**Modified Pressuremeter Test Graph For Pressure and Volume Losses**  
**BH11, Depth: 41-42 m**



جهت محاسبه مدول الاستیسیته خاک ( $E_s$ )، ابتدا باید مدول پرسیمتری ( $E_p$ ) حاصل از آزمایش را محاسبه کرد. مقدار مدول پرسیمتری ( $E_p$ ) به صورت ذیل ارائه قابل ارائه است:

$$E_p = 2(1 + \nu)(V_0 + V_m) \frac{\Delta P}{\Delta V}$$

در رابطه فوق  $\nu$ ، نسبت پواسون است که معمولاً ۰/۳۳ در نظر گرفته می‌شود.  $V_0$ ، حجم اولیه سوند و  $V_m$ ، حجم میانگین سوند در گستره تنش در نظر گرفته شده (یعنی  $(V_0 + V_m)/2$ ) برای یک گام تنش،  $\Delta P/\Delta V$ ، شیب بخش خطی منحنی تنش در مقابل حجم سوند می‌باشد.

$$E_{oed} = E_p/\alpha$$

	Peat		Clay		Silt		Sand		Sand and gravel	
	$E_M/p_L$	$\alpha$	$E_M/p_L$	$\alpha$	$E_M/p_L$	$\alpha$	$E_M/p_L$	$\alpha$	$E_M/p_L$	$\alpha$
OC			>16	1	>14	2/3	>12	1/2	>10	1/3
NC		1	9-16	2/3	8-14	1/2	7-12	1/3	6-10	1/4
Weathered and remoulded			7-9	1/2		1/2		1/3		1/4

After Baguelin et al. (1978)

$$E_s = \frac{E_{oed}(1 - 2\nu)(1 + \nu)}{(1 - \nu)}$$

$$E_s = \frac{E_{oed}(1 - 2 \times 0.33)(1 + 0.33)}{(1 - 0.33)} = 0.675E_{oed}$$

با توجه به آزمایش انجام شده (به عنوان مثال) در عمق ۱۰-۱۱ متر، مقدار مدول پرسیمتری برابر خواهد بود با:

$$E_p = 33.95 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_L = 3.80 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_p/P_L = 33.95/3.80 = 8.93$$

$$E_{oed} = E_p/\alpha = 33.95/(1/2) = 67.90 \text{ kg/cm}^2$$


$$E_s = 0.675 \times 67.90 = 45.83 \text{ kg/cm}^2$$



لازم به ذکر است که با توجه به اینکه مصالح از نوع رس و لای بوده، لذا مقدار ( $\alpha$ ) برابر  $1/2$  در نظر گرفته شده است.


بطور مشابه برای اعماق دیگر می توان جدول ذیل را ارائه کرد:

عمق انجام آزمایش (متر)	۱۰-۱۱	۲۰-۲۱	۳۰-۳۱	۴۱-۴۲
مدول پرسیمتری $E_p (kg/cm^2)$	۳۳/۹۵	۲۰/۶۴	۴۳/۹۷	۲۶/۰۲
مدول الاستیسیته $E_s (kg/cm^2)$	۴۵/۸۳	۲۷/۸۶	۵۹/۳۶	۳۵/۱۲

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیم آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

# پیوست 5

## نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی

Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیم آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

# پیوست 6

## نمودار گمانه‌ها



شماره نمونه : 449281  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 0-2m

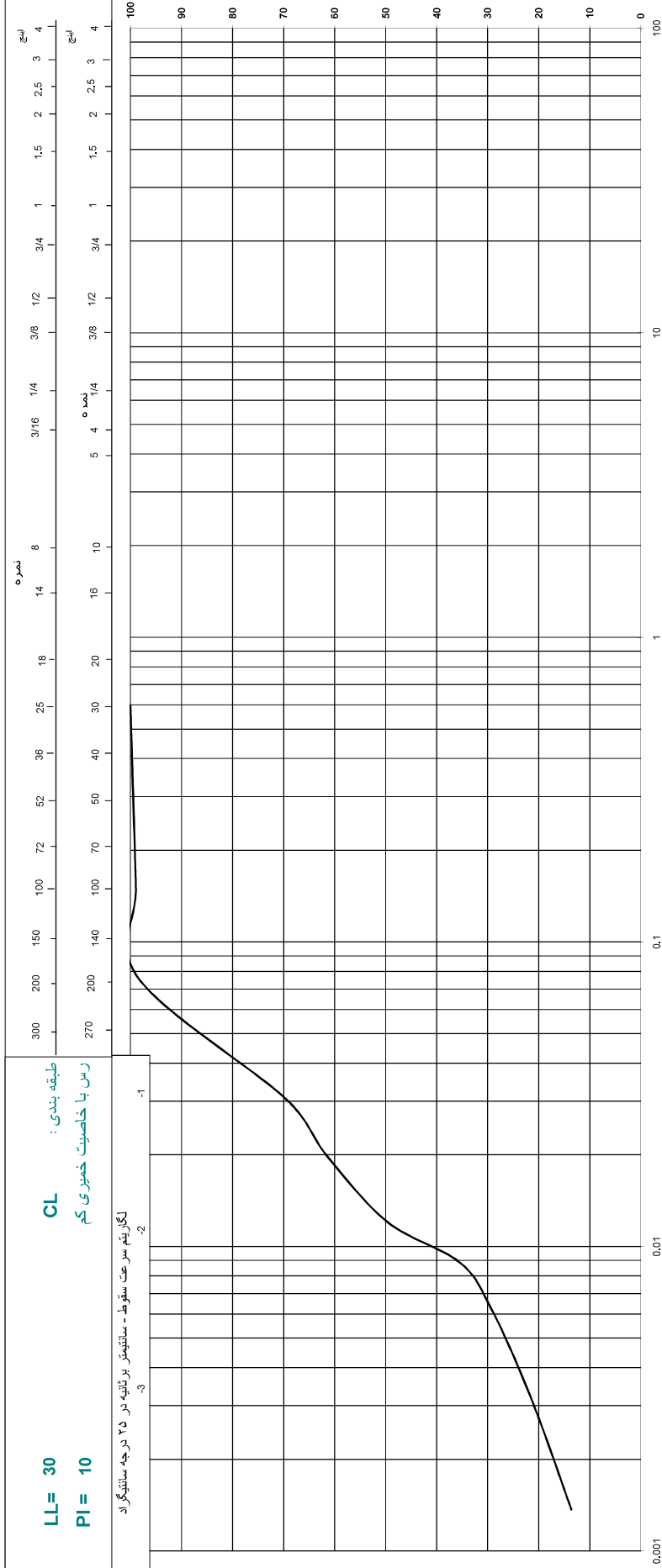
شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

طبقه بندی : CL  
 رس با خاصیت خمیری کم  
 LL = 30  
 PI = 10

لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمتر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

070021856

شماره کار :

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آوری

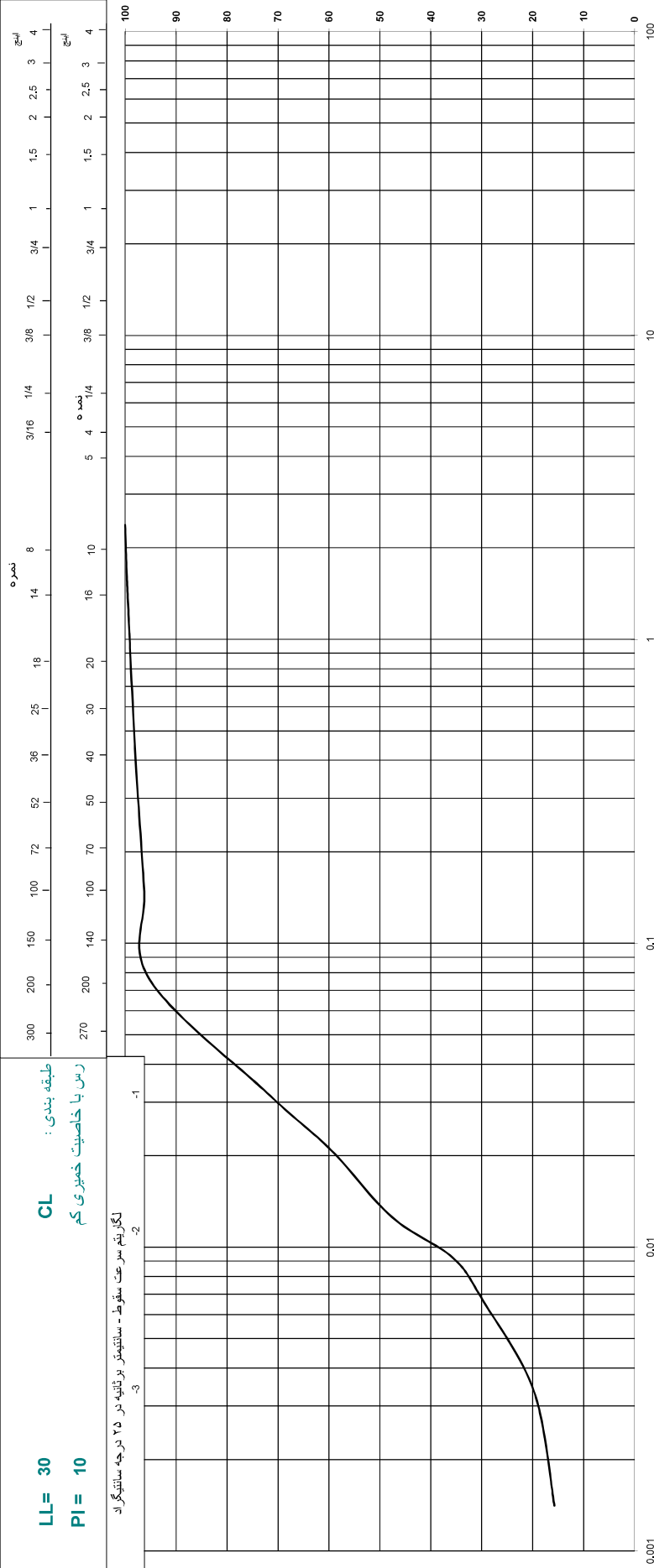
مختی دانه بندی

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

449282 شماره نمونه :

BH1 شماره گمانه :

2-4m عمق :



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شماره نمونه : 449283  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 4-6m

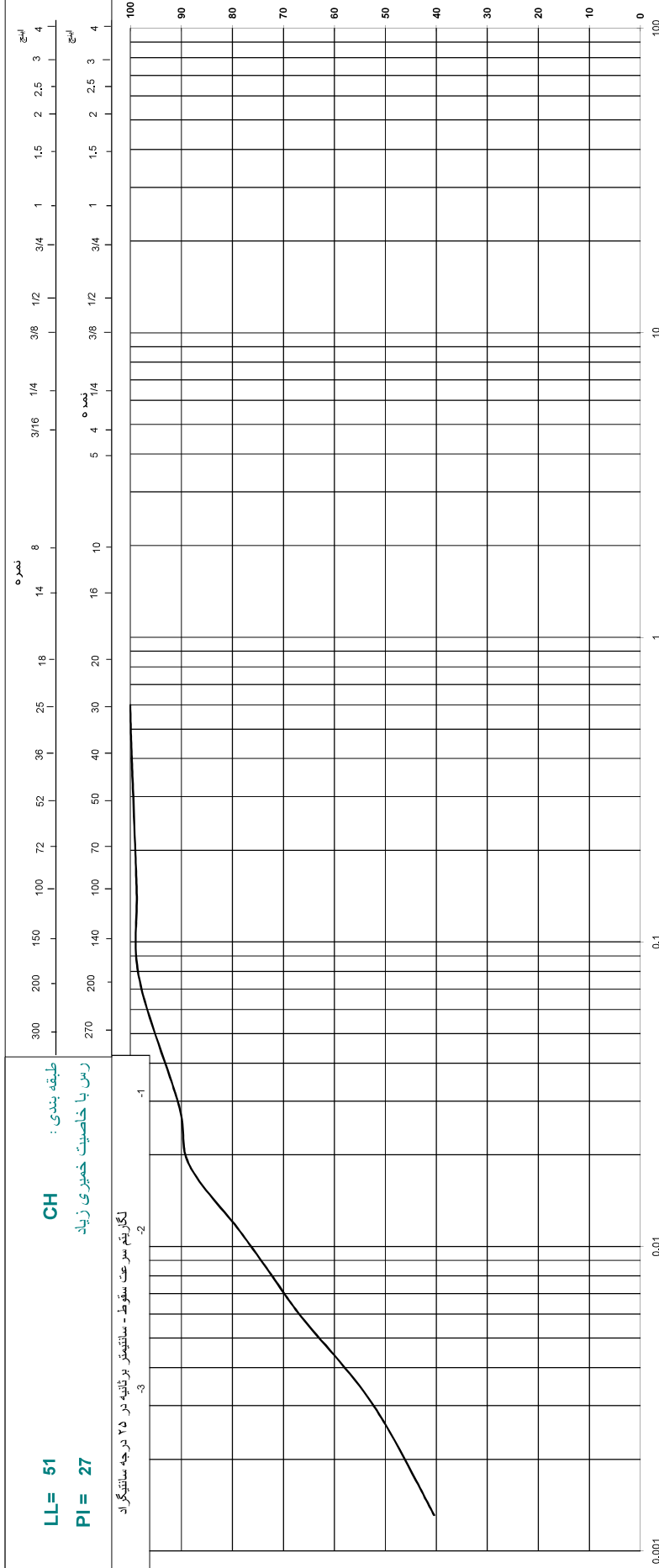
شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

طبقه بندی : CH  
 رس با خاصیت خمیری زیاد  
 لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمتر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد

LL = 51  
 PI = 27



رس	لای ورس	ماسه	شن
		ماسه	شن





شماره نمونه : 449291  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 8-10m

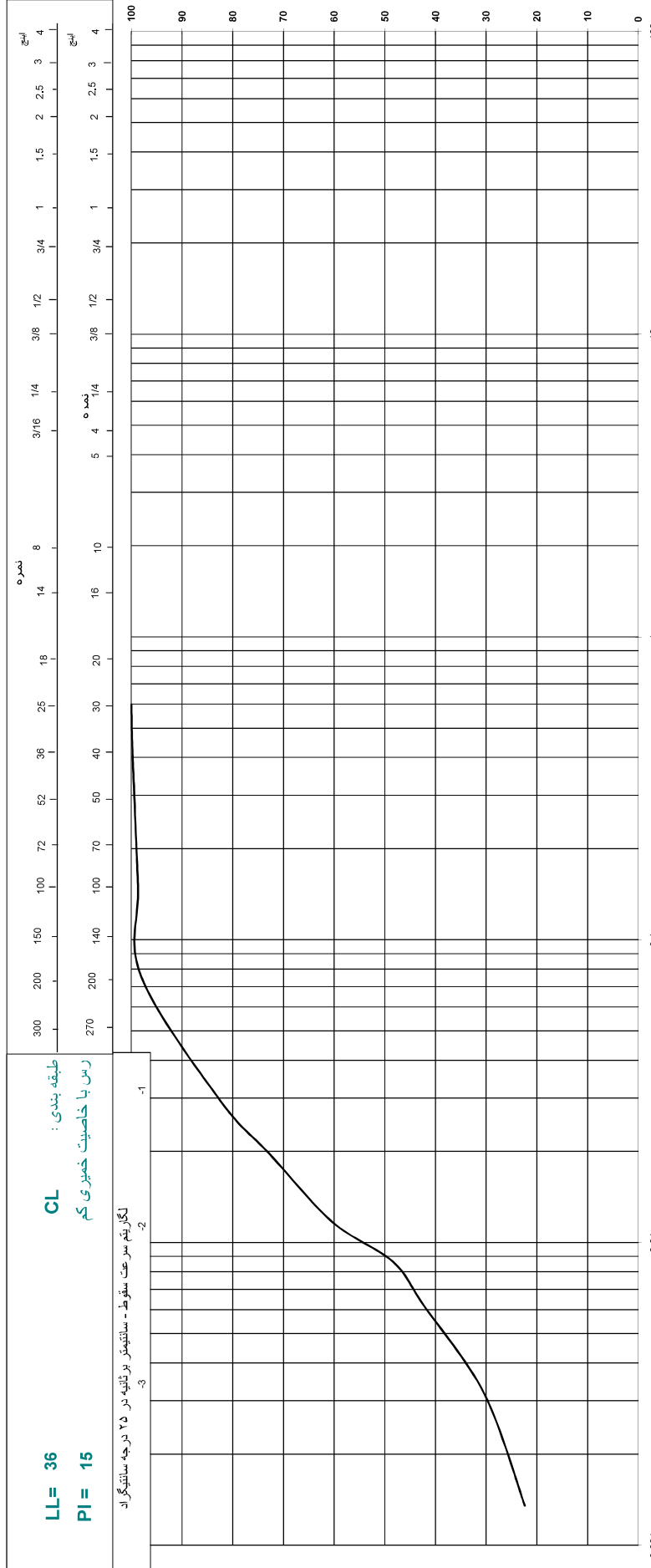
شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

طبقه بندی : **CL**  
 رس با خاصیت خمیری کم  
 لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمتر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد  
**LL = 36**  
**PI = 15**



رس	لای و رس	ماسه	شن
رس	لای	ماسه	شن







شماره نمونه : 449293  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 12-14m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

070021856

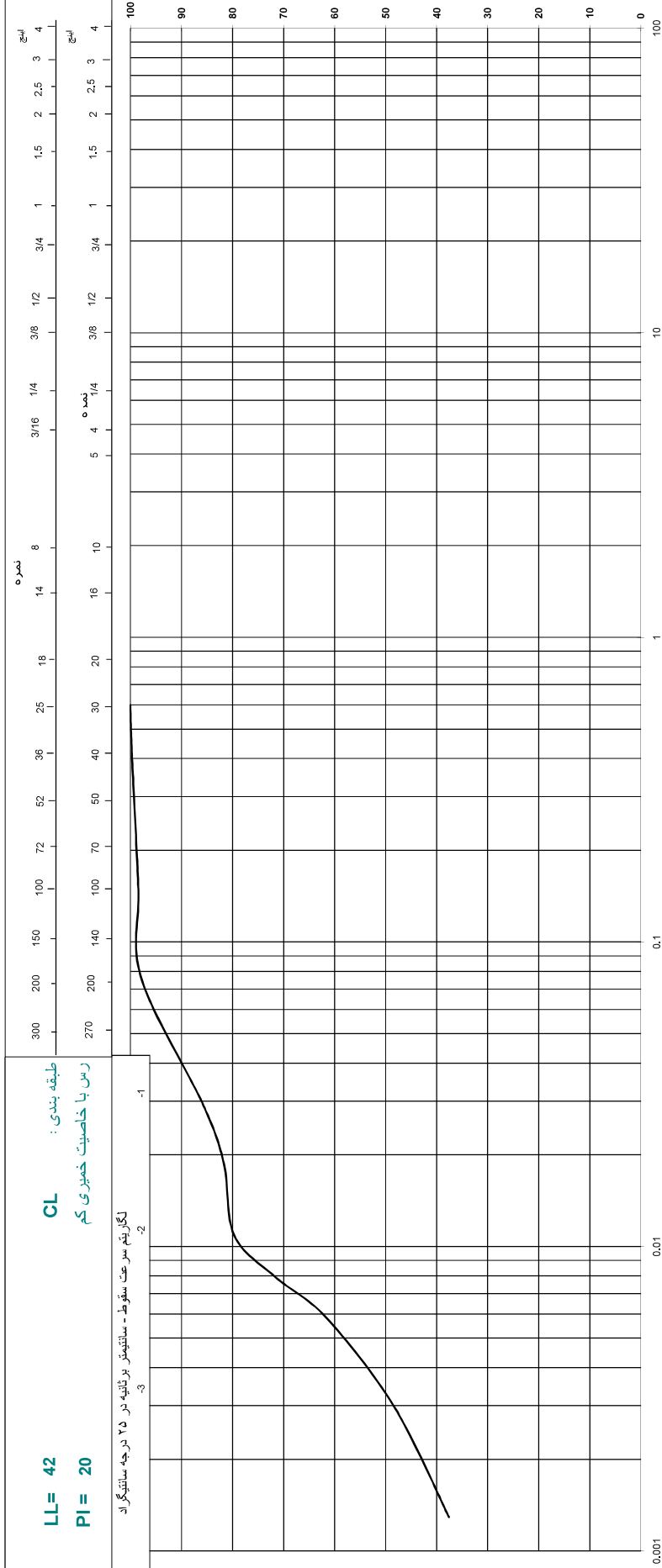
شماره کار :

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

متقاضی :

مختصی دانه بندی



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شماره نمونه : 449294  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 14-16m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

070021856

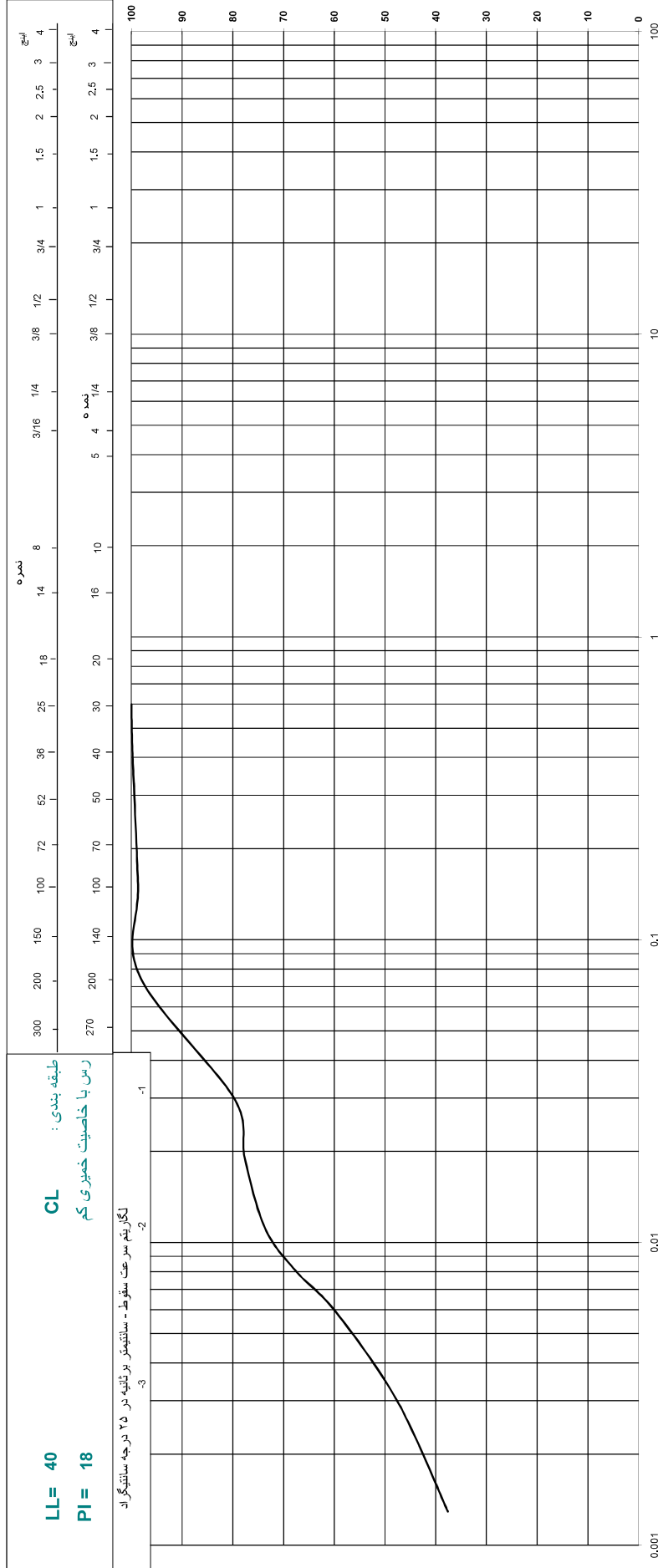
شماره کار :

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

متقاضی :

مختصی دانه بندی



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شماره نمونه : 449501  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 16-18m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

070021856

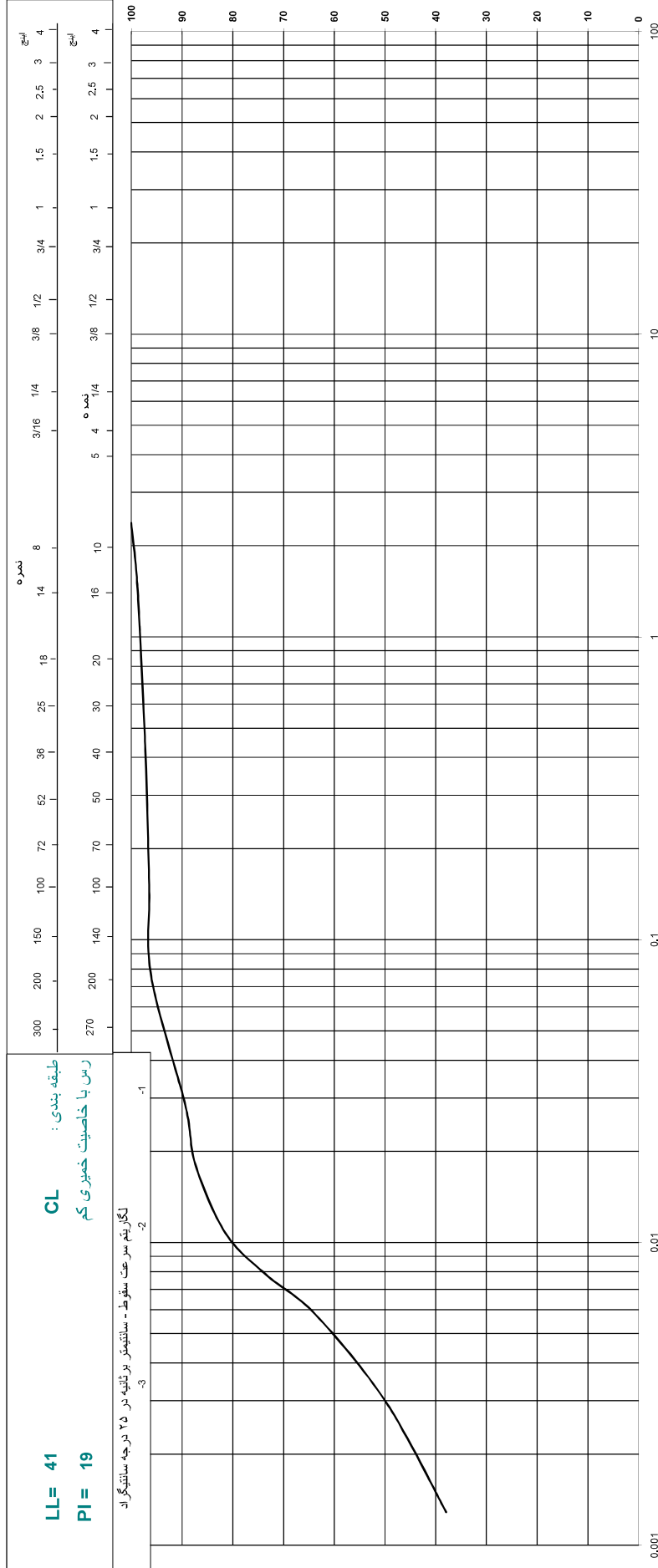
شماره کار :

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

متقاضی :

مختصی دانه بندی



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

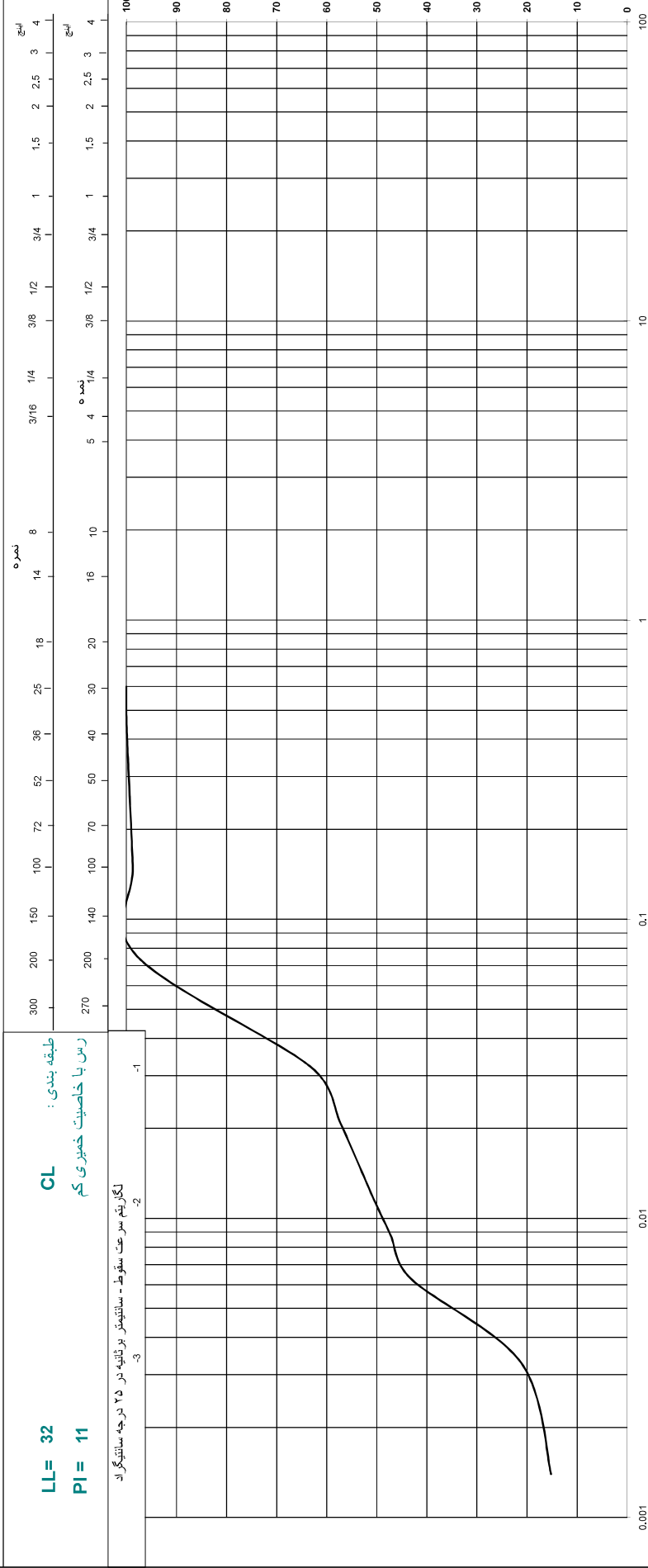
شماره نمونه: 449502

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری

عمق: 18-20m

متقاضی: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

شماره نمونه: 449503

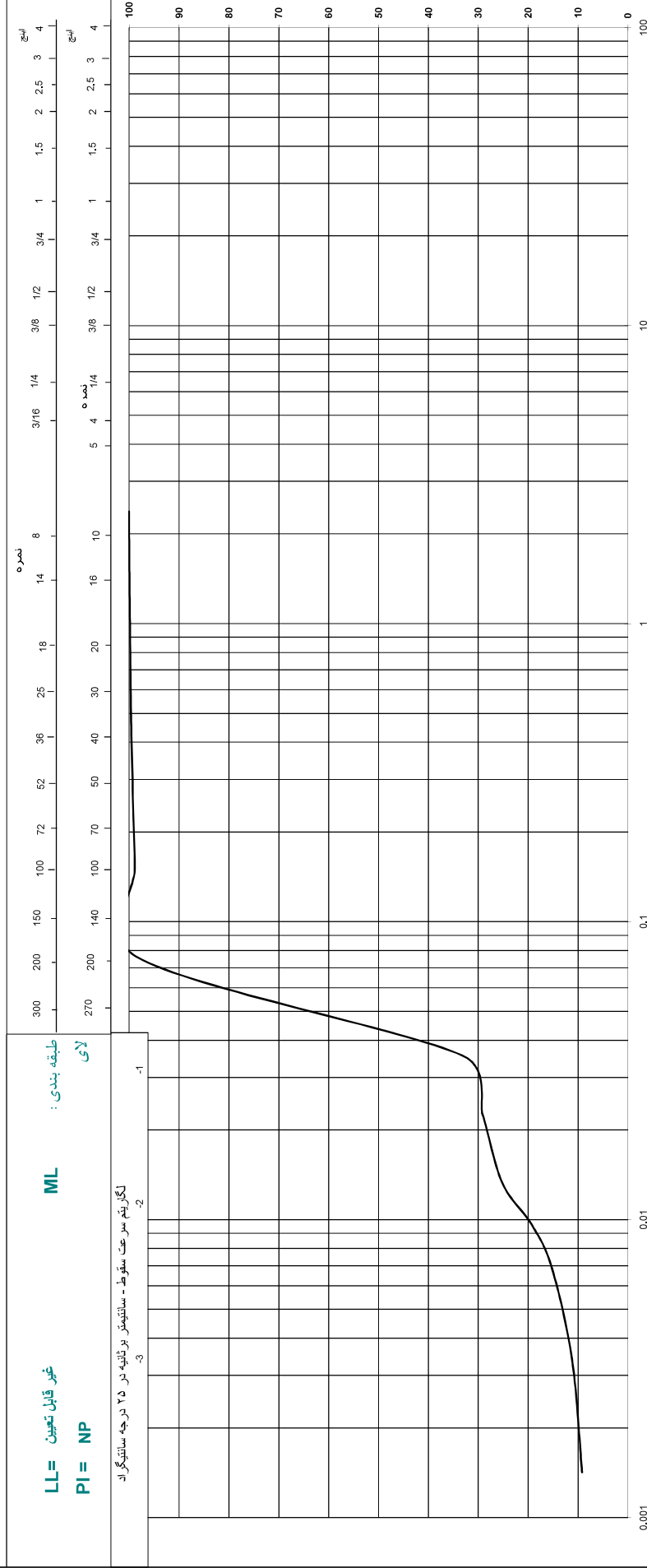
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آوری

عمق: 20-22m

متقاضی:

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----

درصد رطوبت شده



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

070021856

شماره کار :

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری

مختی دانه بندی

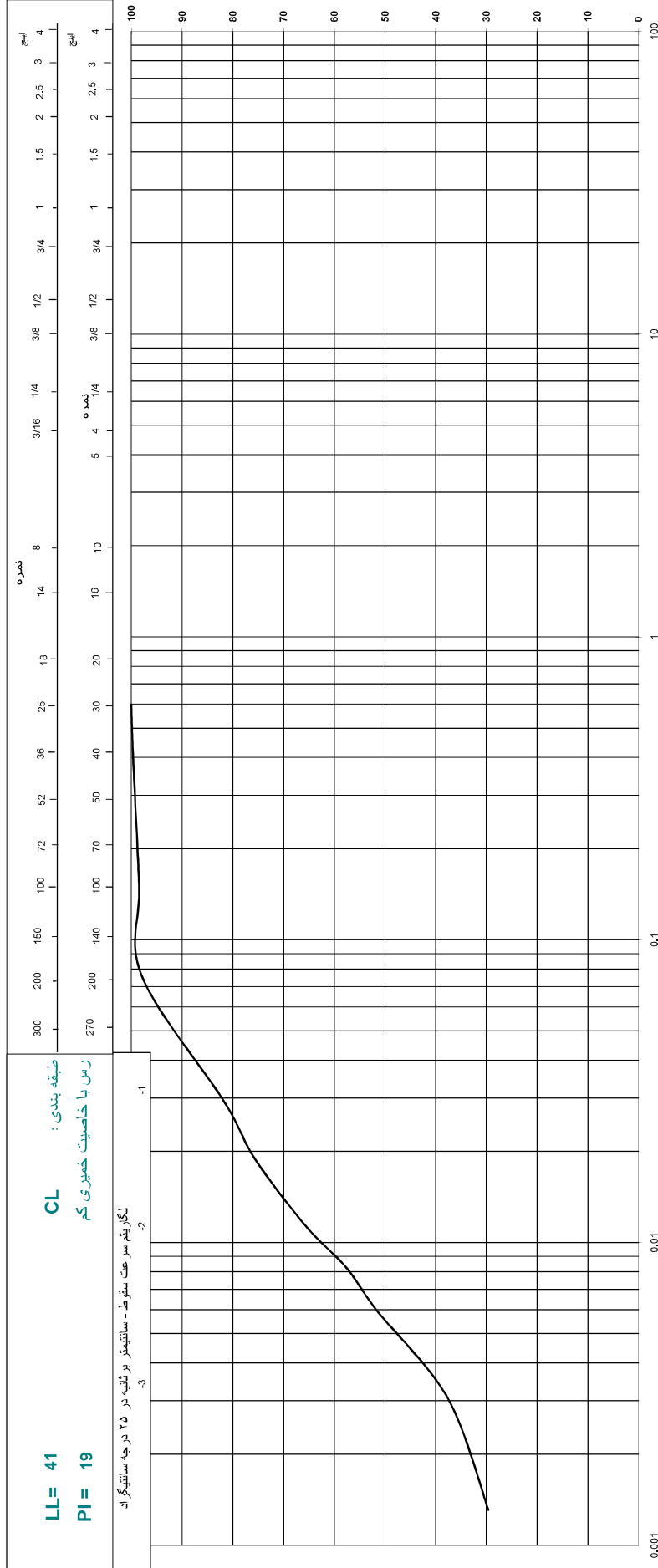
متقاضی :

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

449504 شماره نمونه :

BH1 شماره گمانه :

22-24m عمق :



رس	ماسه	ماسه	شن	شن
لای و رس	لای	ماسه	شن	شن



شماره نمونه : 449505  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 24-26m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

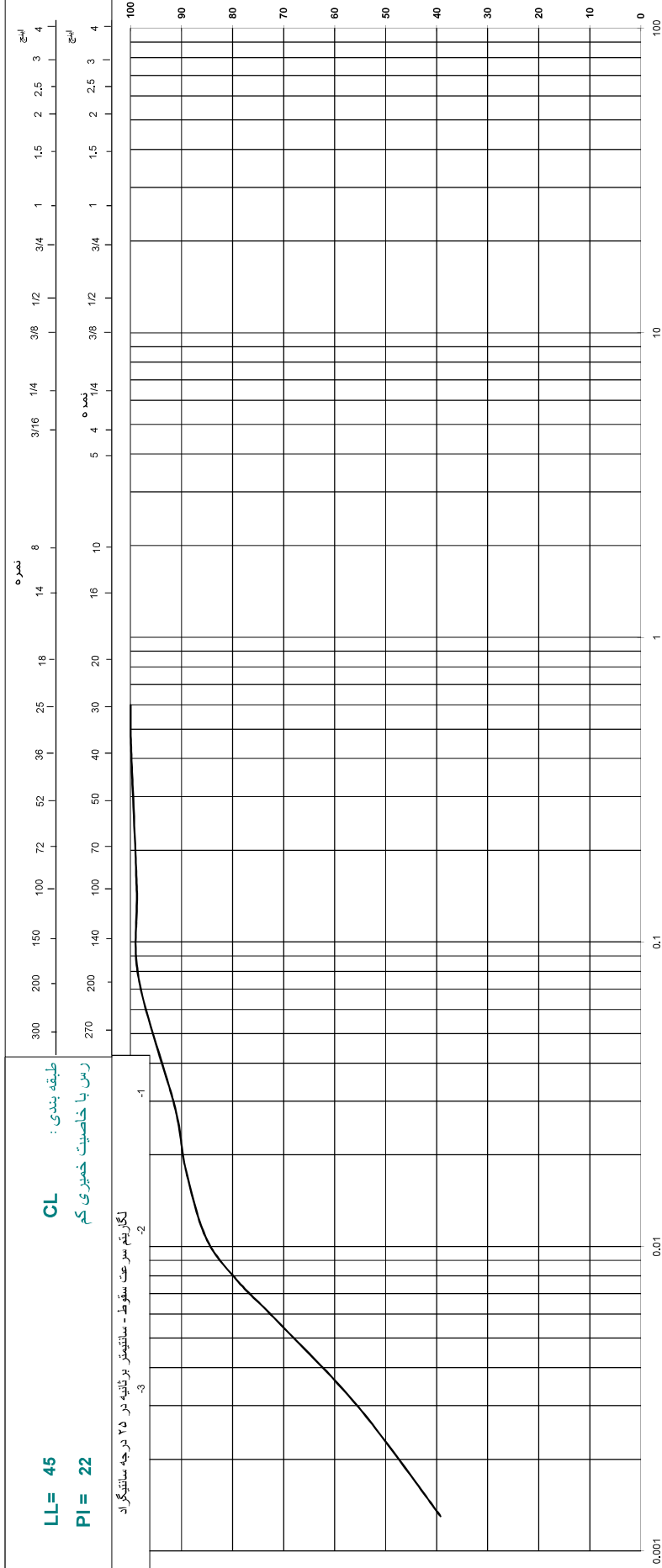
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

طبقه بندی : **CL**  
 رس با خاصیت خمیری کم  
 لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمتر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد

LL = 45  
 PI = 22



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----





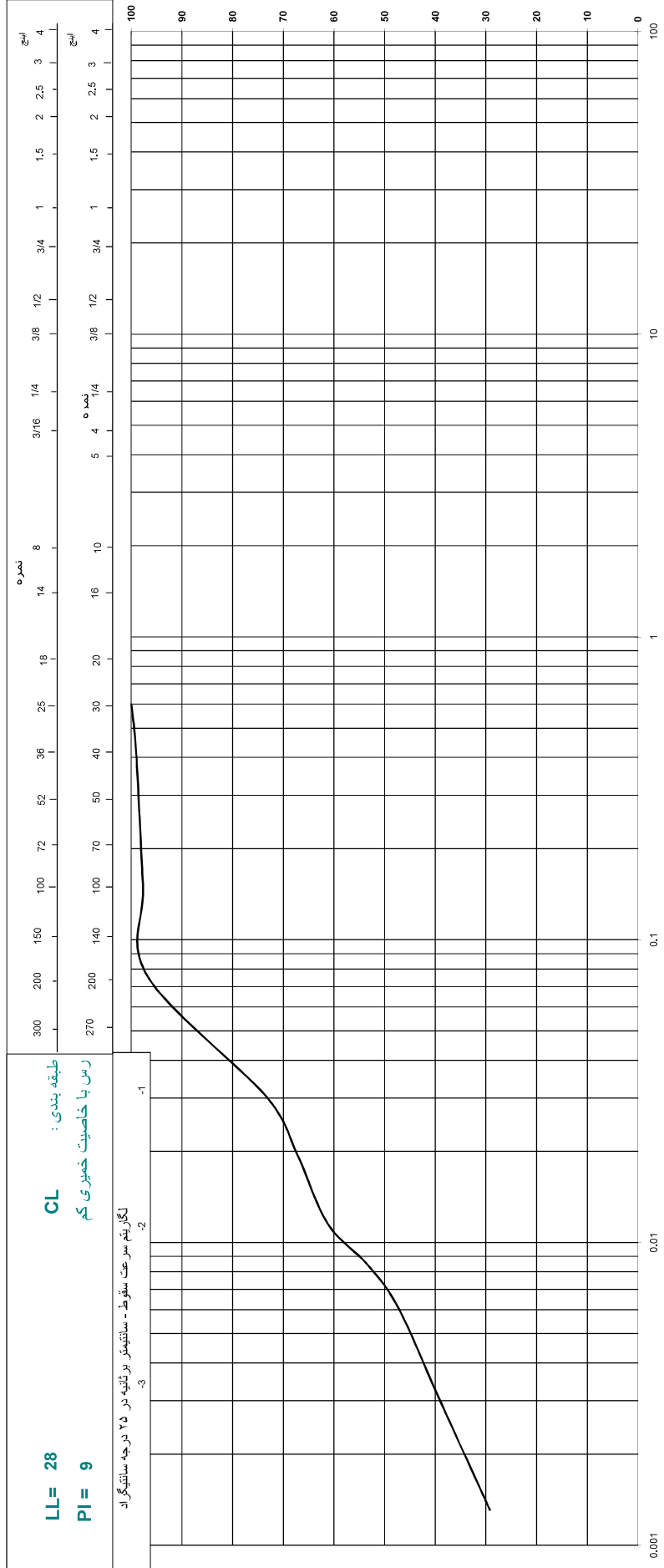
شماره نمونه : 449506  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 26-28m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



449507

شماره نمونه :

BH1

شماره گمانه :

28-30m

عمق :

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

070021856

شماره کار :

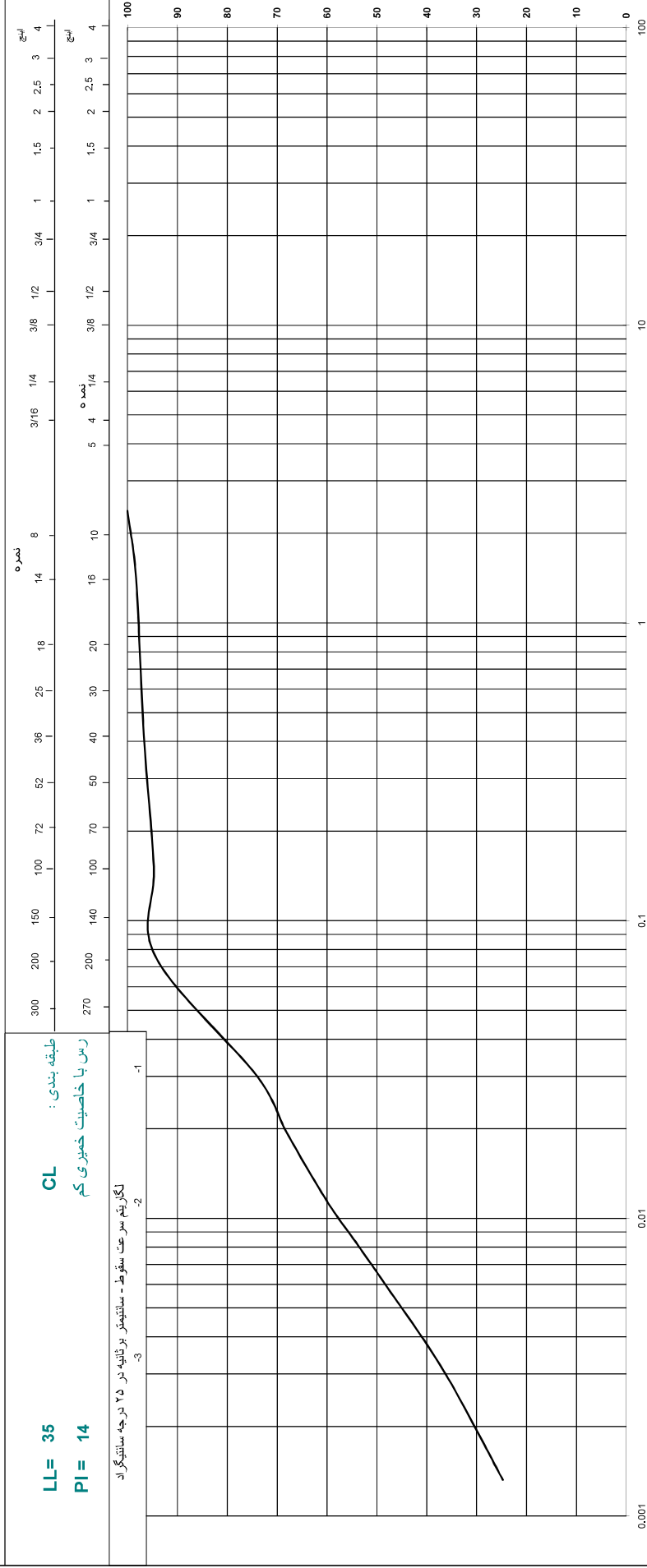
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری

مختی دانه بندی

متقاضی :

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شماره نمونه : 449508  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 30-32m

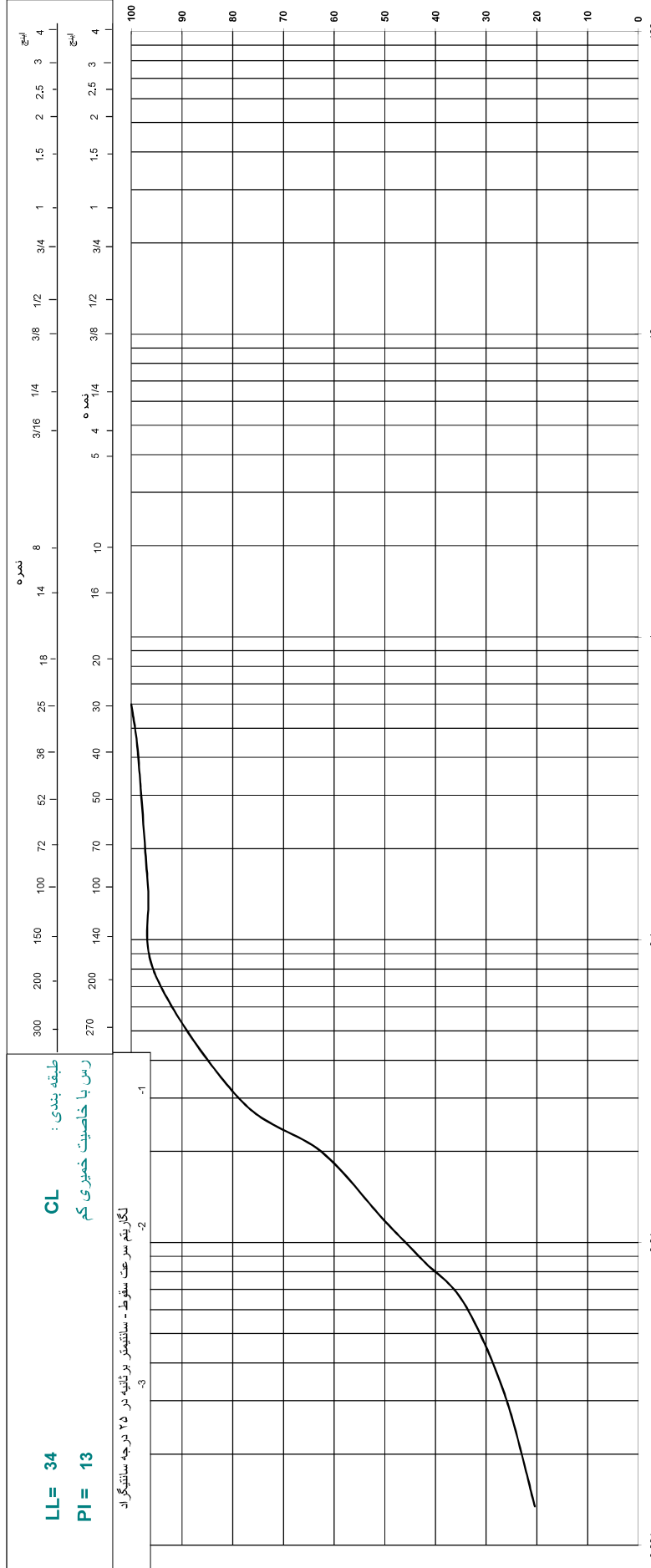
شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

طبقه بندی : **CL**  
 رس با خاصیت خمیری کم  
 لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمتر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد  
**LL = 34**  
**PI = 13**



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



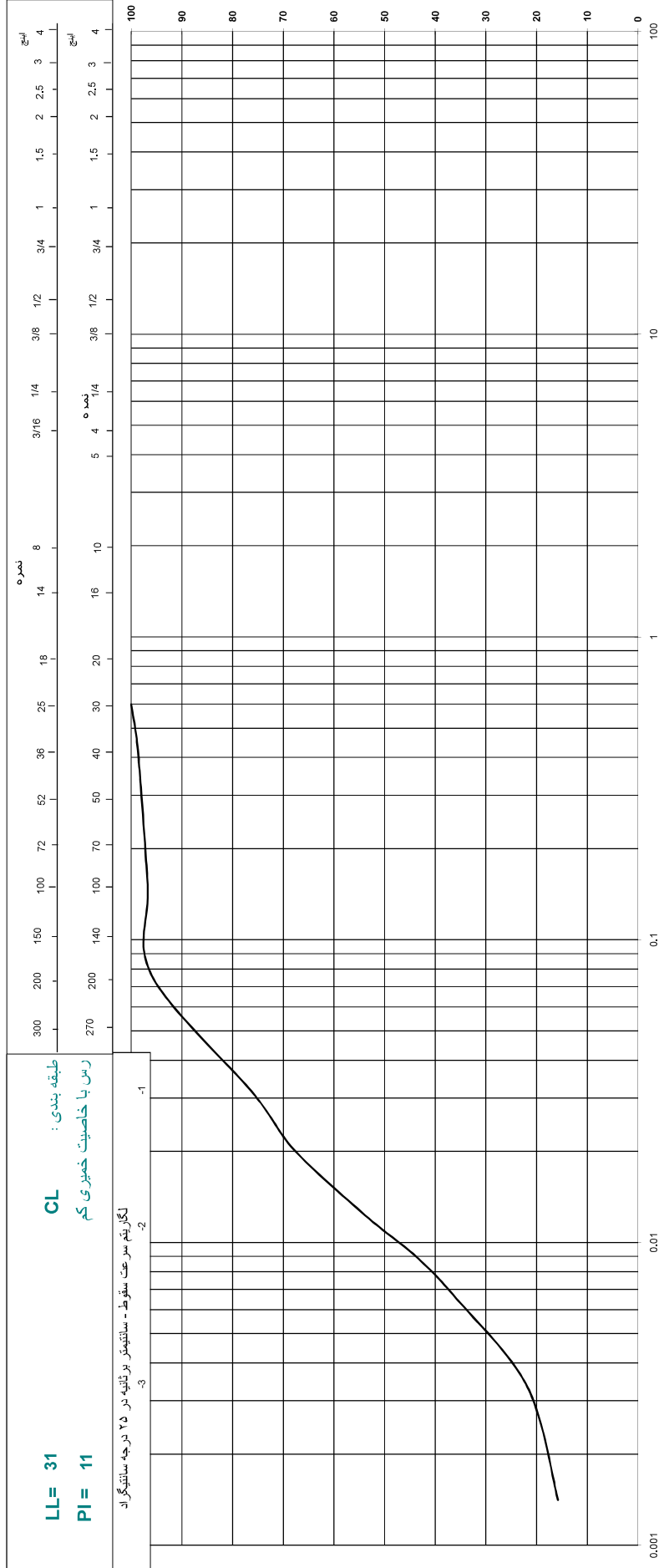
شماره نمونه : 449509  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 32-34m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای ورس	ماسه	شن
رس	لای	ماسه	شن



شماره نمونه : 449510  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 34-36m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

070021856

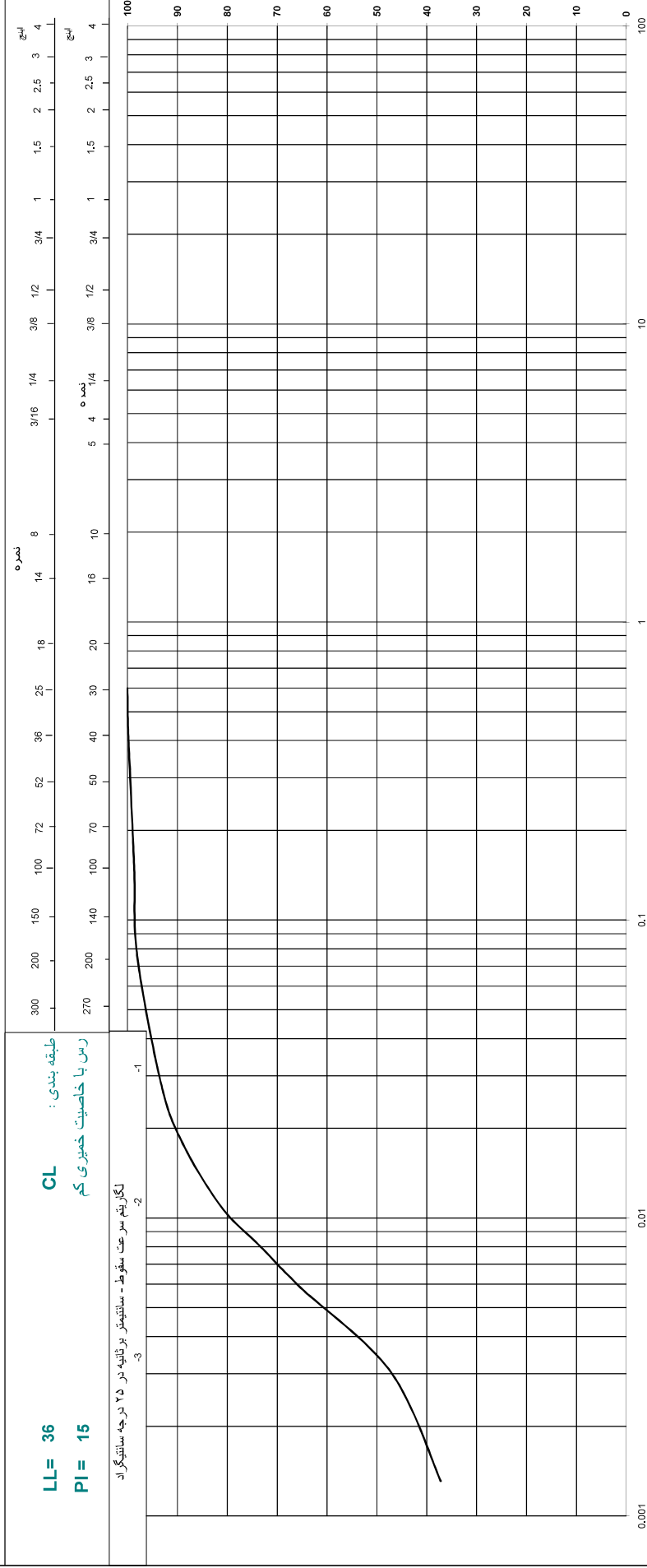
شماره کار :

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

متقاضی :

مختصی دانه بندی



رس	لای	ماسه	شن
رس	لای و رس	ماسه	شن



449511

شماره نمونه :

BH1

شماره گمانه :

36-38m

عمق :

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

070021856

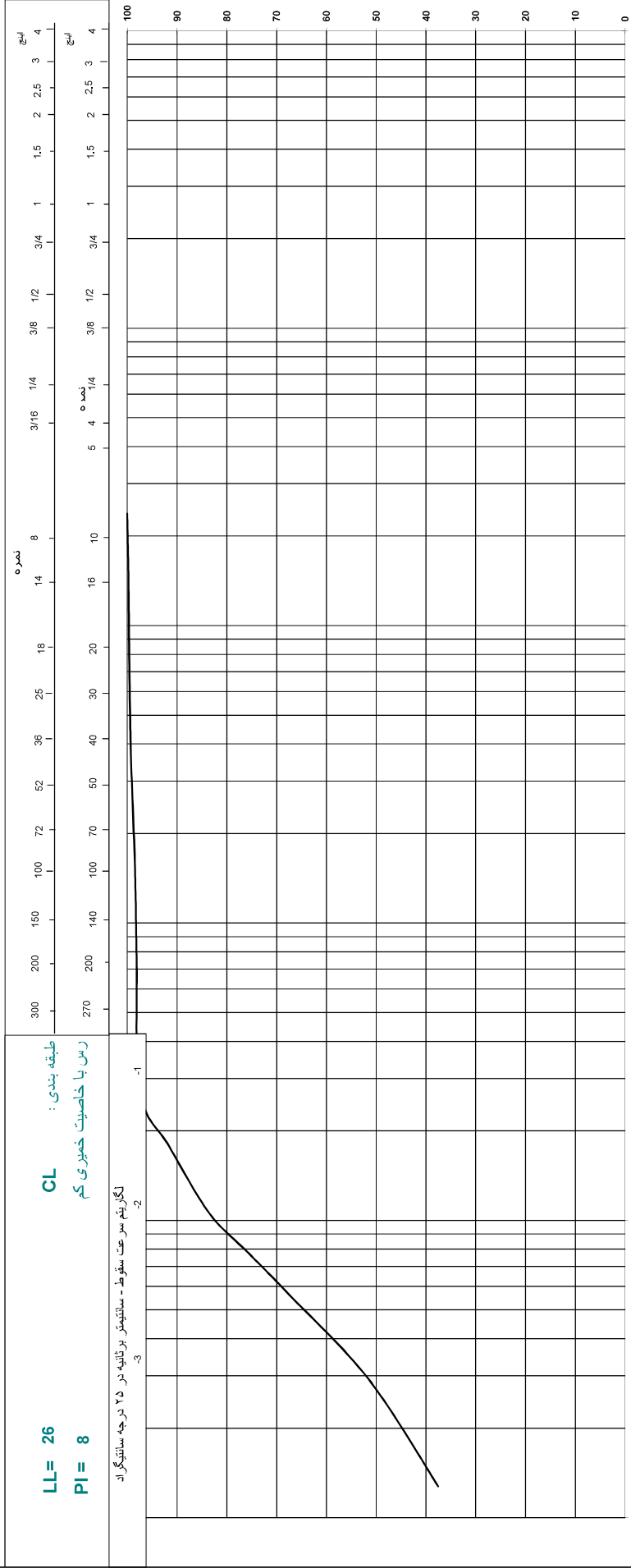
شماره کار :

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری

مختی دانه بندی

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	شن
رس	لای و رس	ماسه	شن

درصد رطوبت



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

شماره نمونه:

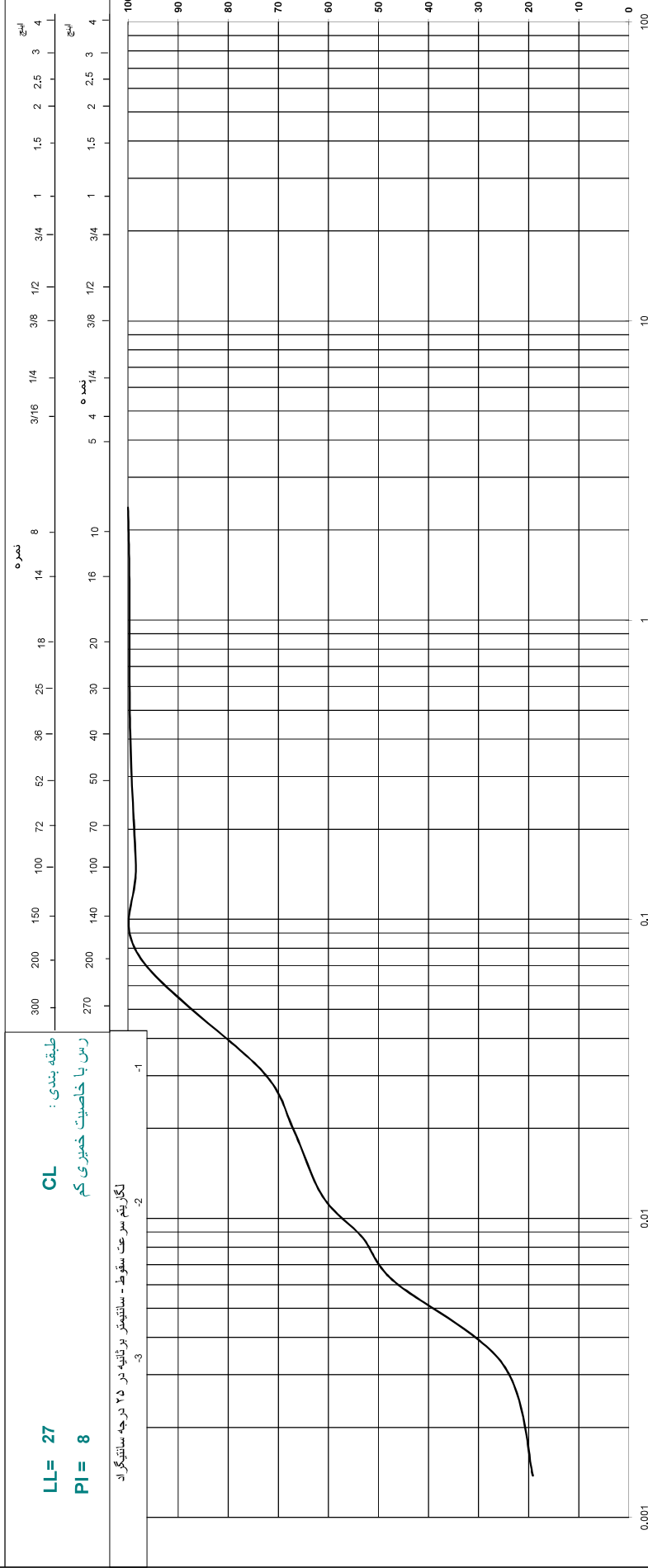
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری

عمق: 38-40m

مقتضی:

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

شماره نمونه: 449513

شماره گمانه: BH1

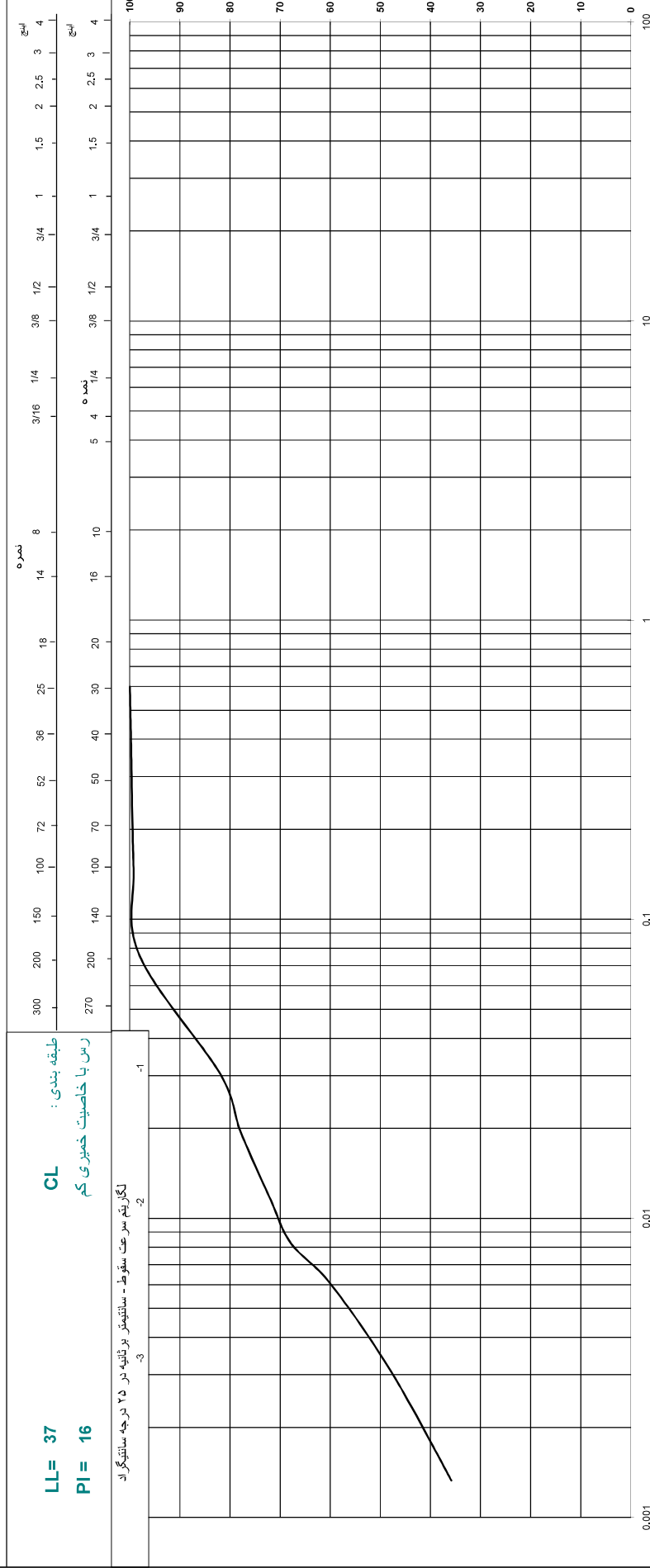
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری

عمق: 40-42m

مختی دانه بندی

متقاضی: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رِس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
-----	-----	------	------	----	----



بسیستم تقابلی



## شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

شماره نمونه:

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - امامگاوایی سیکل ترکیبی زیم آور ساری

مختی دانه بندی

متقاضی:

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

شماره نمونه:

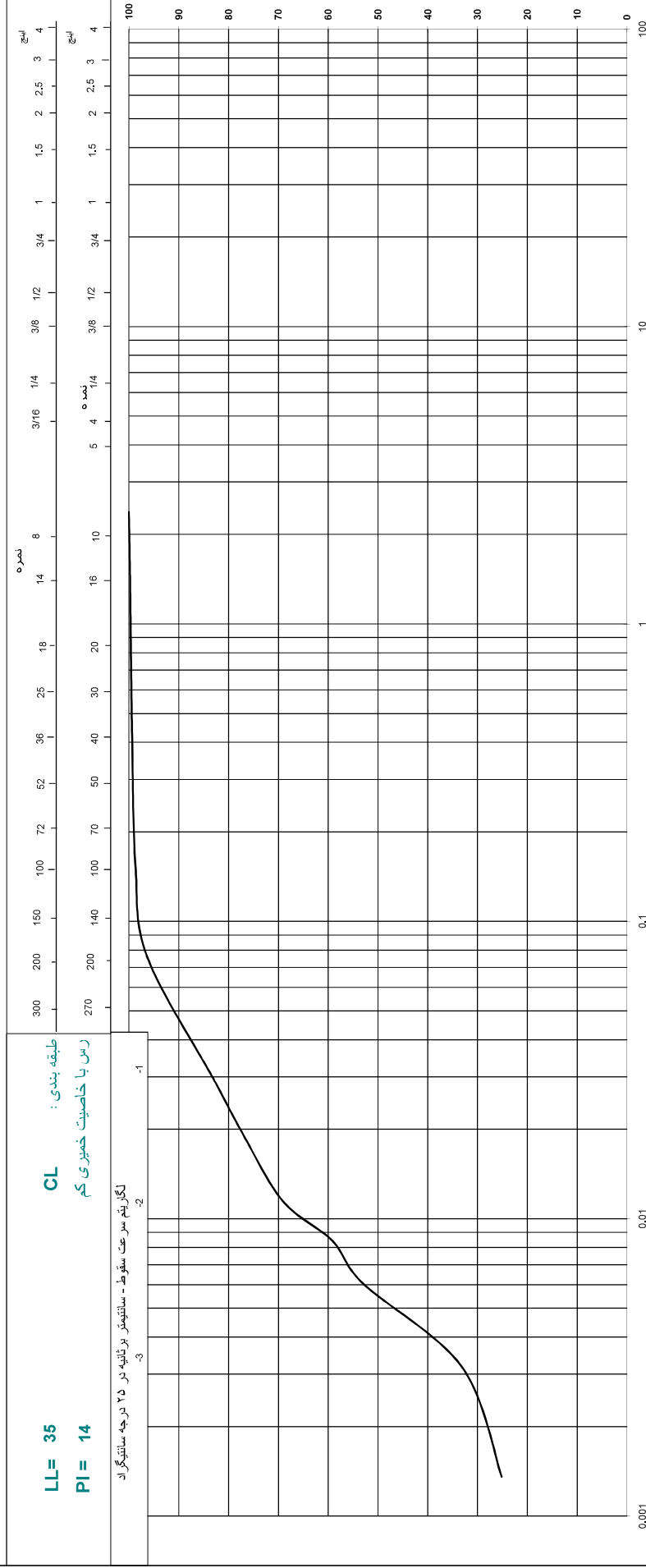
449526

شماره گمانه:

BH1

عمق:

40-42m



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----

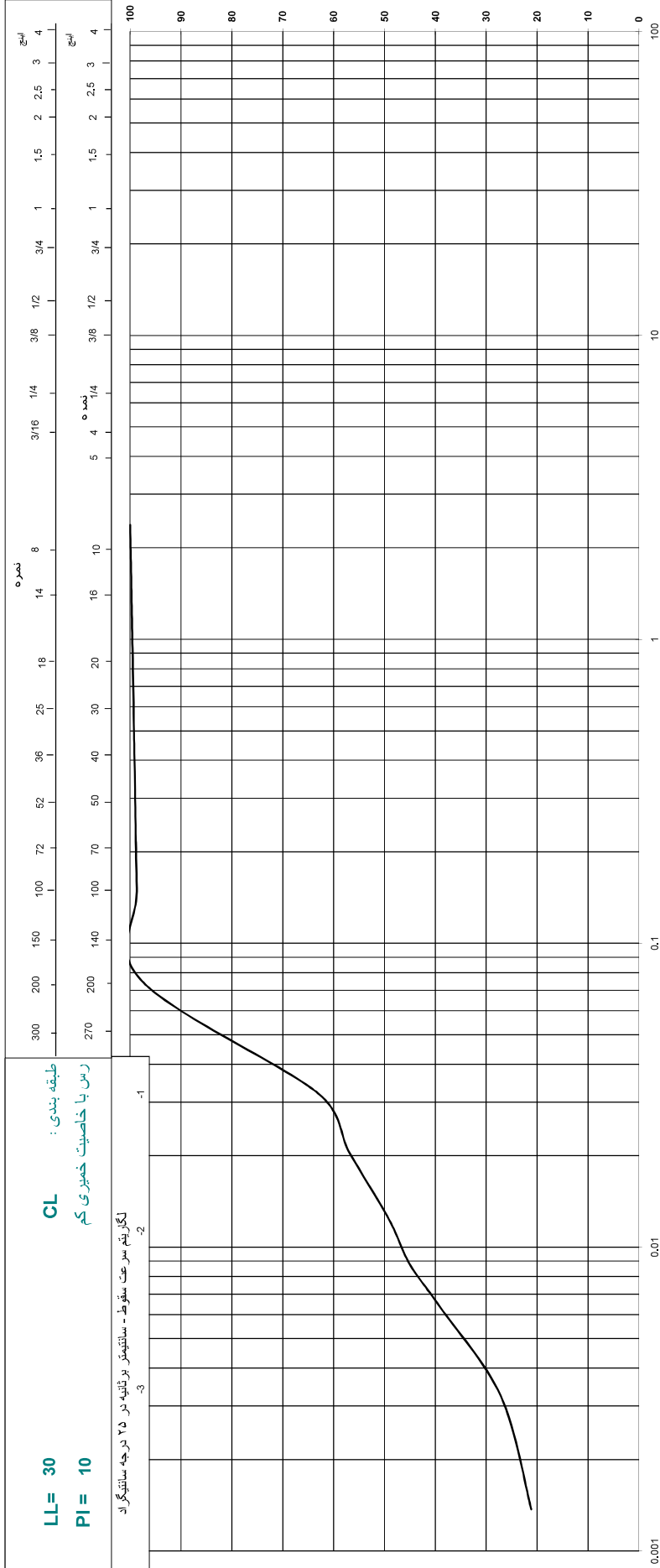


شماره نمونه : 449527  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 42-44m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



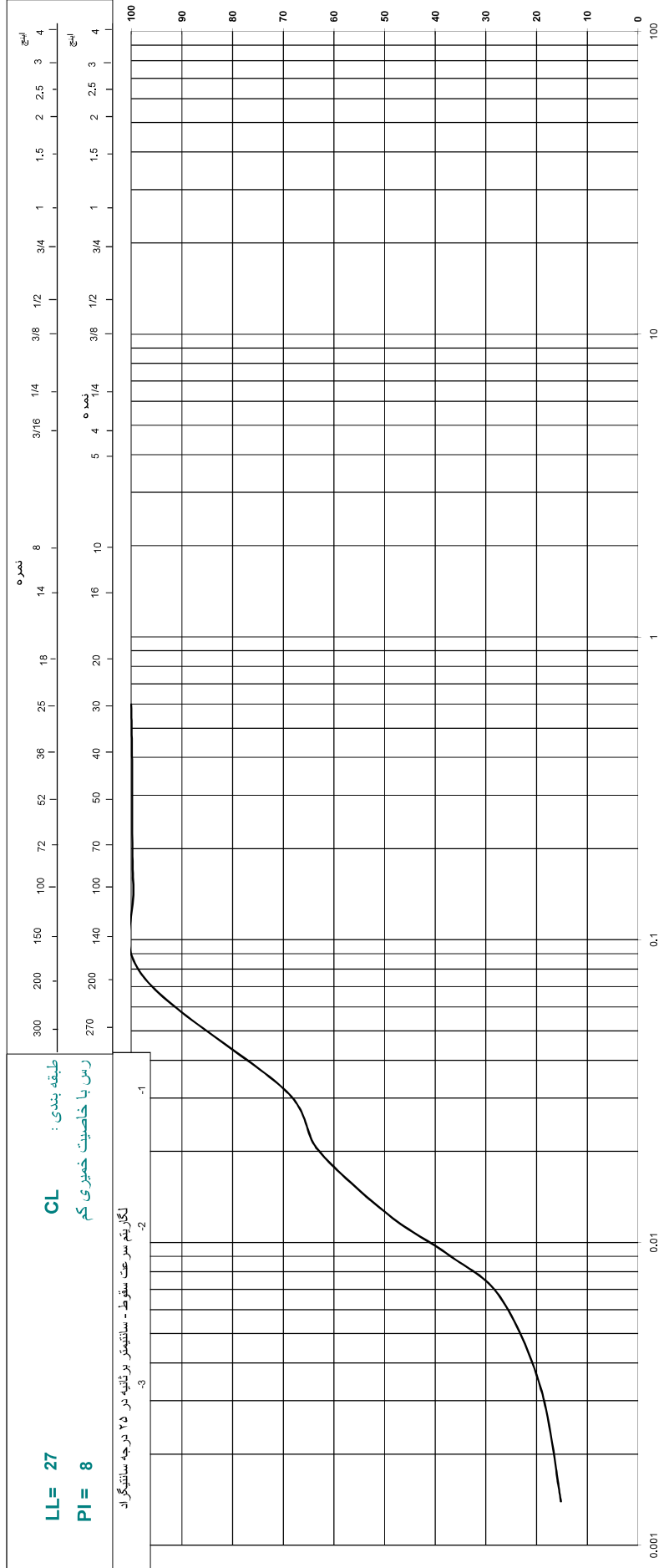
شماره نمونه : 449528  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 44-46m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - امامگواهی سیکل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شماره نمونه : 449529  
 شماره گمانه : BH1  
 عمق : 46-48m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

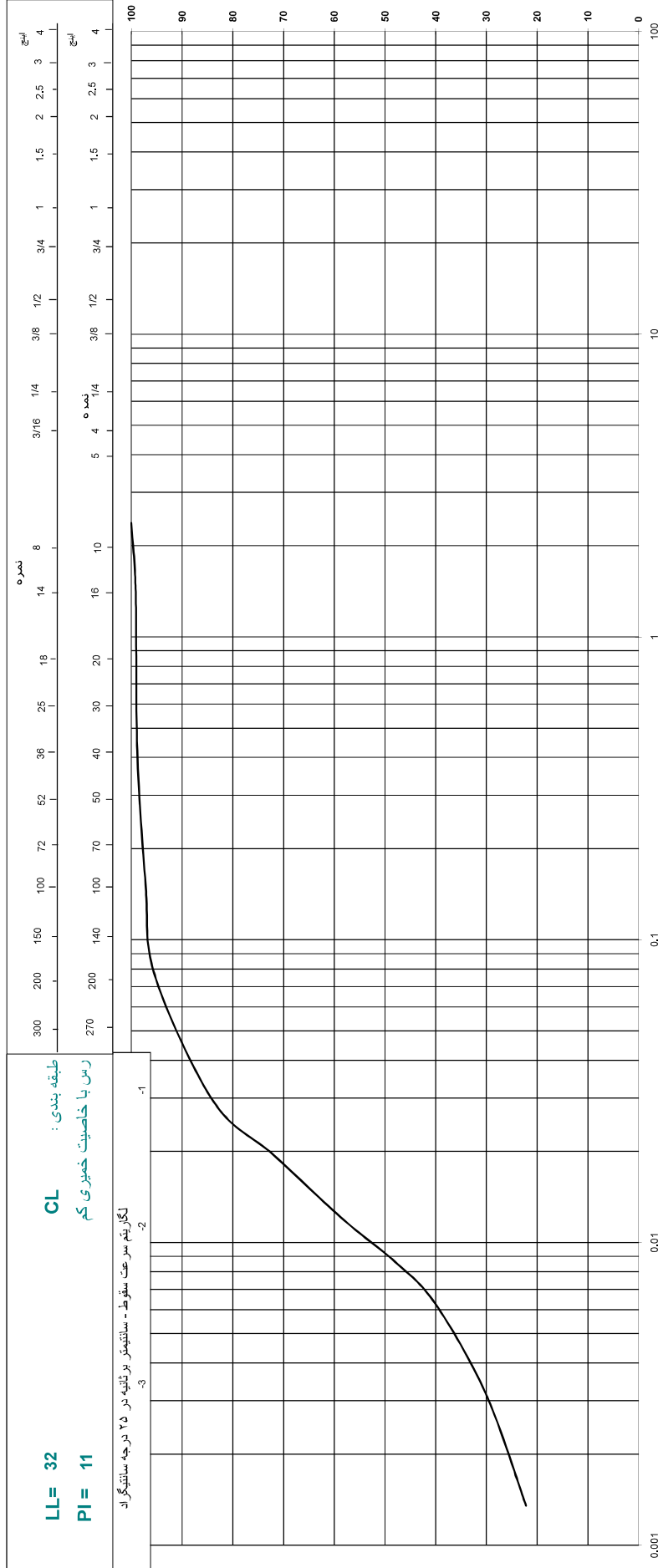
070021856

شماره کار :

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری

متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

مختصی دانه بندی



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

070021856

شماره کار :

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

نیروگاه - امامگواهی سیکل ترکیبی زیم آور ساری

پروژه :

مختی دانه بندی

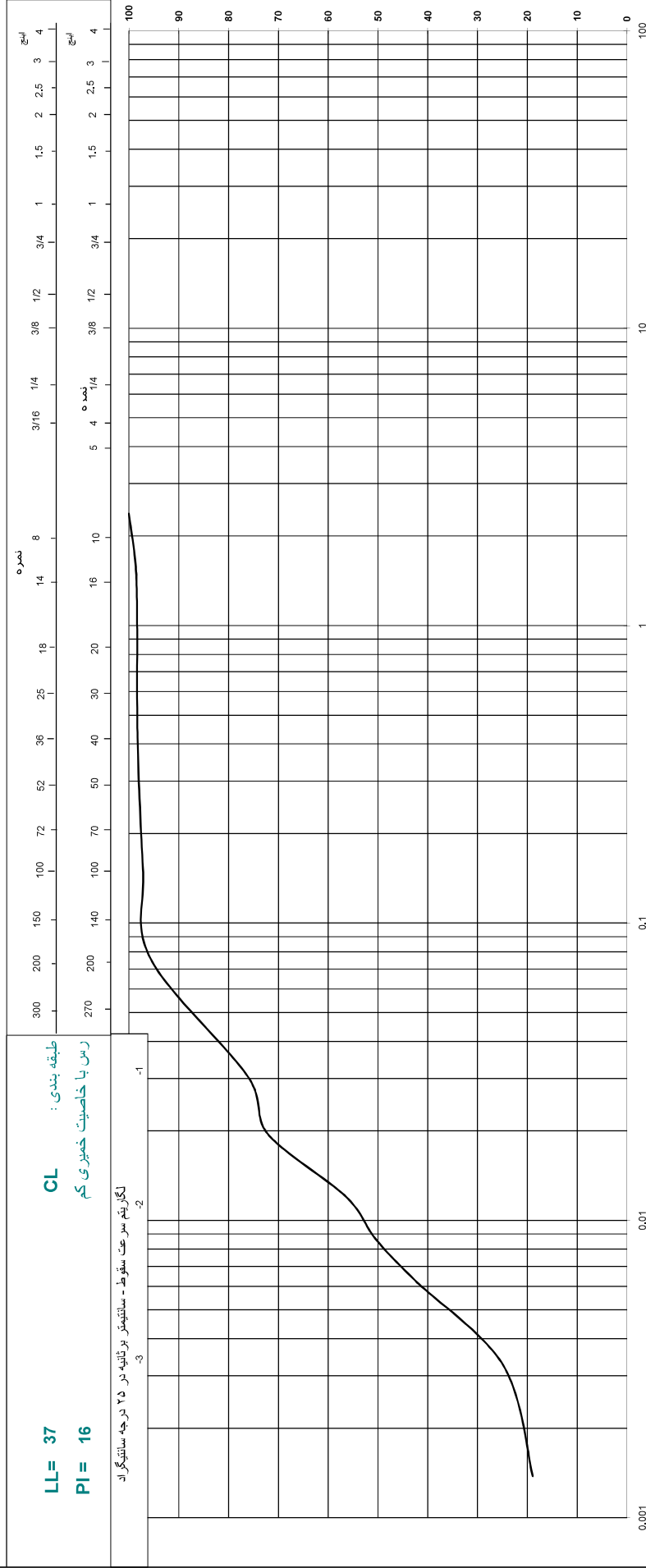
شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

مقتضی :

449530 شماره نمونه :

BH1 شماره گمانه :

48-50m عمق :



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شماره نمونه : 449001  
 شماره گمانه : BH2  
 عمق : 0-2m

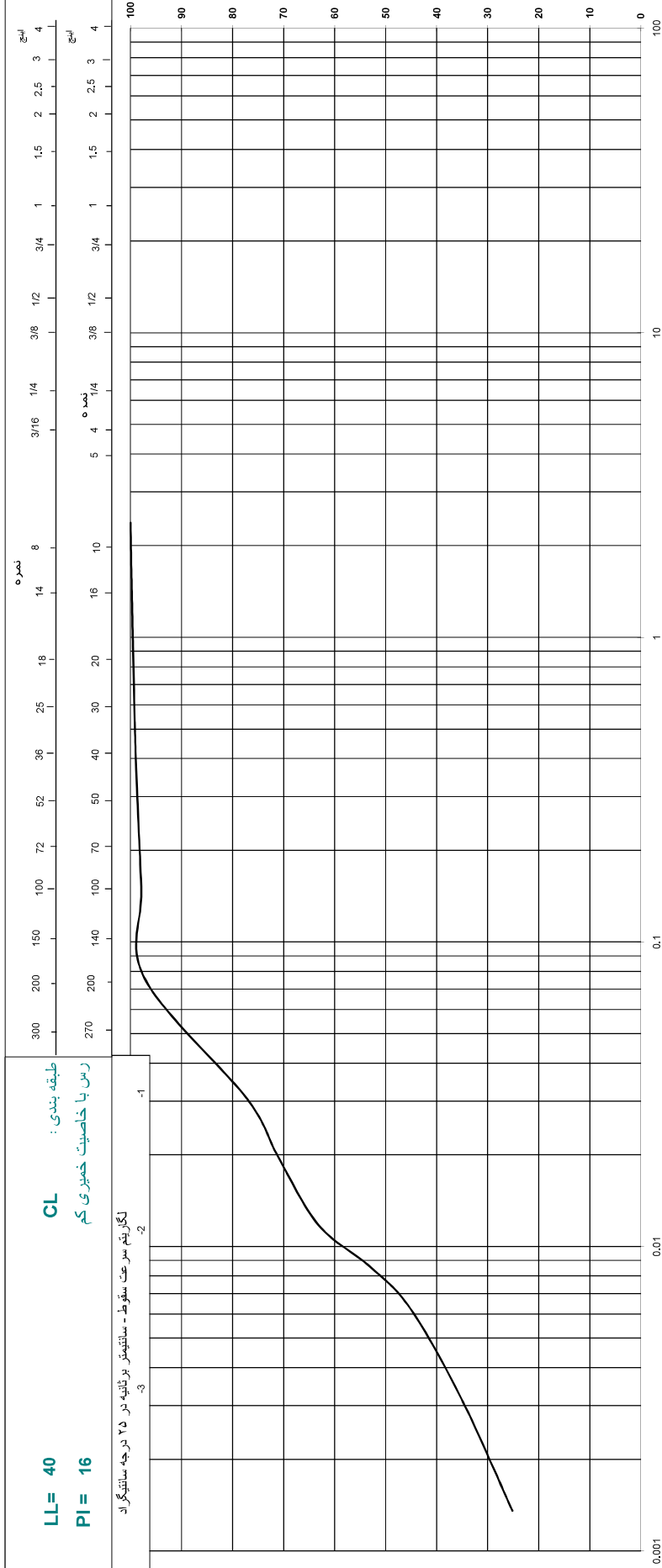
شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

طبقه بندی : **CL**  
 رس با خاصیت خمیری کم  
 لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمتر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد  
**LL = 40**  
**PI = 16**



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----





شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

شماره نمونه:

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری

مختی دانه بندی

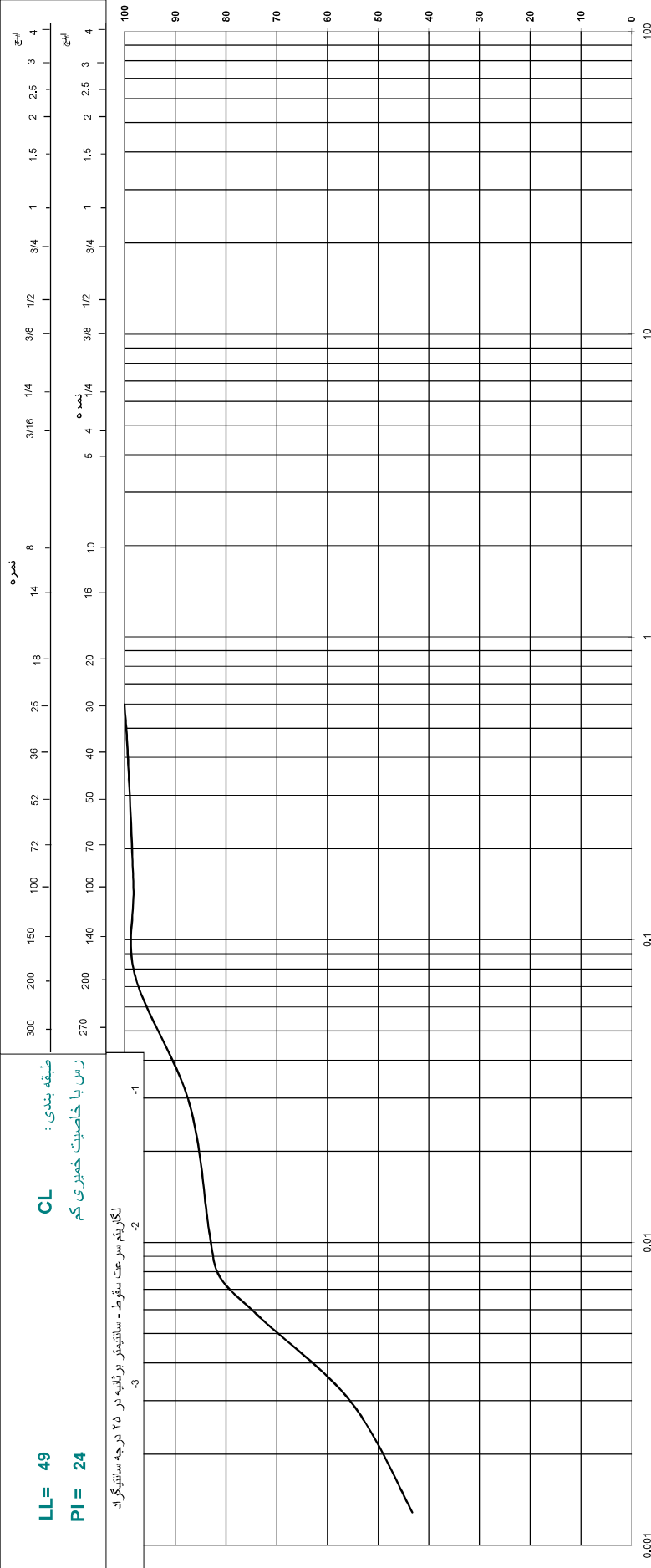
شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

متقاضی:

449003

BH2

4-6m



رِس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
-----	-----	------	------	----	----





شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

070021856

شماره کار :

449004 شماره نمونه :

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه : نیروگاه - دامگاوانی سیکل ترکیبی زیم آور ساری

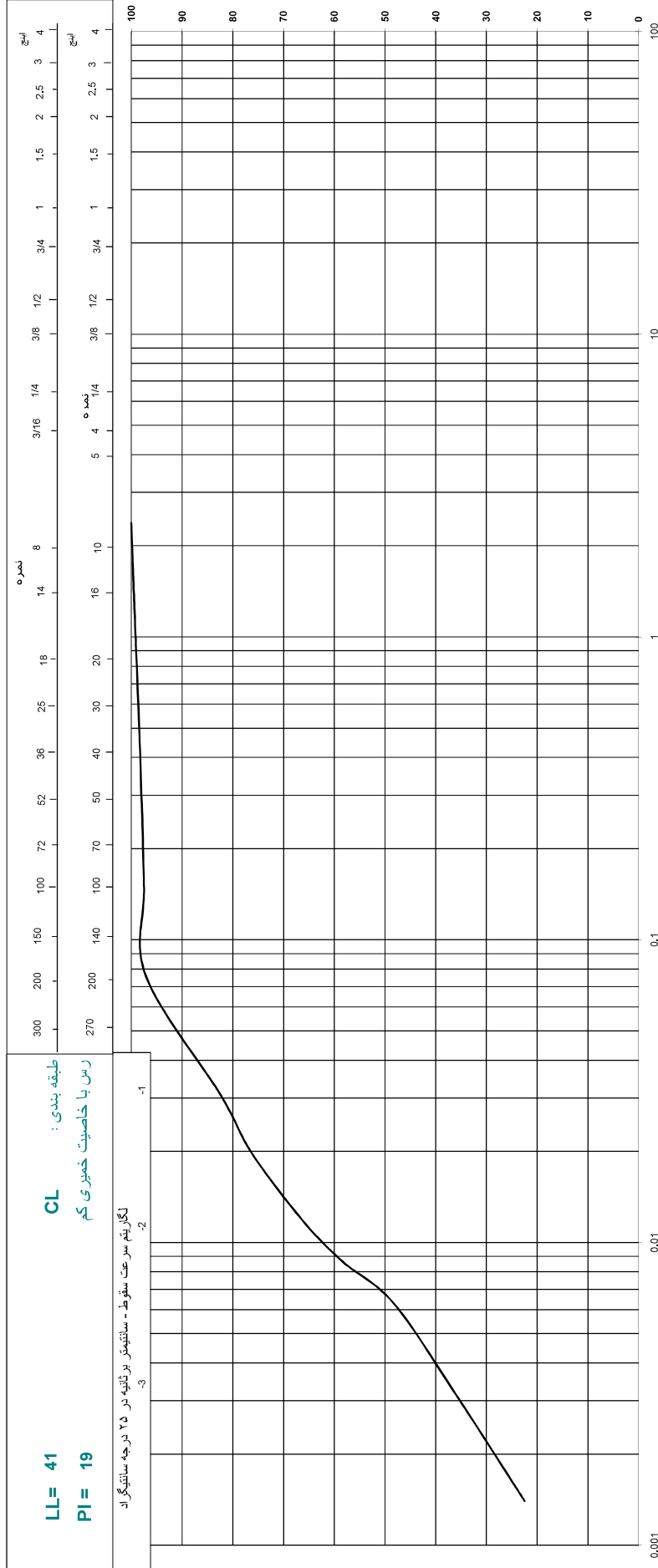
پروژه :

مختی دانه بندی

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

مقتضی :

6-8m عمق :



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



449012

شماره نمونه :

BH2

شماره گمانه :

8-10m

عمق :

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

070021856

شماره کار :

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

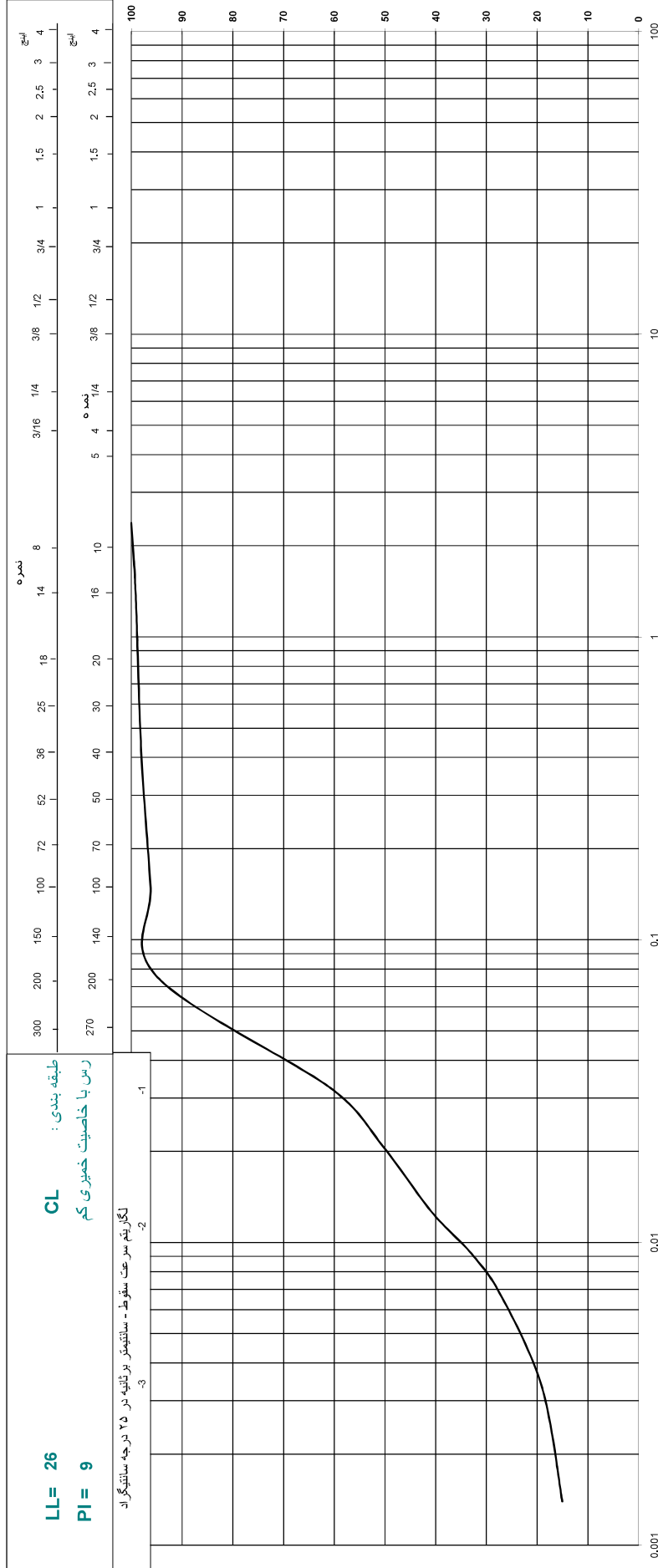
نیروگاه - امامگواتی سیکل ترکیبی زیم آور ساری

پروژه :

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

متقاضی :

مختصی دانه بندی



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شماره نمونه : 449013  
 شماره گمانه : BH2  
 عمق : 10-12m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

070021856

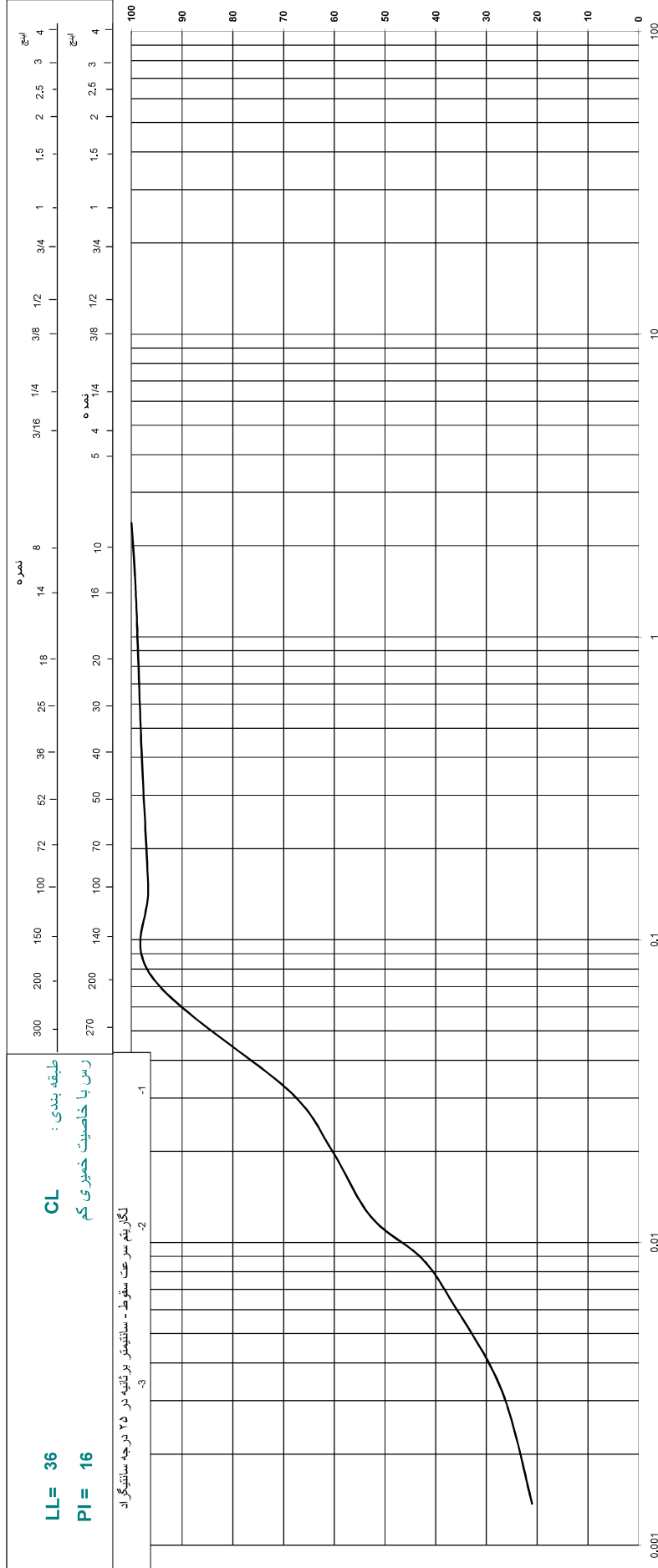
شماره کار :

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

متقاضی :

مختصی دانه بندی



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

070021856

شماره کار :

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

نیروگاه - امامگاوایی سیکل ترکیبی زیم آور ساری

پروژه :

مختی دانه بندی

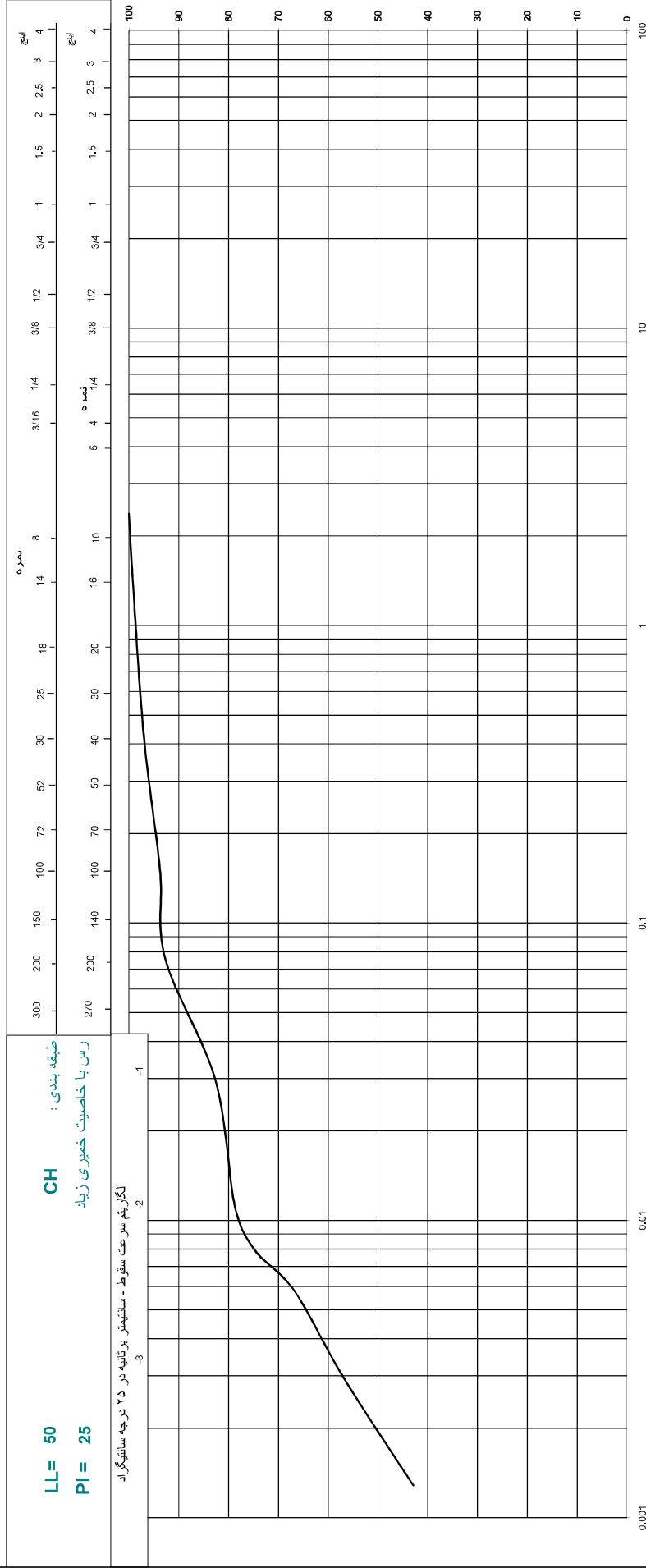
شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

مقتضی :

449016 شماره نمونه :

BH2 شماره گمانه :

12-14m عمق :



رِس	لای ورس	ماسه	شن
		ماسه	شن



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

شماره کار:

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری

پروژه:

مختی دانه بندی

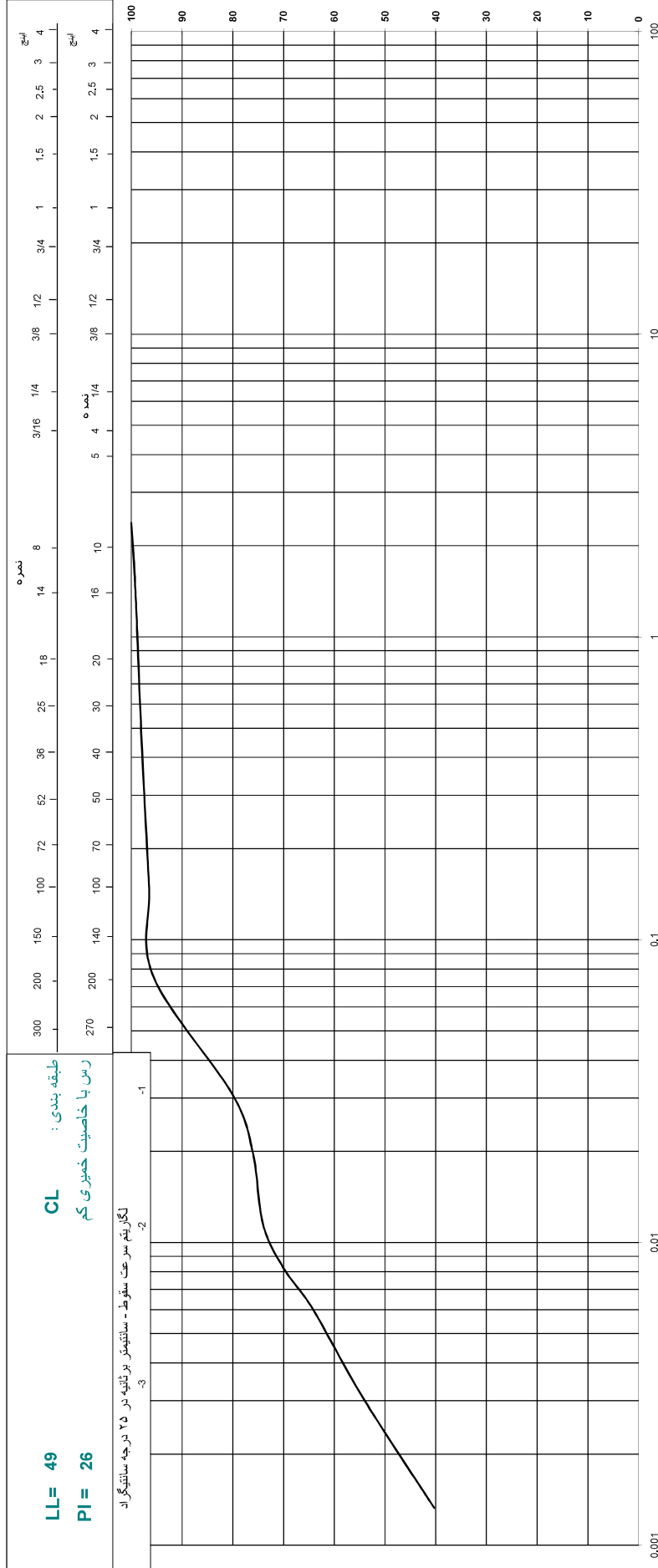
شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

مقتضی:

449017 شماره نمونه:

BH2 شماره گمانه:

14-16m عمق:



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



449018

شماره نمونه :

BH2

شماره گمانه :

16-18m

عمق :

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

070021856

شماره کار :

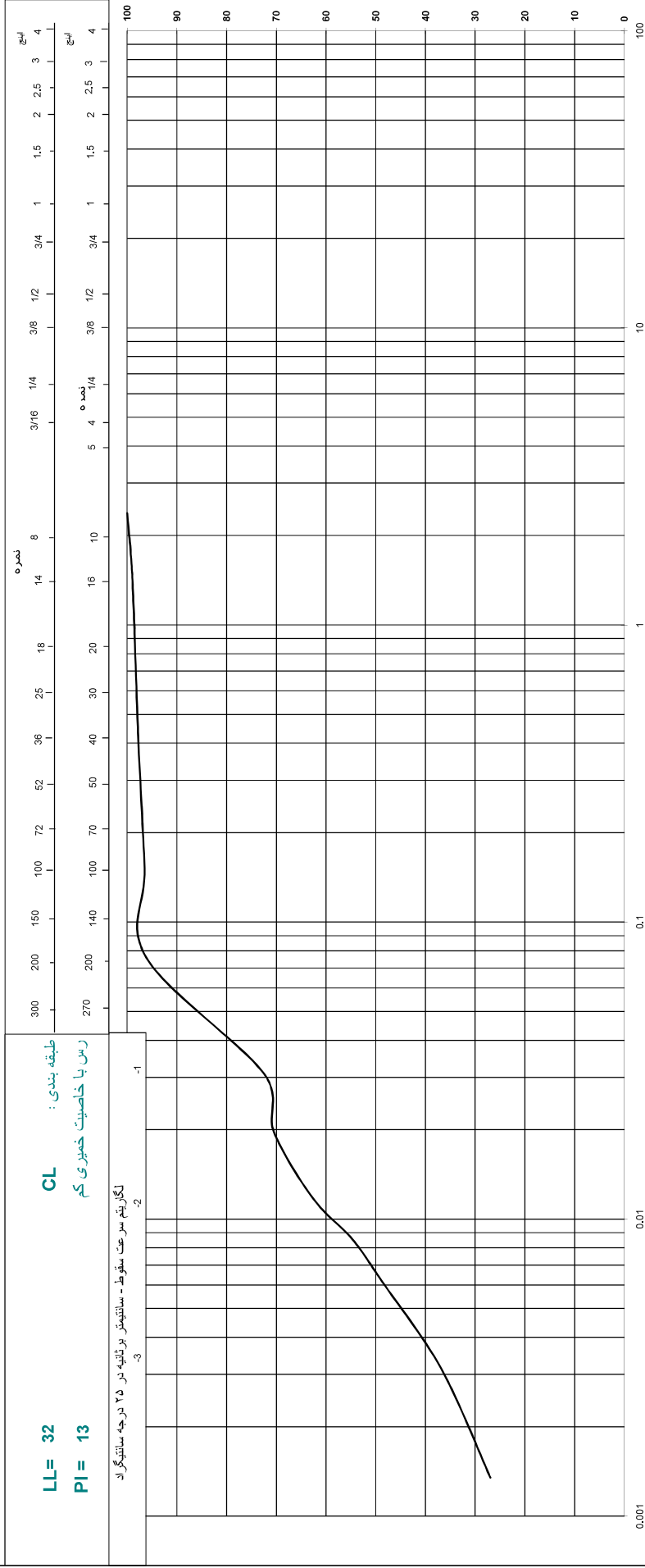
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آوری

مختی دانه بندی

مقتضی :

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شماره نمونه : 449019  
 شماره گمانه : BH2  
 عمق : 18-20m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

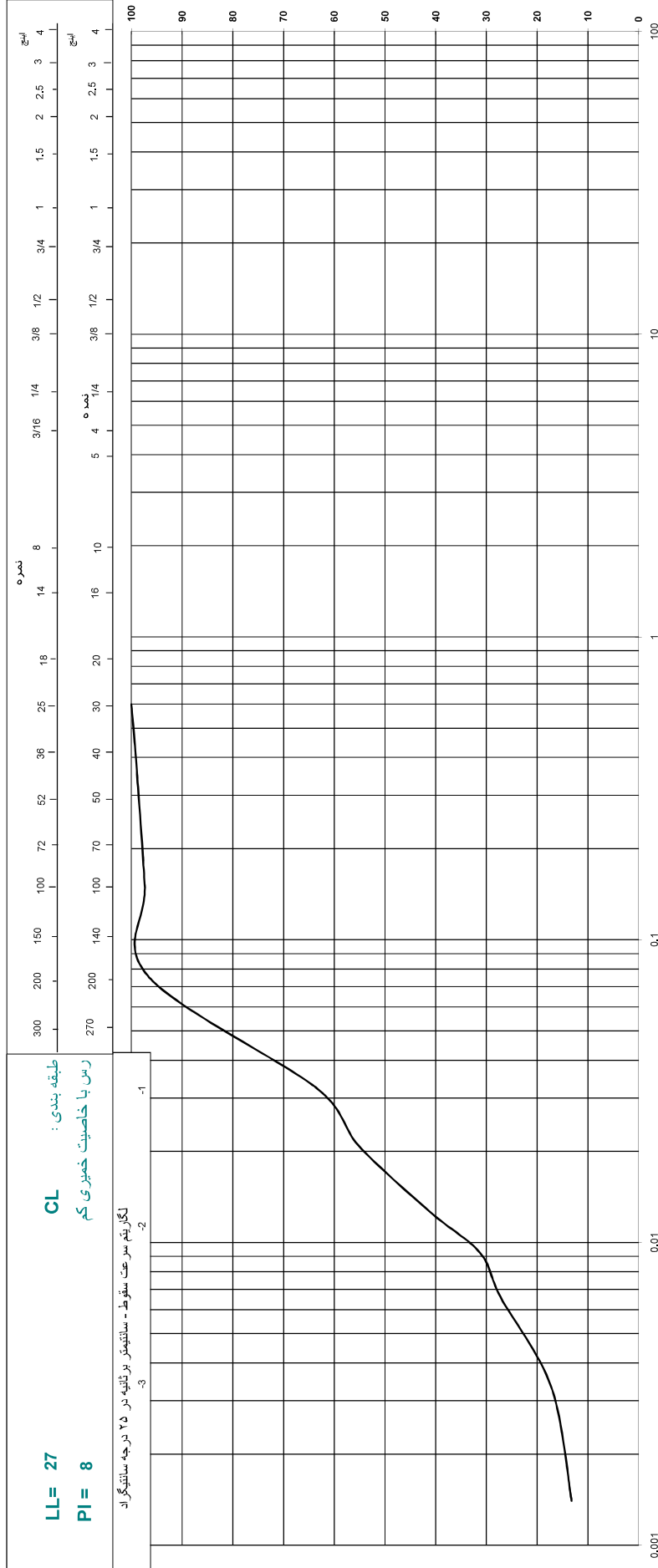
070021856

شماره کار :

پروژه : نیروگاه - دامگاوئی سیکل ترکیبی زیم آور ساری

متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

مختصی دانه بندی



رس	لا	ماسه	ماسه	شن	شن
----	----	------	------	----	----

تاریخ : ۱۳۹۷



شماره نمونه : 449025  
 شماره گمانه : BH2  
 عمق : 20-22m

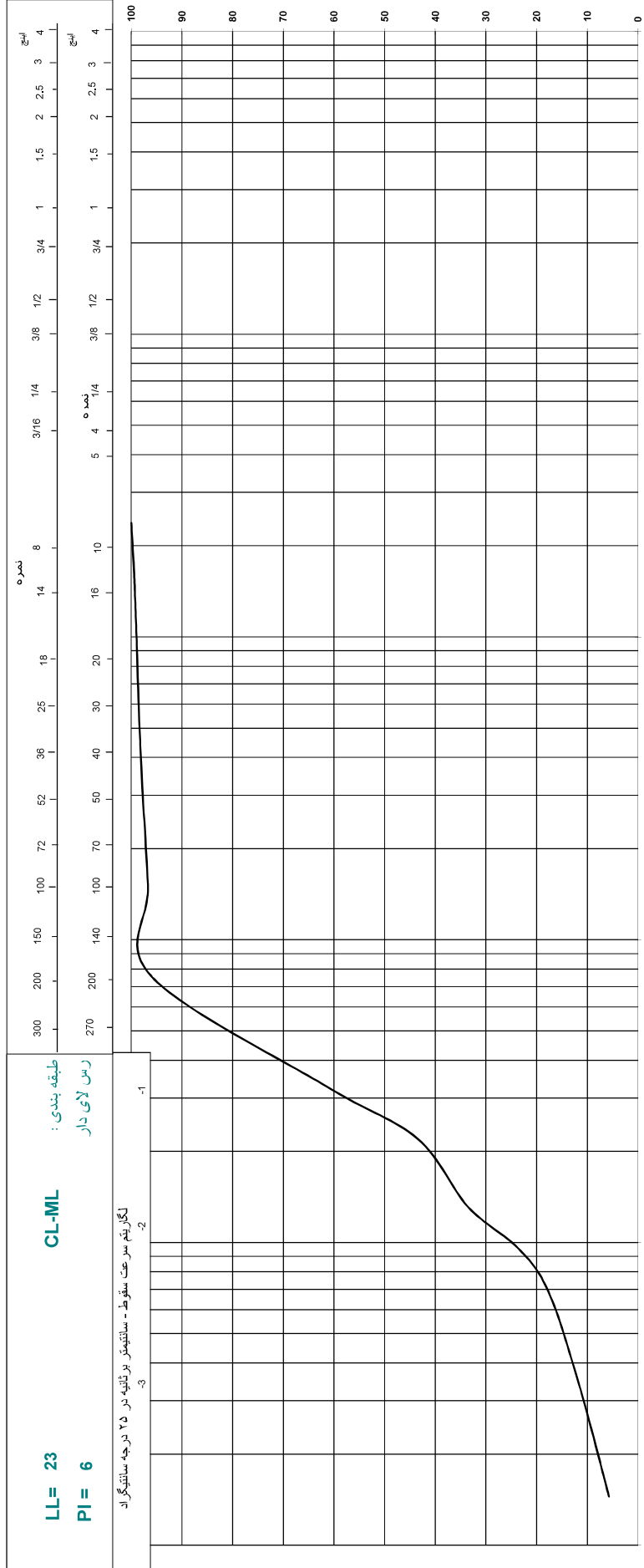
شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آوری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

طبقه بندی : CL-ML  
 رس لای دار  
 لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمتر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----





شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

شماره نمونه: 449026

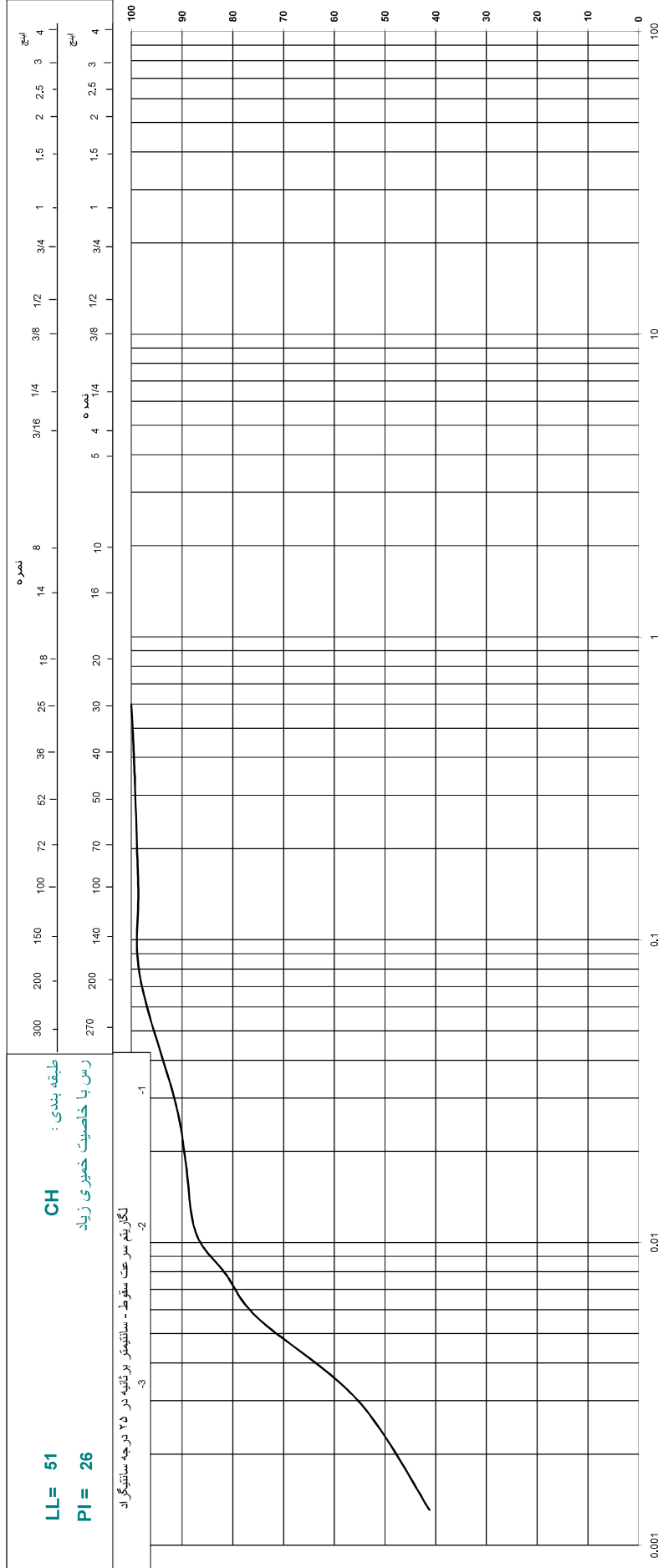
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری

عمق: 22-24m

متقاضی: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

مختصی دانه بندی



رس	لا	ماسه	ماسه	شن	شن
----	----	------	------	----	----



شماره نمونه : 449049  
 شماره گمانه : BH2  
 عمق : 24-26m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

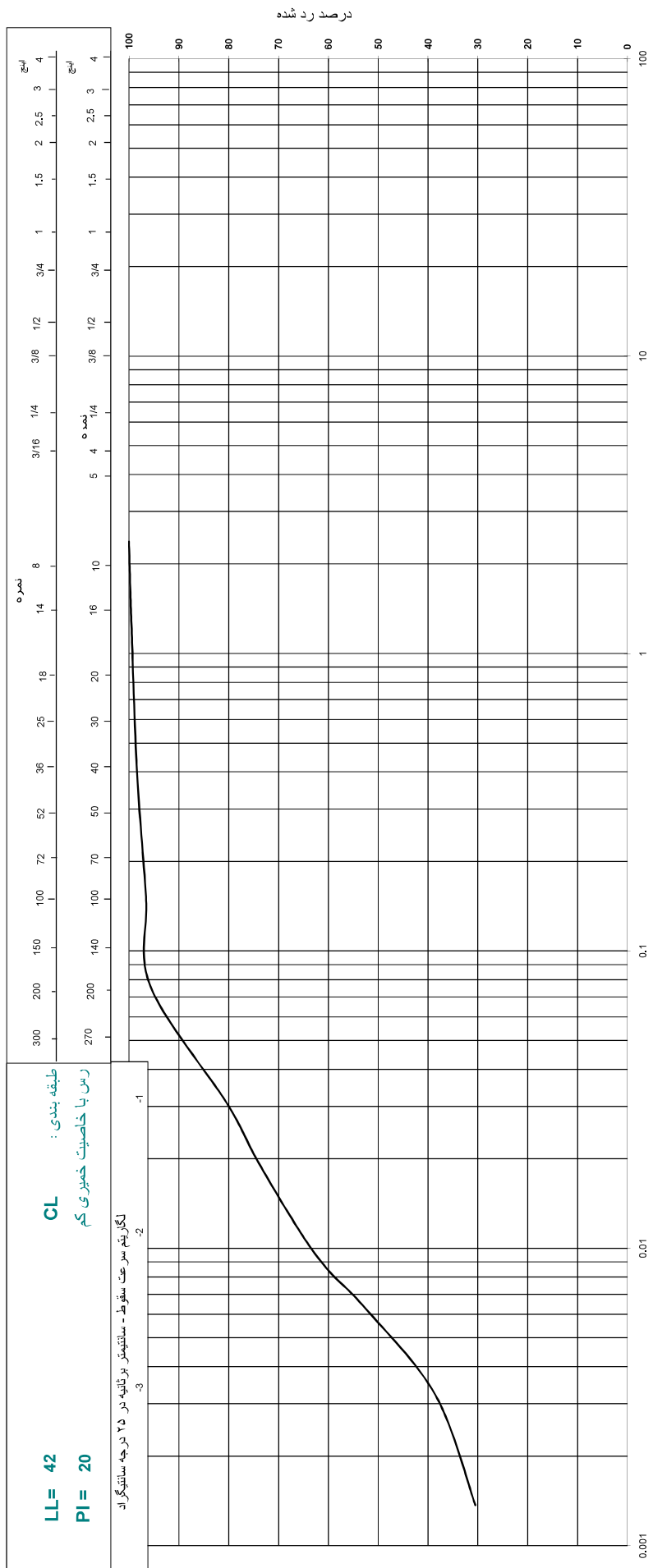
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - امامگواتی سیکل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

طبقه بندی : **CL**  
 رس با خاصیت خمیری کم  
 لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمتر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد

LL = 42  
 PI = 20



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شماره نمونه : 449050  
 شماره گمانه : BH2  
 عمق : 26-28m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

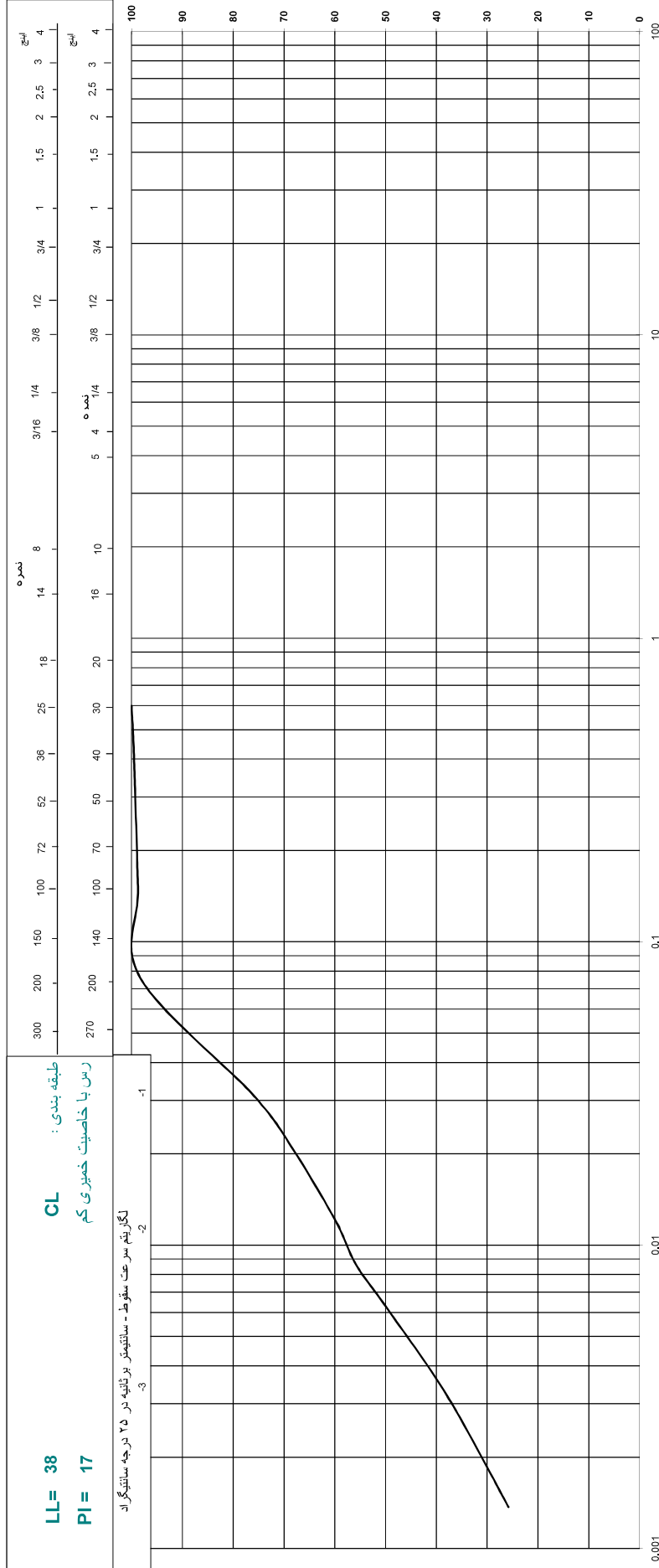
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

طبقه بندی : **CL**  
 رس با خاصیت خمیری کم  
 لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمتر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد

LL = 38  
 PI = 17



رس	لای	ماسه	شن
رس	لای و رس	ماسه	شن



شماره نمونه : 449023  
 شماره گمانه : BH2  
 عمق : 28-30m

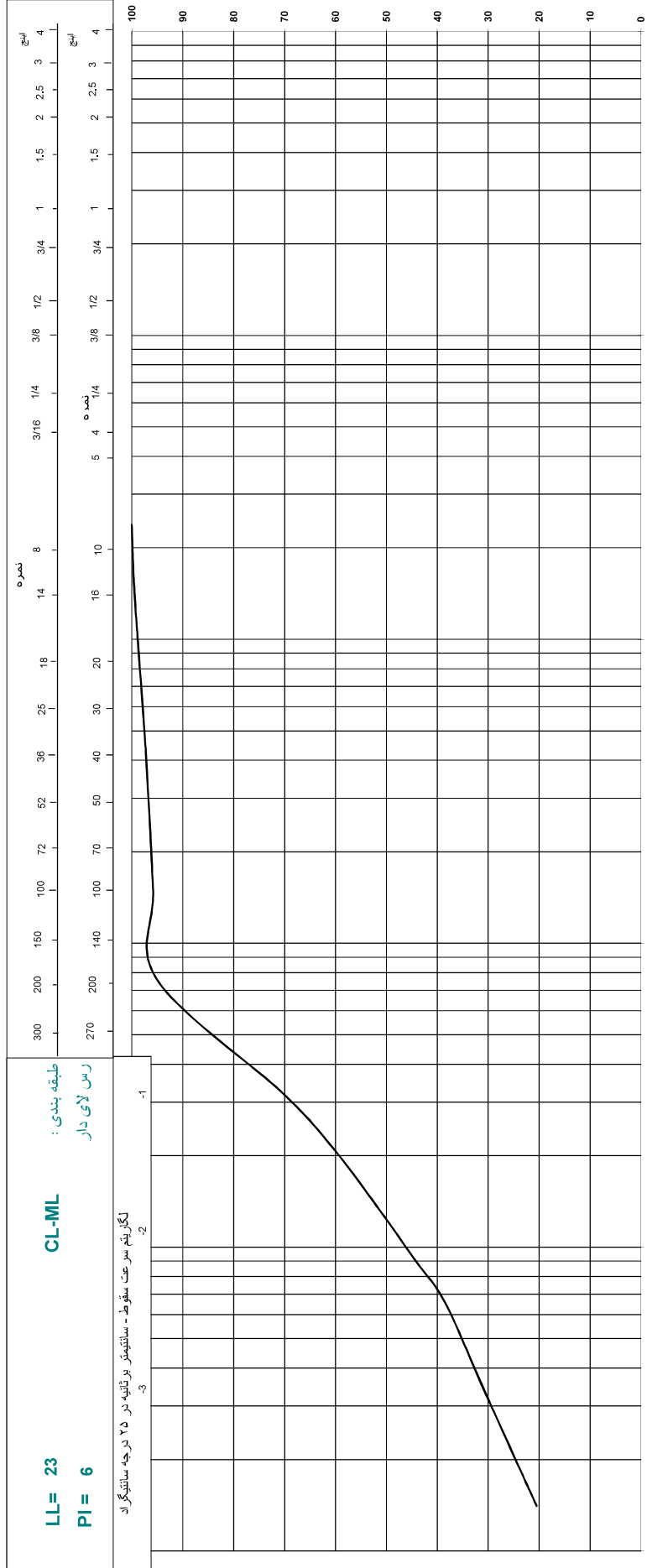
شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

طبقه بندی : **CL-ML**  
 رس لای دار  
 لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمتر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد  
**LL = 23**  
**PI = 6**



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



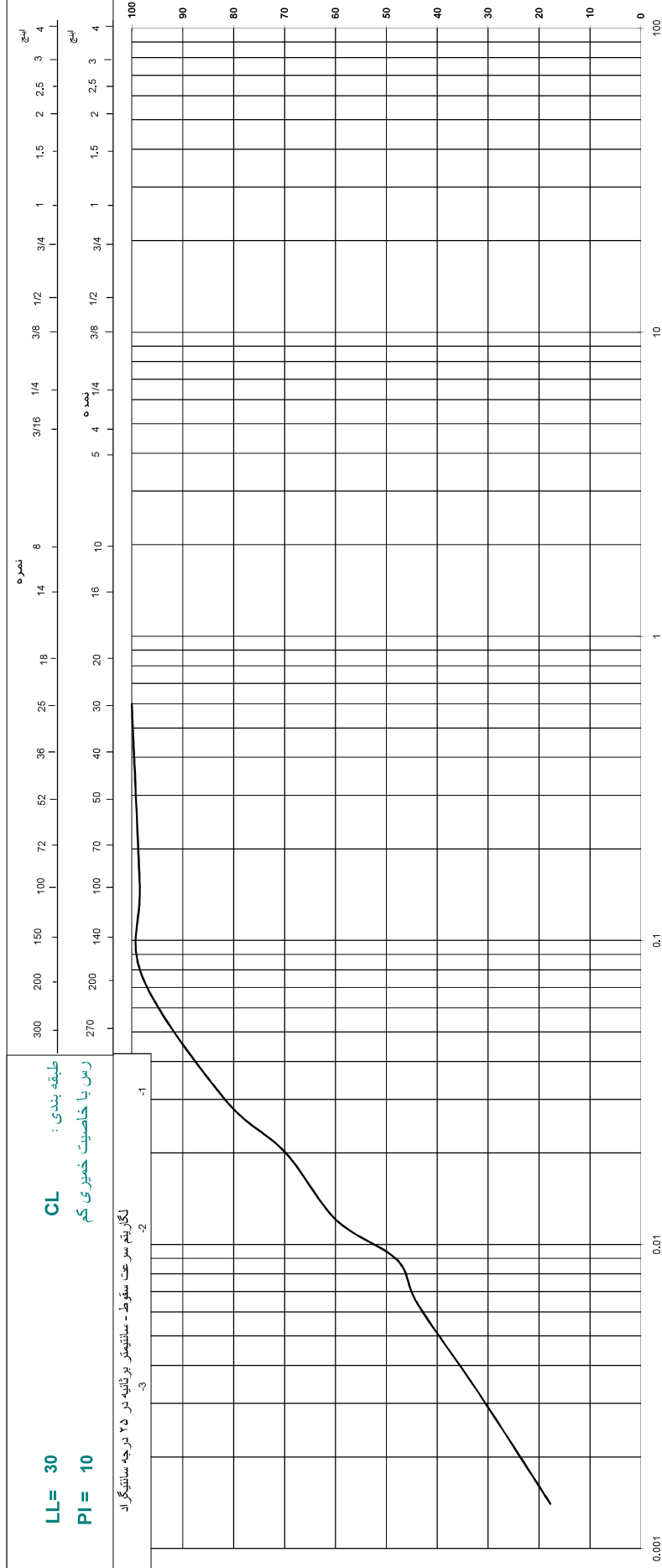
شماره نمونه : 449038  
 شماره گمانه : BH2  
 عمق : 30-32m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوانی سیکل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لا	ماسه	ماسه	شن	شن
----	----	------	------	----	----



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

شماره نمونه: 449039

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

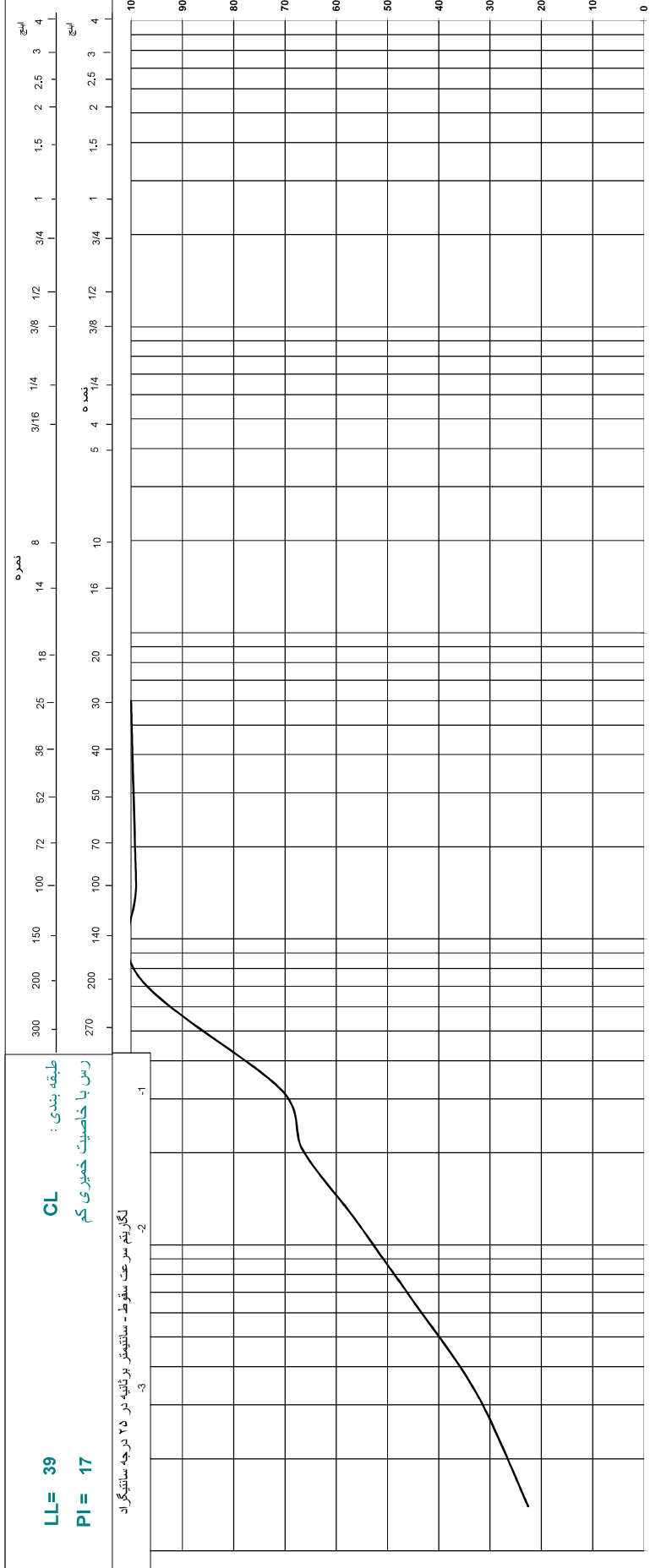
پروژه: نیروگاه - دامگاوایی سیگل ترکیبی زیم آور ساری

مختی دانه بندی

متقاضی:

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

عمق: 32-34m



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



**شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک**

شماره کار: 070021856

شماره کار:

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری

مختی دانه بندی

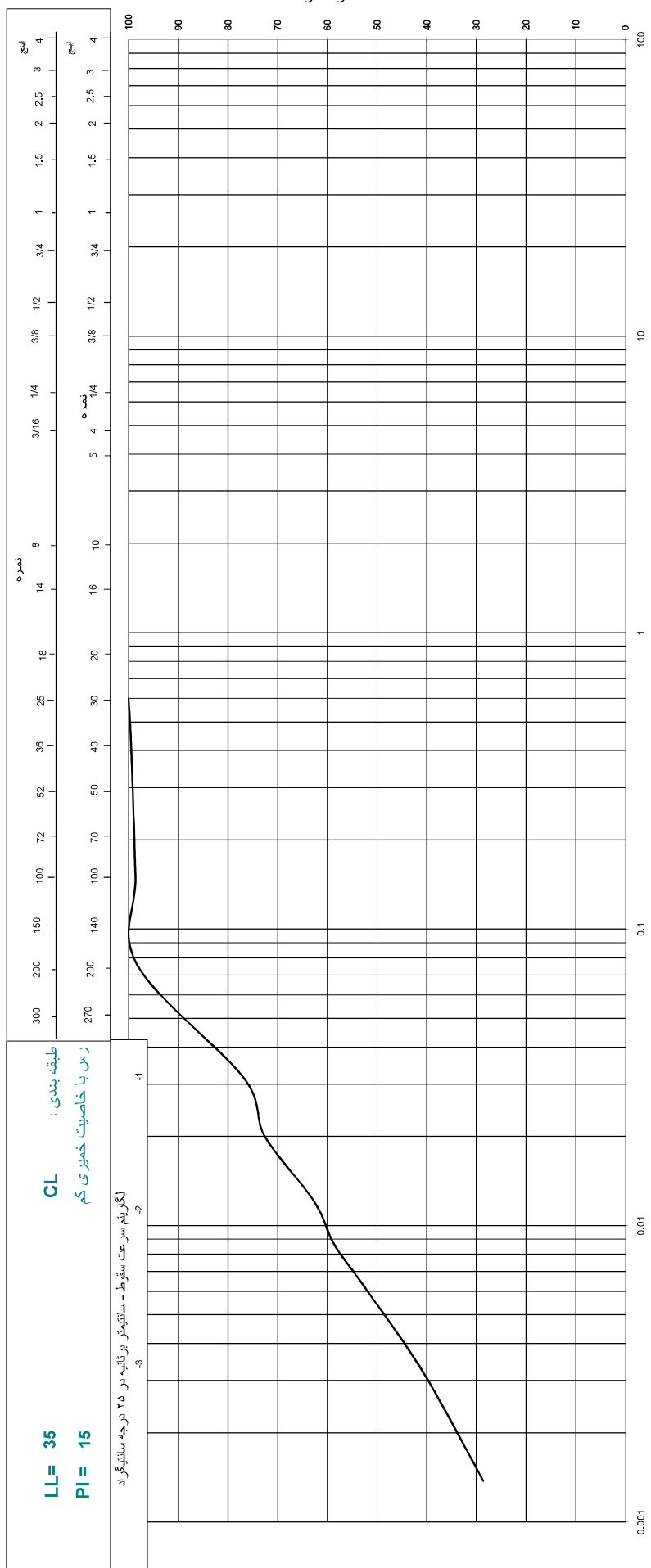
متقاضی:

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

449041 شماره نمونه:

BH2 شماره گمانه:

34-36m عمق:



LL = 35 CL طبقه بندی:

PI = 15 رس با خاصیت خمیری کم

لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد

رس	ماسه	ماسه	شن	شن
----	------	------	----	----



449051

شماره نمونه :

BH2

شماره گمانه :

36-38m

عمق :

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

070021856

شماره کار :

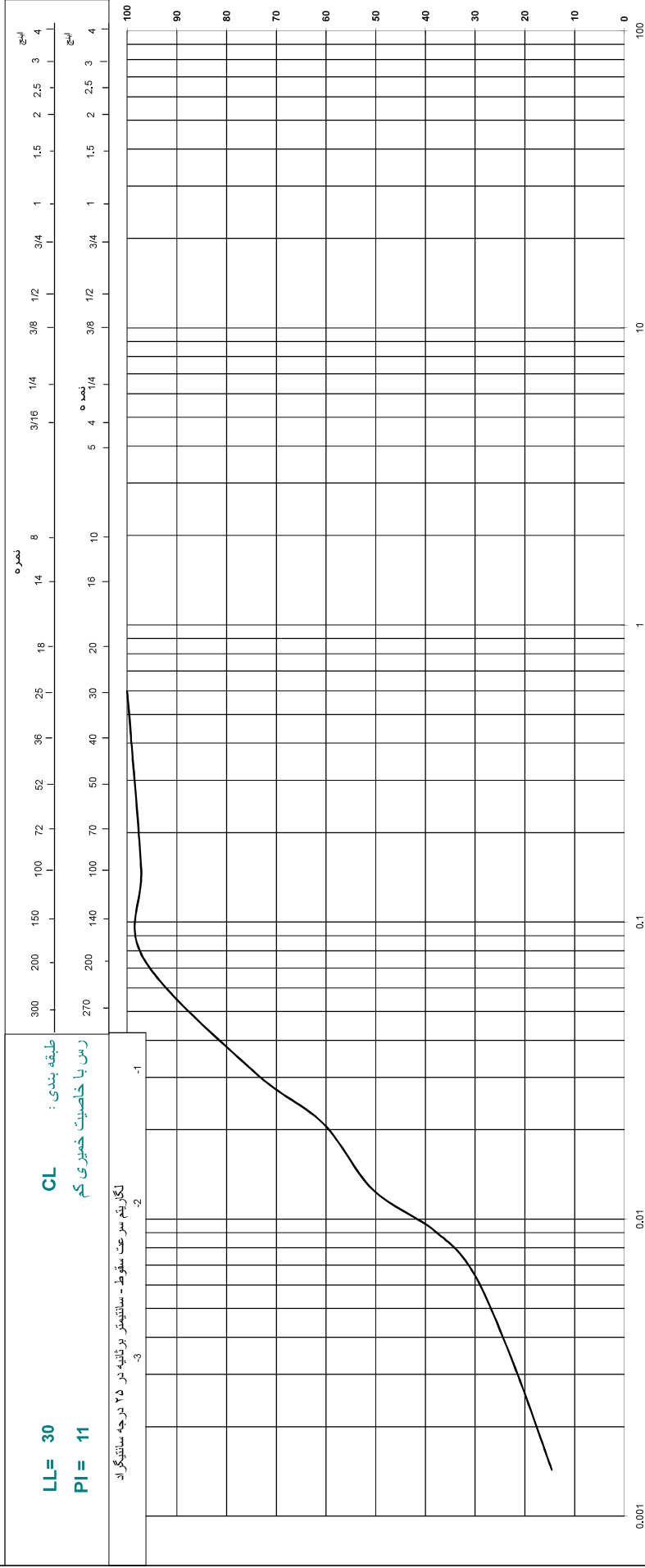
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیرم آور ساری

مختصی دانه بندی

متقاضی :

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----

درصد رطوبت





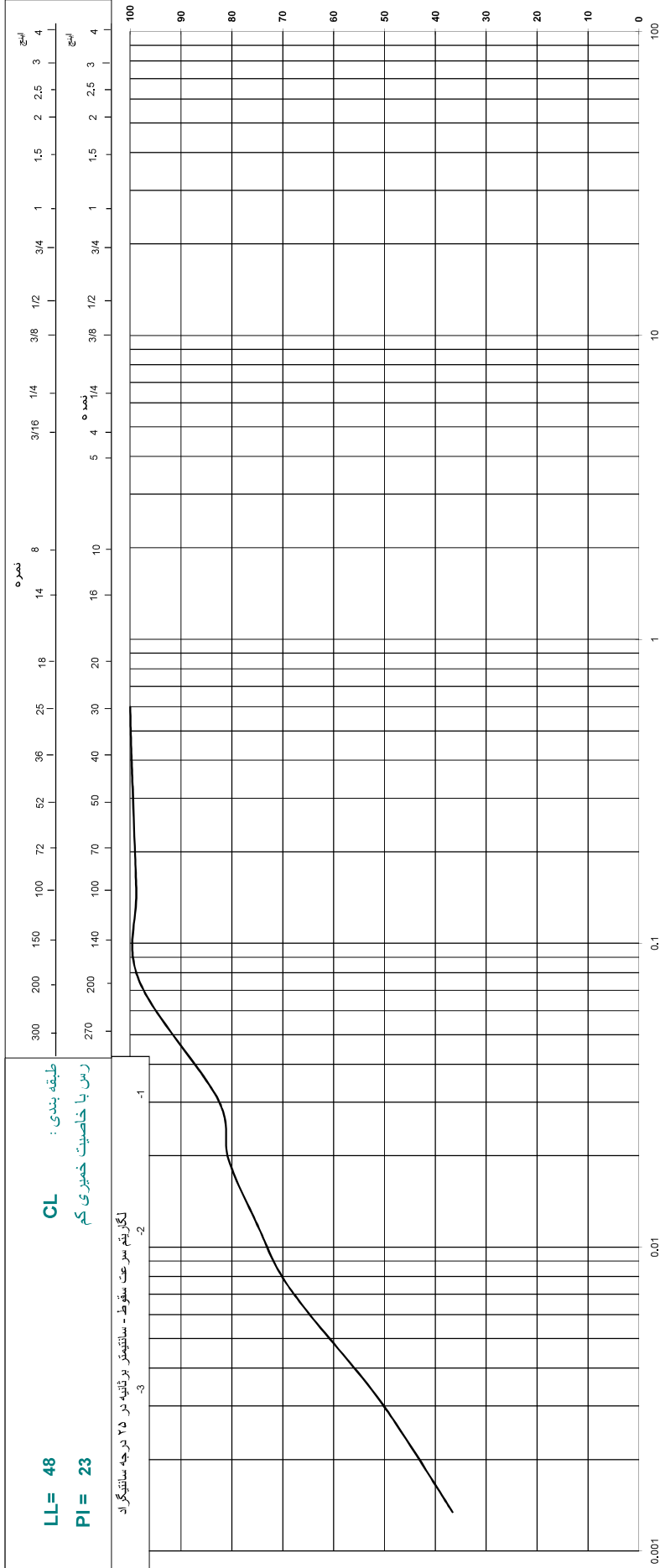
شماره نمونه : 449052  
 شماره گمانه : BH2  
 عمق : 38-40m

شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

مختی دانه بندی

شماره کار : 070021856  
 پروژه : نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری  
 متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



### شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

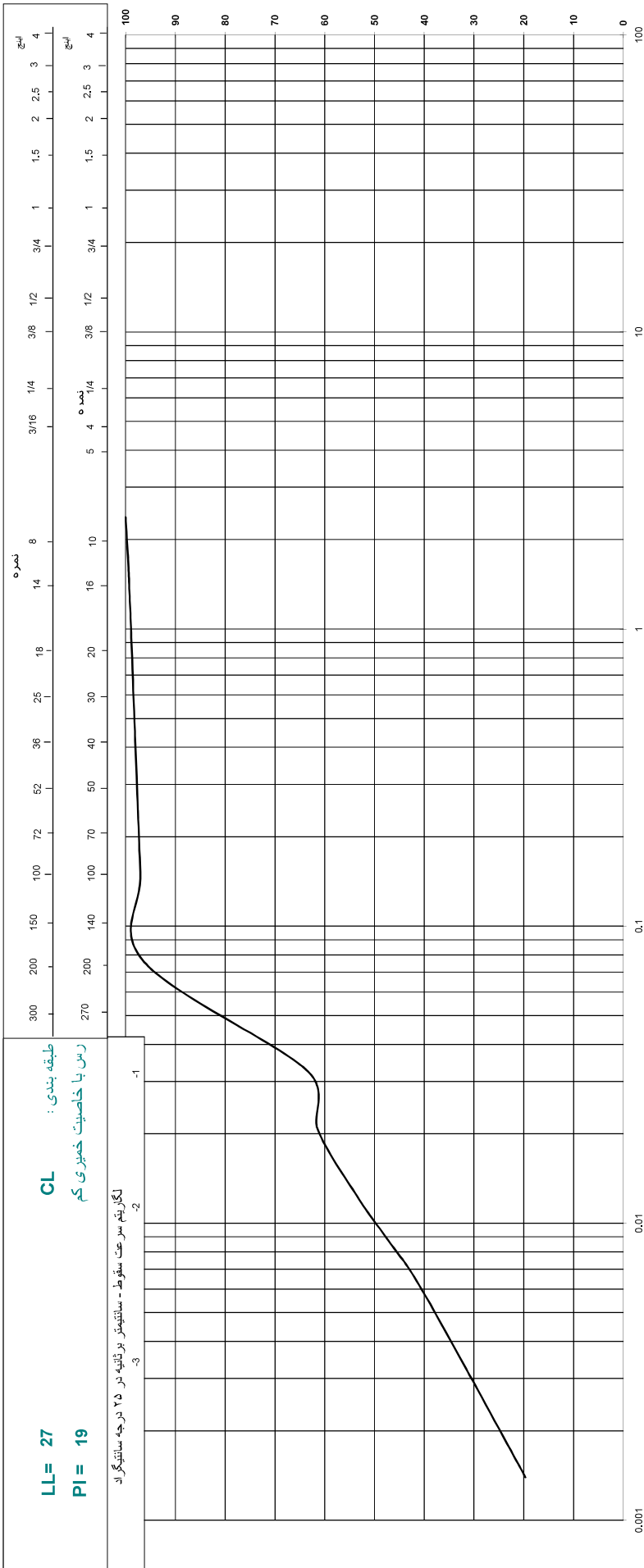
شماره نمونه: 449056

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری

عمق: 40-42m

متقاضی: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



**شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک**

شماره کار : 070021856

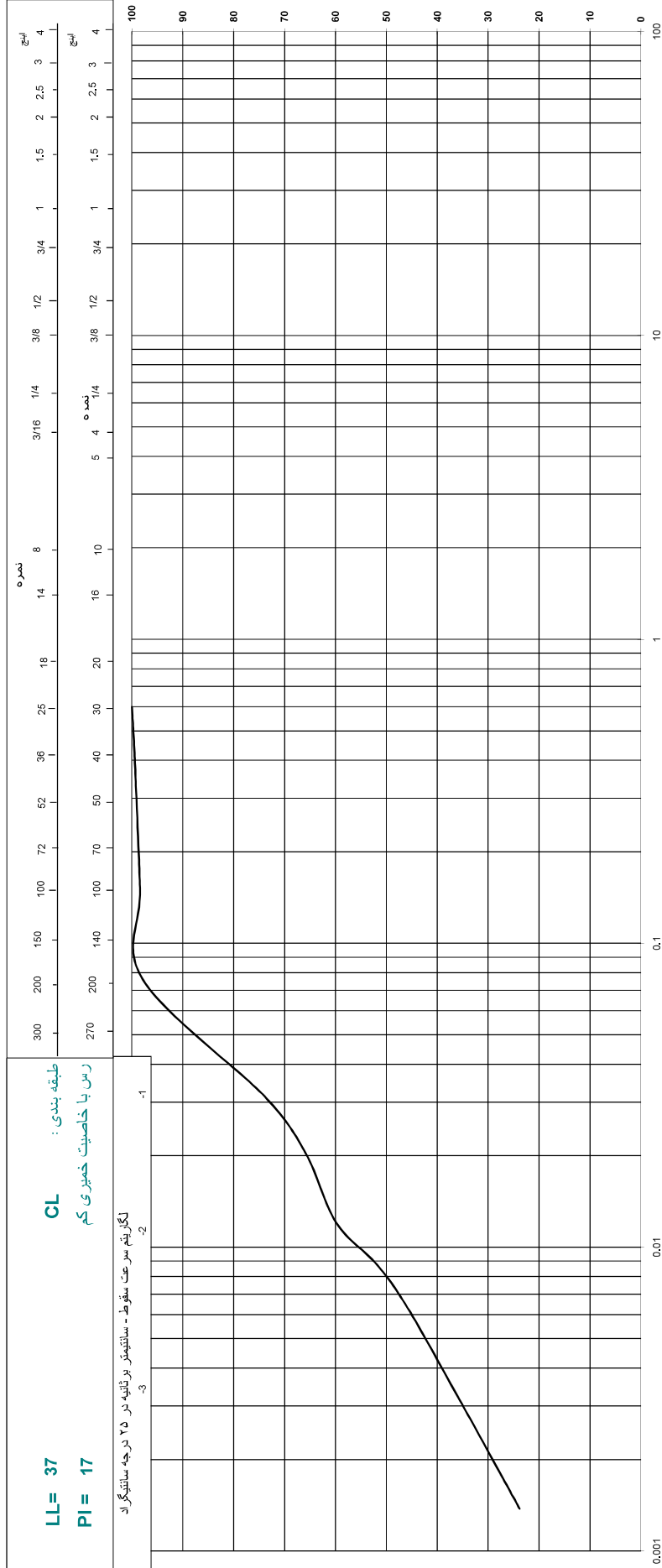
شماره نمونه : 449057

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه : نیروگاه - دامگاوانی سیکل ترکیبی زیم آور ساری

عمق : 42-44m

متقاضی : شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

070021856

شماره کار :

شماره نمونه :

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

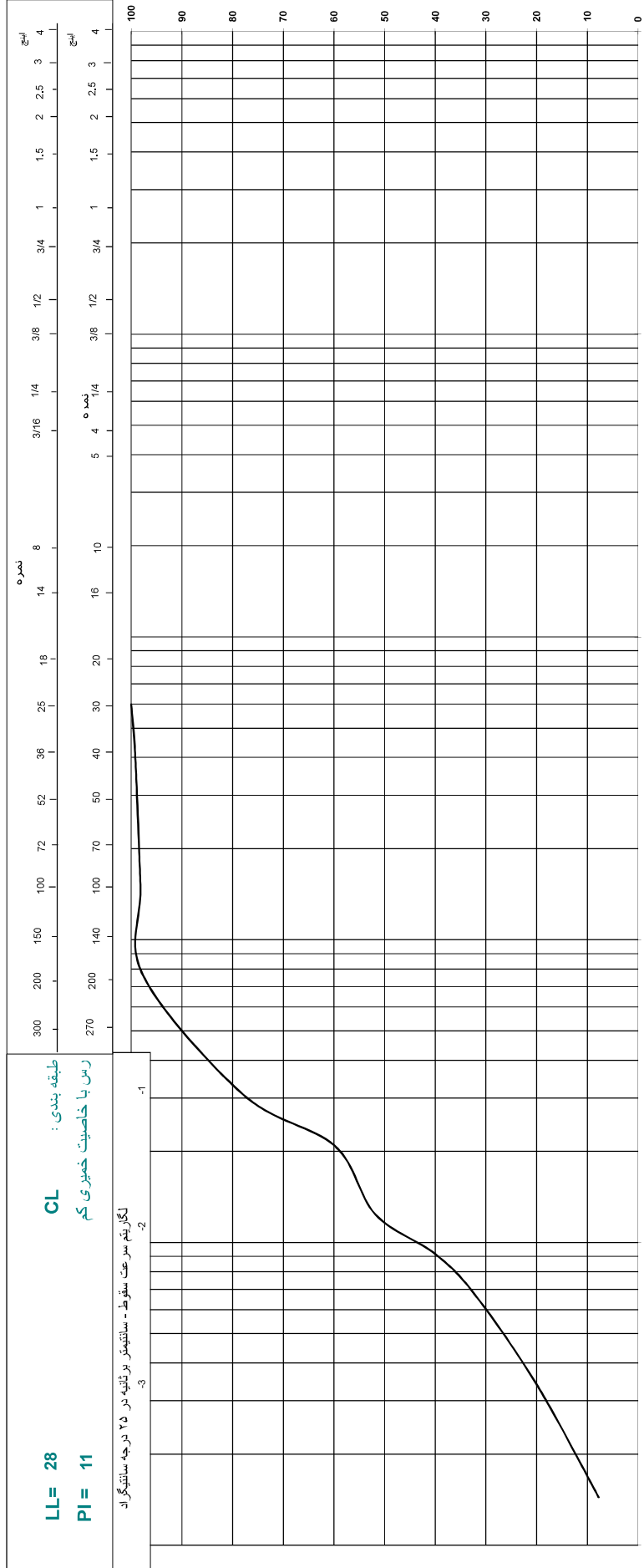
پروژه : نیروگاه - دامگاوانی سیکل ترکیبی زیم آور ساری

عمق : 44-46m

متقاضی :

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

مختصی دانه بندی



رس	لا	ماسه	ماسه	شن	شن
0.001	0.01	0.1	1	10	100

لای ورس

ماسه

شن

شن

طبقه بندی : CL

رس با خاصیت خمیری کم

لگاریتم سرعت سقوط - سانتیمتر بر ثانیه در ۲۵ درجه سانتیگراد

LL = 28

PI = 11

درصد رسوبات ریزتر از سایز

سایز

سایز



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

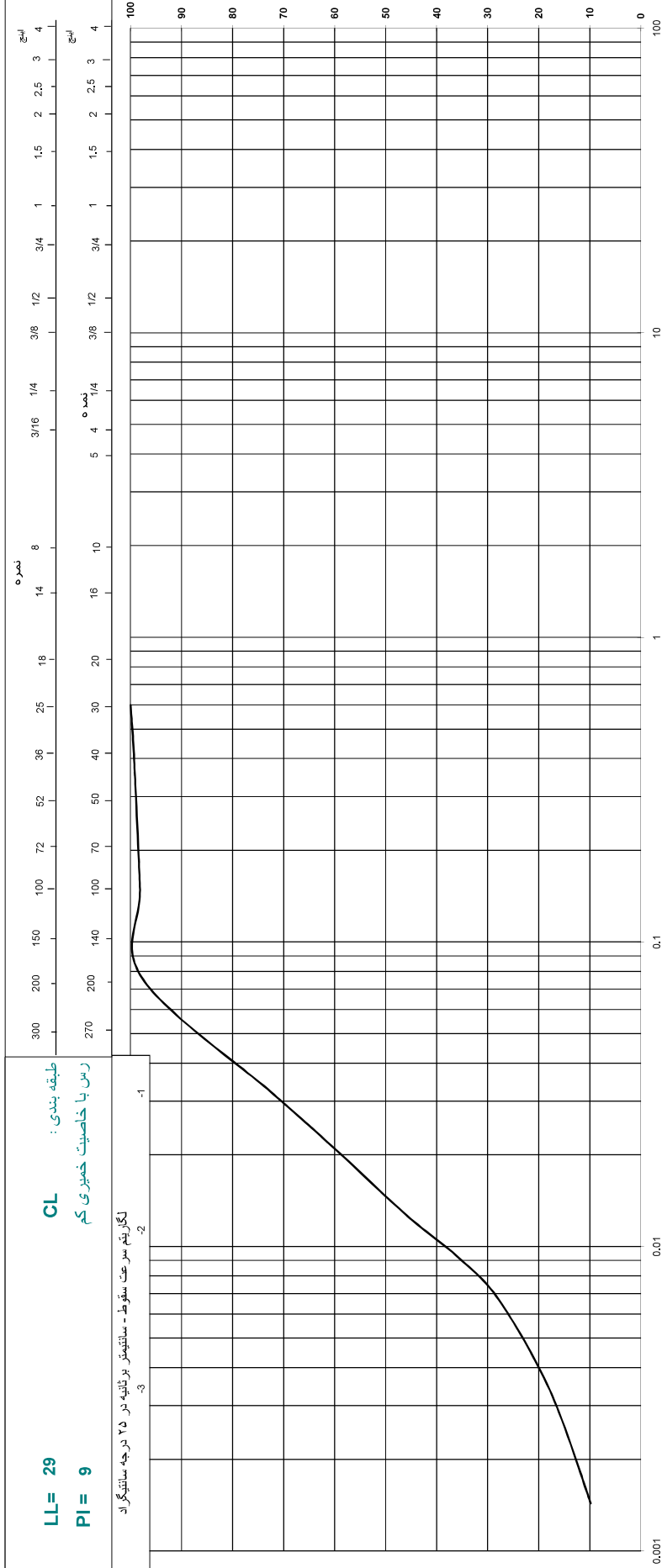
شماره نمونه: 449062

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری

عمق: 46-48m

متقاضی: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن



شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

شماره کار: 070021856

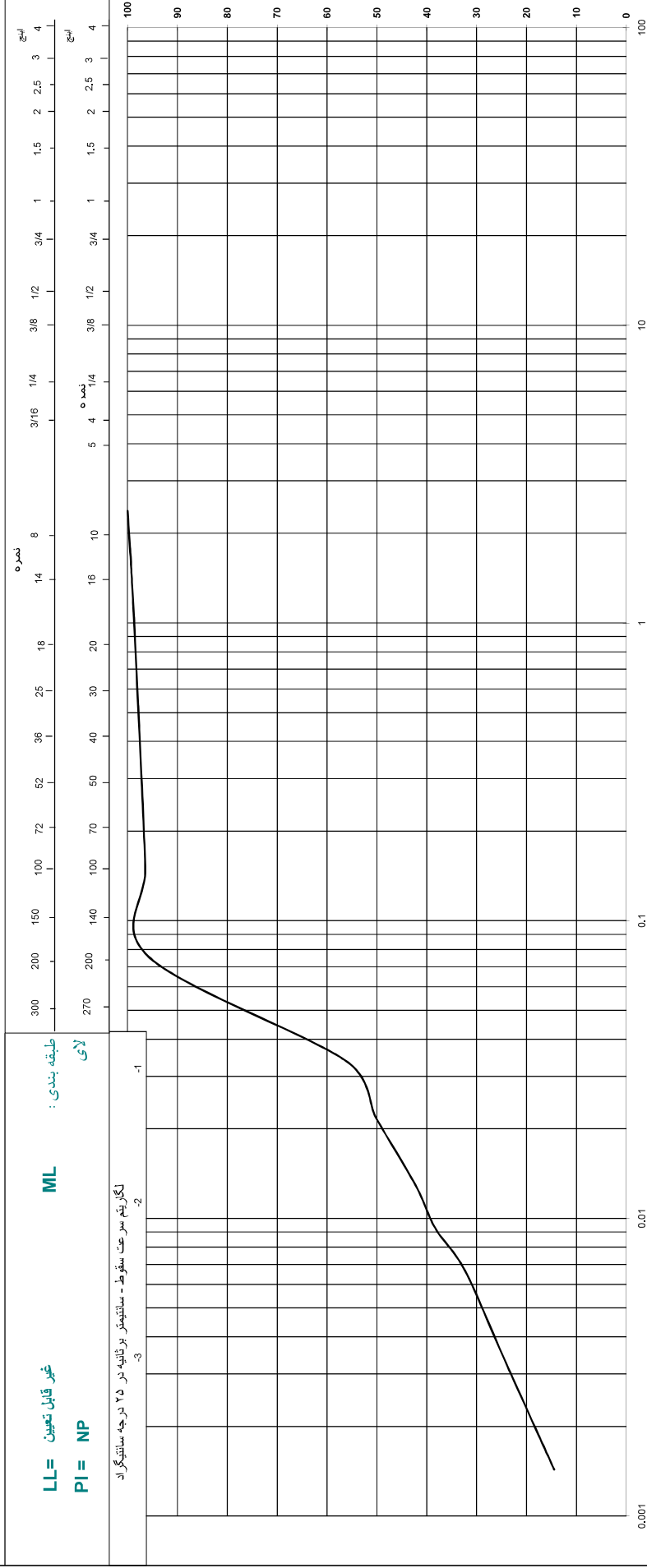
شماره نمونه: 449065

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه - دامگاوای سیگل ترکیبی زیم آور ساری

عمق: 48-50m

متقاضی: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران



رس	لای	ماسه	ماسه	شن	شن
----	-----	------	------	----	----



شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

فرم گزارش آزمون

کد فرم: **FR 12001/00**  
تاریخ صدور نتیجه: **1402/10/12**  
شماره برگ گردش کار: -  
شماره کد آزمون: **TS - 04006**

نام آزمایشگاه: آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

نام آزمون: آزمایش برش مستقیم

شماره استاندارد: **ASTM D3080**

شماره نمونه: **449289**

شماره نمونه: **449289**

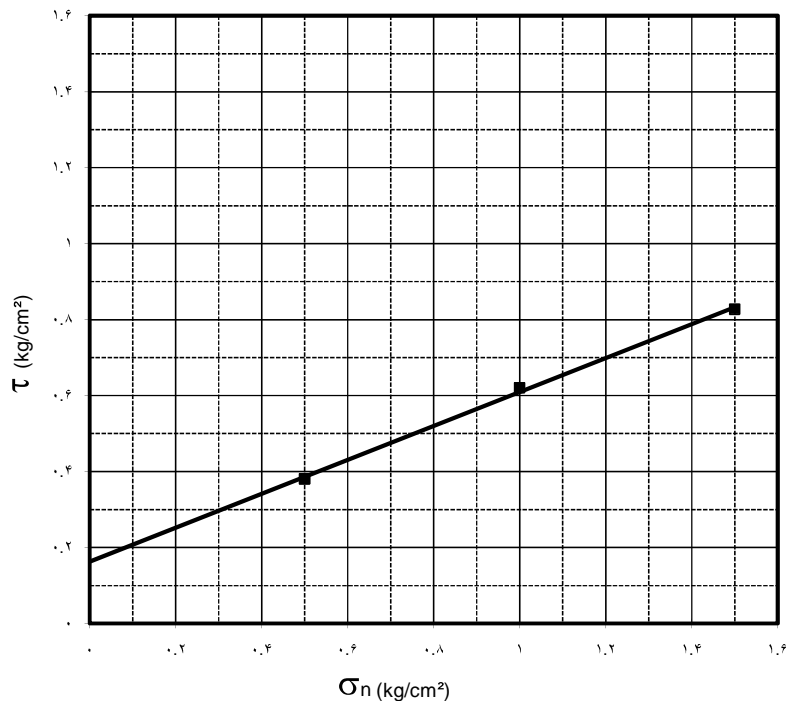
شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

متقاضی:

نیروگاه 150 مگاواتی سیکل ترکیبی زیر آور ساری

شماره کار: <b>070021856</b>	روش آزمایش:	نوع قالب:	ابعاد قالب (cm): <b>30×30×15</b>
گمانه: <b>BH 1</b>	تند	مربعی	<input checked="" type="checkbox"/> <b>5×5×2</b>
عمق: <b>3 - 3.5 m</b>	کند	دایره‌ای	ارتفاع: - قطر: -
تشریح نظری نمونه:		سرعت دستگاه (mm/min): <b>0.05</b>	
بازسازی شده	<input type="checkbox"/>	تهیه نمونه	اشباع شده <input checked="" type="checkbox"/> / تحکیم شده <input checked="" type="checkbox"/>
دست‌نخورده	<input checked="" type="checkbox"/>	رطوبت طبیعی	تحکیم نشده <input type="checkbox"/>

پارامترهای مقاومت برشی	تنش عمودی	تنش برشی در لحظه شکست	دانسیته خاک محل		رطوبت نمونه		
			خشک	تر	w %		
$\phi'$	$C'$	$\tau$	$\sigma_n$	$\gamma_d$	$\gamma_w$	قبل آزمایش	بعد آزمایش
o	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>		
		<b>0.38</b>	<b>0.50</b>	<b>1.60</b>	<b>2.00</b>	<b>28.2</b>	<b>24.9</b>
<b>24</b>	<b>0.16</b>	<b>0.62</b>	<b>1.00</b>	<b>1.58</b>	<b>1.97</b>	<b>27.5</b>	<b>24.9</b>
		<b>0.83</b>	<b>1.50</b>	<b>1.60</b>	<b>1.99</b>	<b>27.2</b>	<b>24.6</b>



توضیحات:

- نتایج آزمون فقط به اقلام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.
- هرگونه کپی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.
- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است. آدرس گیرنده خدمات:

Website: MZ.tsml.ir  
011-33117821 :دورنگار 011-33118650 - 011-33111983-5

Email: MZ@tsml.ir

ساری، خیابان 15 خرداد صندوق پستی: 141-48175 کد پستی: 48187-67147 تلفن: 011-33111983-5 - 011-33118650 دورنگار: 011-33117821

آدرس:

<p>FR 12001/00 1402/10/12 TS - 04006</p>	<p>کد فرم: تاریخ صدور نتیجه: شماره برگ گردش کار: شماره کد آزمون:</p>	<p>فرم گزارش آزمون</p>	<p>آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران</p>	<p>نام آزمون: متقاضی:</p>	<p>آزمایش برش مستقیم شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران</p>	<p>نام آزمایشگاه: آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران نیروگاه 150 مگاواتی سیکل ترکیبی زیم آور ساری شماره کار: 070021856</p>	<p>گمانه: BH 1 عمق: 3 - 3.5 m</p>	<p>تهبیه نمونه اشباع شده <input checked="" type="checkbox"/> / اشباع نشده <input type="checkbox"/> تحکیم شده <input checked="" type="checkbox"/> / تحکیم نشده <input type="checkbox"/> رطوبت طبیعی <input type="checkbox"/></p>		<p>توضیحات: ۱- نتایج آزمون فقط به ارقام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه های مورد آزمون معتبر است. ۲- هرگونه کمی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد. ۳- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است. ادرس گیرنده خدمات:</p>	<p>ساری، خیابان ۱۵ خرداد صندوق پستی: ۴۸۱۷۵-۱۴۱ کد پستی: ۰۱۱-۳۳۱۱۸۶۵۰ - ۰۱۱-۳۳۱۱۸۶۳۰ - ۰۱۱-۳۳۱۱۷۸۲۱ تلفن: ۰۱۱-۳۳۱۱۸۶۳۰-۵ Email: MZ@tsmlir</p>	<p>Website: MZ.tsmlir</p>
--	--	------------------------	--	-------------------------------	---	---	---------------------------------------	---	--	---	--	---------------------------





شرکت ازمایشگاه فنی و مکانیک خاک

### فرم گزارش آزمون

کد فرم: <b>FR 12001/00</b> تاریخ صدور نتیجه: <b>1402/10/10</b> شماره برگ گردش کار: - شماره کد آزمون: <b>TS-04001</b>	نام آزمون: <b>آزمایش سه محوری UU</b>	نام آزمایشگاه: <b>آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران</b>
---	--------------------------------------	---

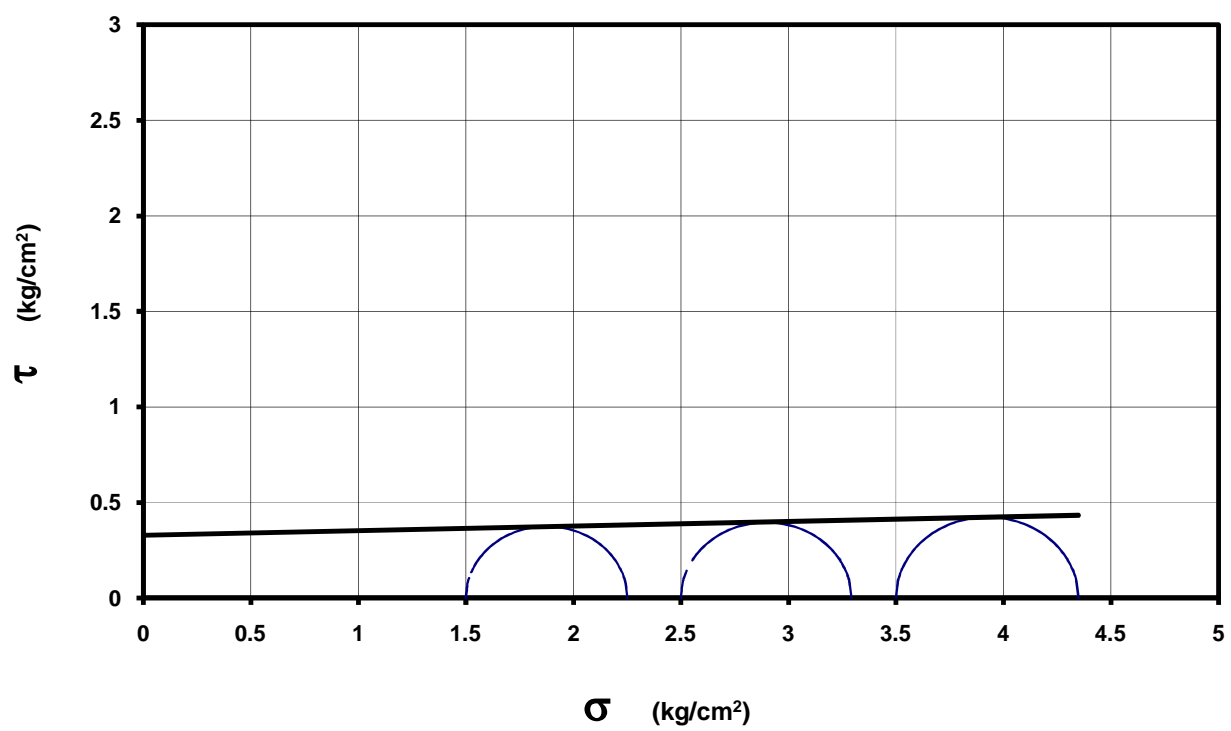
پروژه: **نیروگاه 150 مگاواتی سیکل ترکیبی زیر آور ساری** متقاضی: **شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران**

شماره کار: <b>070021856</b>	قطر نمونه: <b>3.79 (Cm)</b>	ارتفاع نمونه: <b>7.52 (Cm)</b>
شماره نمونه: <b>449523</b>	نمونه دست خورده: <input type="checkbox"/>	اشباع شده: <input type="checkbox"/>
شماره گمانه: <b>BH 1</b>	نمونه دست نخورده: <input checked="" type="checkbox"/>	رطوبت طبیعی: <input checked="" type="checkbox"/>
عمق نمونه برداری: <b>20 - 20.5 m</b>	سرعت دستگاه: <b>0.61 (mm/min)</b>	


تشریح نظری نمونه: **رس به رنگ قهوه ای**

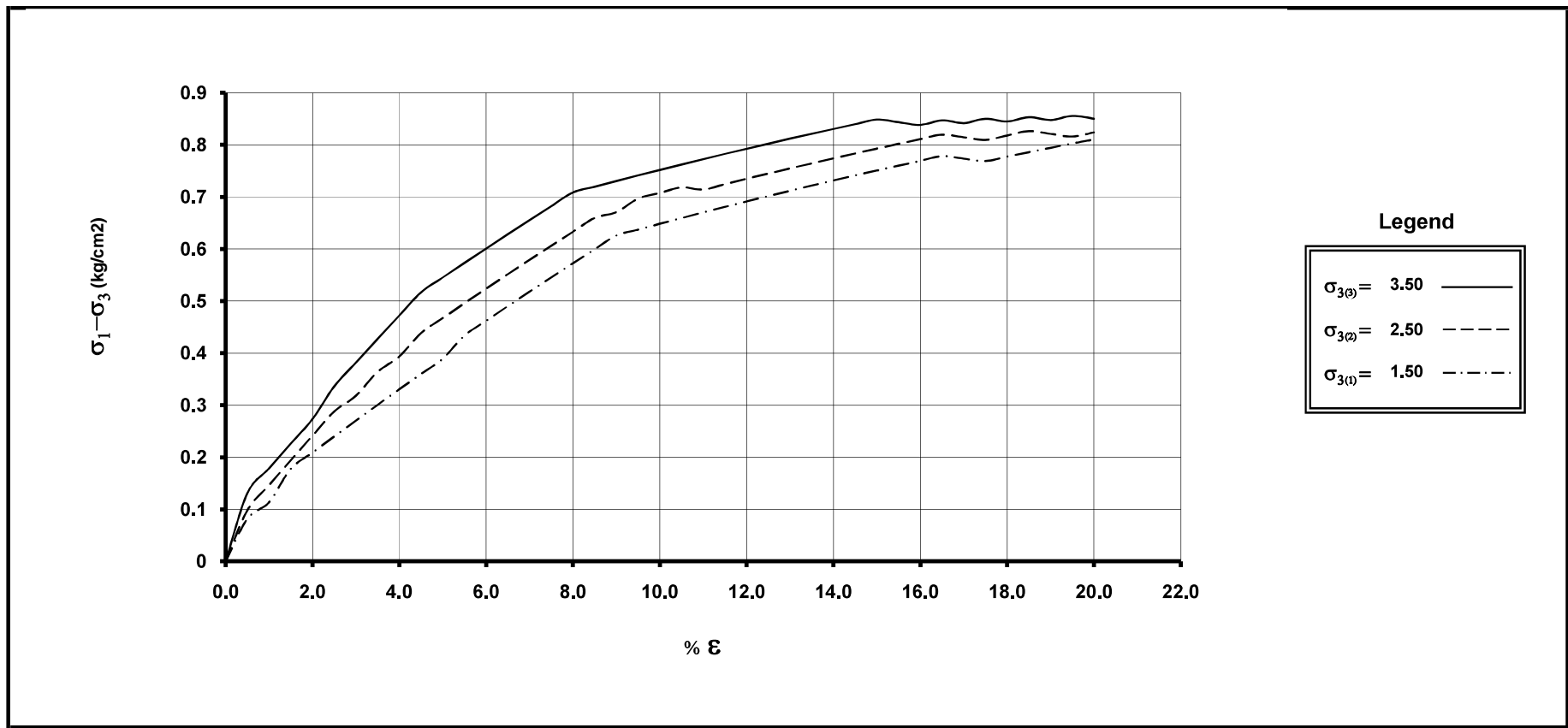
روش تهیه نمونه آزمایشگاهی: **نمونه گیری دست نخورده**

پارامترهای مقاومت برشی خاک زهکشی نشده	تنش تفاضلی در لحظه شکست	تنش همه جانبه	دانسیته خاک		رطوبت نمونه	
			خشک	تر		
$\phi_U$	$C_U$	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\sigma_3$	$\gamma_d$	$\gamma_w$	%
(deg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	
<b>1</b>	<b>0.33</b>	<b>0.75</b>	<b>1.5</b>	<b>1.52</b>	<b>1.99</b>	<b>31.5</b>
		<b>0.79</b>	<b>2.5</b>	<b>1.56</b>	<b>1.99</b>	<b>27.5</b>
		<b>0.85</b>	<b>3.5</b>	<b>1.50</b>	<b>1.98</b>	<b>32.0</b>



توضیحات:  
 1- نتایج آزمون فقط به اقلام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.  
 2- هرگونه کپی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.  
 3- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.  
 آدرس: ساری، خیابان ۱۵ خرداد - صندوق پستی: ۴۸۱۷۵-۱۴۱ کد پستی: ۴۸۱۸۷-۶۷۱۴۷ تلفن: ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۳-۵ - ۰۱۱-۳۳۱۱۸۶۵۰ - ۰۱۱-۳۳۱۱۸۶۵۰ دورنگار آدرس: [Website: MZ.tsml.ir](http://www.MZ.tsml.ir) [Email: MZ@tsml.ir](mailto:Email:MZ@tsml.ir)

<b>فرم گزارش آزمون</b>		 شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک	
کد فرم: <b>FR 12001/00</b> تاریخ صدور نتیجه: <b>۱۴۰۲/۱۰/۱۰</b> شماره برگ گردش کار: <b>-</b> شماره کد آزمون: <b>TS-04001</b>			
نام آزمون: <b>آزمایش سه محوری UU</b>	شماره استاندارد: <b>ASTM D 2850</b>	<b>نام آزمایشگاه: آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران</b>	
متقاضی: <b>شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران</b>	شماره نمونه: <b>۴۴۹۵۲۳</b>	<b>پروژه: نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زیر آور سازی</b>	



توضیحات:

- ۱- نتایج آزمون فقط به ارقام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.
  - ۲- هرگونه کپی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.
  - ۳- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.
- آدرس گیرنده خدمات :


Website: MZ.tsmi.ir

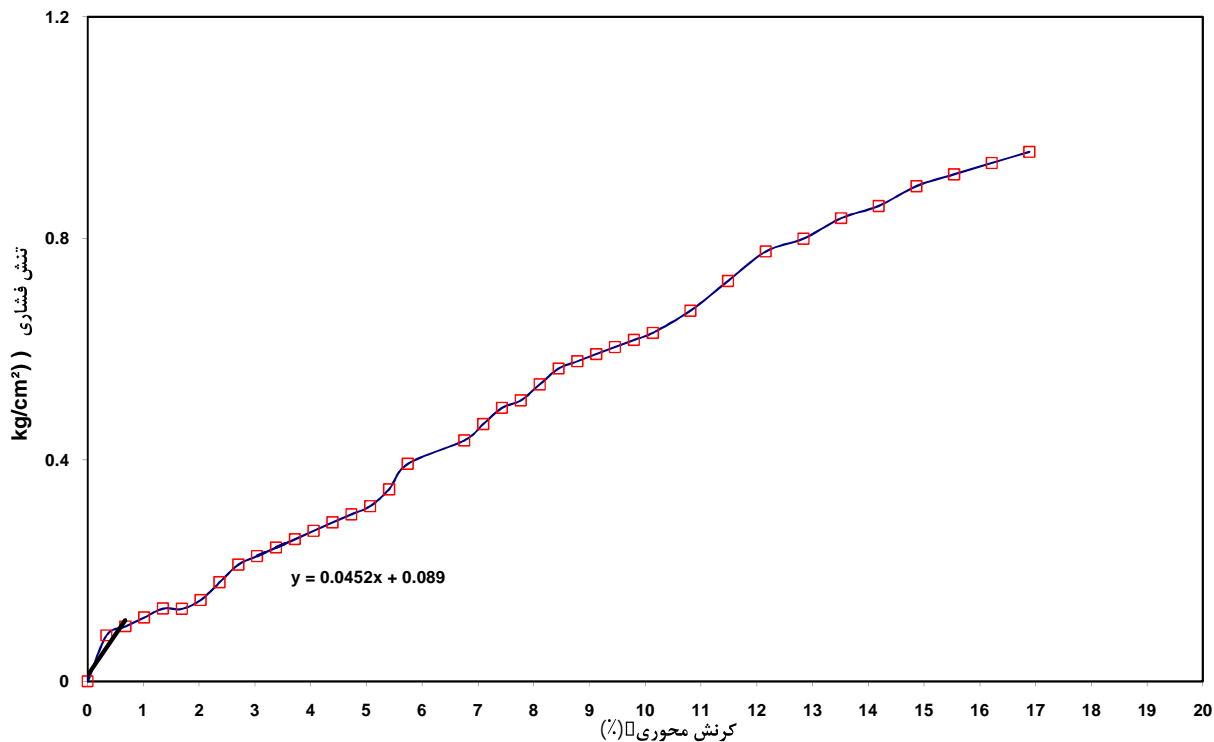
Email: MZ@tsmi.ir

ساری، خیابان ۱۵ خرداد صندوق پستی: ۴۸۱۷۵-۱۴۱ کد پستی: ۴۸۱۸۷-۶۷۱۴۷ تلفن: ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۲-۵ - ۰۱۱-۳۳۱۱۸۶۵ - ۰۱۱-۳۳۱۱۷۸۲۱ :دورنگار

<b>FR 12001/00</b> کد فرم: تاریخ صدور نتیجه: شماره برگ گردش کار: شماره کد آزمون: <b>1402/10/18</b> - <b>TS - 04005</b>	<b>فرم گزارش آزمون</b>	 <b>شرکت آزمایشگاه مزی و مدیاک خاک</b>
<b>ASTM D 2166</b> شماره استاندارد:	نام آزمون: <b>مقاومت فشاری محدود نشده (تک محوری)</b>	نام آزمایشگاه: <b>آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مازندران</b>
<b>070021856</b> شماره کار:	متقاضی: <b>شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران</b>	پروژه: <b>نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زیم اور ساری</b>

شماره نمونه:	449531	قطر (cm):	3/79
گمانه:	BH 1	ارتفاع (cm):	7/52
عمق:	متر 43/7 - 44	سرعت دستگاه (mm/min):	0/61
تشریح نظری نمونه:	نوع نمونه <input type="checkbox"/> بازسازی شده <input checked="" type="checkbox"/> دستنخورده		
لای و کمی رس به رنگ خاکستری			

مدول الاستیسیته	مقاومت فشاری	کرنش گسیختگی	دانسیته		رطوبت نمونه	نمایش نحوه شکست نمونه
			خشک	تر		
$E_t$	$q_u$	$\epsilon_f$	$\gamma_d$	$\gamma_w$	$\omega$	
kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	gr/cm <sup>3</sup>	gr/cm <sup>3</sup>	%	
-	<b>1.00</b>	<b>20.27</b>	<b>1.62</b>	<b>2.00</b>	<b>23.7</b>	



توضیحات:

- نتایج آزمون فقط به اقلام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.
- هرگونه کپی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.
- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.

آدرس گیرنده خدمات:

Website: MZ.tsml.ir

Email: MZ@tsml.ir

آدرس: ساری، خیابان ۱۵ خرداد صندوق پستی: ۴۸۱۷۵-۱۴۱ کد پستی: ۴۸۱۸۷-۶۷۱۴۷ تلفن: ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۳-۵ - ۰۱۱-۳۳۱۱۸۶۵۰

FR 12001/00  
1402/10/18

کد فرم :  
تاریخ صدور نتیجه :  
شماره برگ گردش کار :  
شماره کد آزمون :

TS - 04007  
ASTM D 2435

شماره استاندارد :  
شماره نمونه :  
شماره کار :

۰۷۰۰۲۱۸۵۶

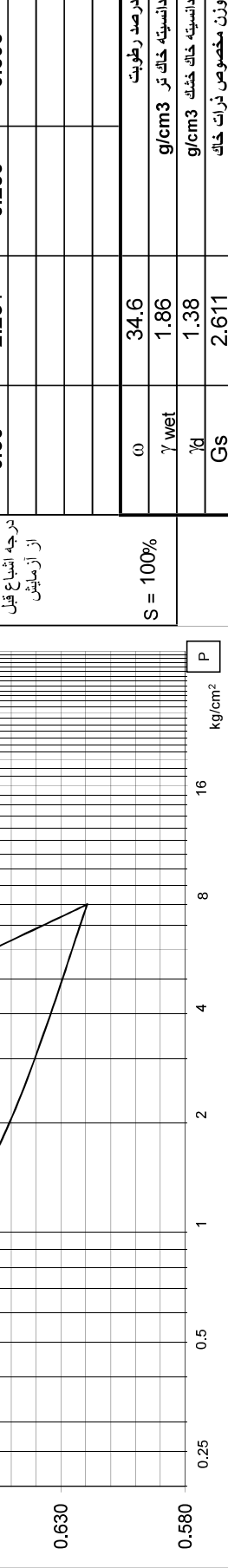


**شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک**

نام آزمایشگاه : آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران  
پروژه : نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی ریم آور ساری  
شماره گمانه : BH ۱

تغییرات فشار		روش لگاریتم زمان				روش ریشه دوم زمان		
$\Delta P$	$m_v$	$C_v$	$r$	$K$	$m_v$	$C_v$	$r$	$K$
kg/cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /kg	cm <sup>2</sup> /sec	-	cm/sec	cm <sup>2</sup> /kg	cm <sup>2</sup> /sec	-	cm/sec
0.25					1.40E-02	6.55E-03	1.11	9.16E-08
0.25					4.30E-02	1.39E-02	0.27	5.97E-07
0.50					3.41E-02	1.44E-03	0.49	4.90E-08
1.00					2.89E-02	6.01E-04	0.64	1.74E-08
2.00					1.92E-02	3.04E-03	0.31	5.84E-08
4.00					1.31E-02	1.10E-03	0.44	1.45E-08

نمونه دست	فشار	ارتفاع نهایی	ارتفاع ارتفاع	تغییرات ارتفاع	فضای خالی
<input checked="" type="checkbox"/> نخورده	kg/cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm	-
<input type="checkbox"/> نمونه دست	p	h <sub>n</sub>	$\Delta H$	e	
	0.00	2.540	0.000	0.889	
	0.25	2.531	0.009	0.882	
H = 2.54 cm	0.50	2.504	0.036	0.862	
D <sub>0</sub> = 6.35 cm	1.00	2.461	0.079	0.830	
h <sub>g</sub> = 1.345 cm	2.00	2.390	0.150	0.777	
	4.00	2.298	0.242	0.709	
	8.00	2.178	0.362	0.619	
	2.00	2.220	0.320	0.651	
	0.50	2.281	0.259	0.696	



درصد رطوبت	دانشیه خاک تر	دانشیه خاک خشک	وزن مخصوص ذرات خاک
$\omega$	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	GS
	34.6	1.86	2.611
	1.86	1.38	

توضیحات:  
۱- نتایج آزمون فقط به اقدام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.  
۲- هرگونه کمی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.  
۳- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.  
ادرس گیرنده خدمات :

FR 12001/00  
1402/10/18

کد فرم :  
تاریخ صدور نتیجه :  
شماره برگ گردش کار :  
شماره کد آزمون :

TS - 04007  
ASTM D 2435

شماره استاندارد :  
شماره نمونه :  
شماره کار :

۰۷۰۰۲۱۸۵۶

## فرم گزارش آزمون

نام آزمون :  
متقاضی :  
عمق (m):

شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک  
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران  
شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران  
۱۶ - ۱۵/۵ متر

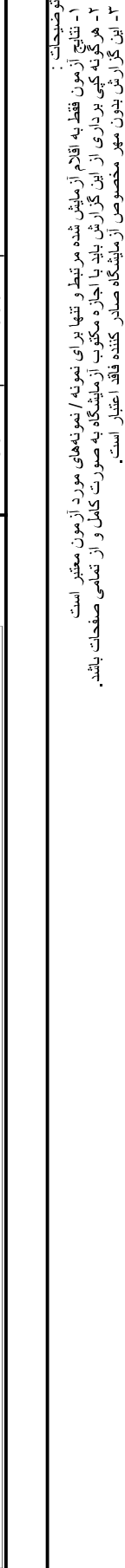
کد فرم :  
تاریخ صدور نتیجه :  
شماره برگ گردش کار :  
شماره کد آزمون :

شماره گمانه : BH ۱

تغییرات فشار		روش لگاریتم زمان		روش ریشه دوم زمان	
$\Delta P$	mv	Cv	r	$m_v$	K
kg/cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /kg	cm <sup>2</sup> /sec	-	cm <sup>2</sup> /kg	cm/sec
0.25				1.82E-01	2.90E-06
0.25				6.87E-02	6.24E-09
0.50				6.82E-02	3.90E-08
1.00				5.72E-04	5.12E-08
2.00				1.56E-03	3.80E-08
4.00				2.02E-03	3.80E-08
				9.48E-03	1.02E-07

نمونه دست	فشار	ارتفاع نهایی	ارتفاع ارتفاع	تغییرات ارتفاع	فضای خالی
<input checked="" type="checkbox"/> *	kg/cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm	-
<input type="checkbox"/> نخورده	p	hn	$\Delta H$	e	
<input type="checkbox"/> نمونه دست	0.00	2.540	0.000	0.928	
H = 2.54 cm	0.25	2.425	0.115	0.841	
D <sub>0</sub> = 6.35 cm	0.50	2.383	0.157	0.809	
h <sub>s</sub> = 1.317 cm	1.00	2.302	0.238	0.747	
	2.00	2.226	0.314	0.690	
	4.00	2.142	0.398	0.626	
	8.00	2.050	0.490	0.556	
	2.00	2.065	0.475	0.567	
	0.50	2.091	0.449	0.587	

درصد رطوبت	دانسیتته خاک تر	دانسیتته خاک خشک	وزن مخصوص ذرات خاک
w	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
35.7	1.87	1.38	2.656
$\gamma_{wet}$			
$\gamma_d$			
GS			



توضیحات :  
۱- نتایج آزمون فقط به اقدام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.  
۲- هرگونه کمی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.  
۳- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.  
ادرس گیرنده خدمات :  
Email: MZ@tsml.ir  
Website: MZ.tsml.ir





شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

### فرم گزارش آزمون

کد فرم: **FR 12001/00**  
تاریخ صدور نتیجه: **1402/10/10**  
شماره برگ گردش کار: -  
شماره کد آزمون: **TS - 04006**

نام آزمایشگاه: **آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران**

نام آزمون: **آزمایش برش مستقیم**

شماره استاندارد: **ASTM D3080**

شماره نمونه: **449009**

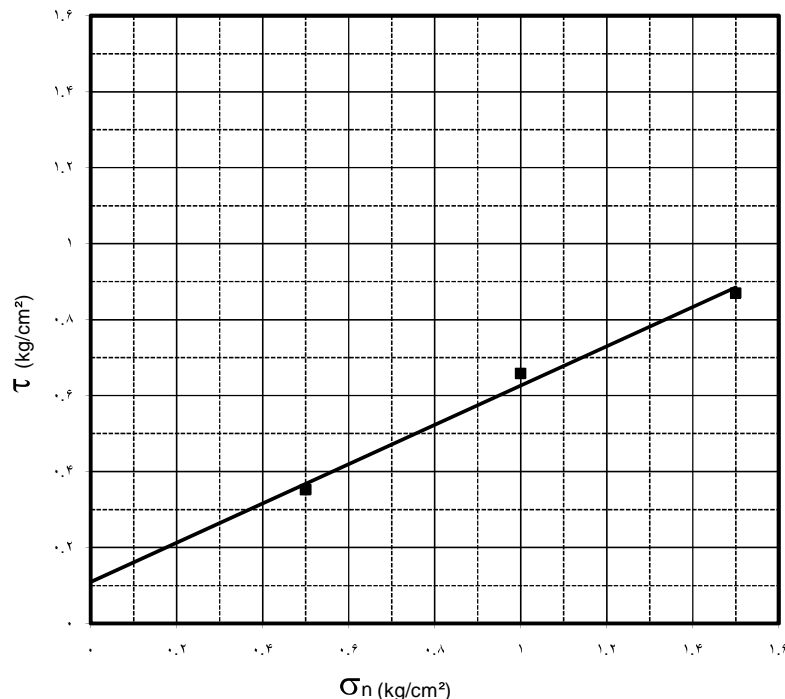
شماره نمونه: **449009**

متقاضی: **شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران**

پروژه: **نیروگاه 150 مگاواتی سیکل ترکیبی زیر آور ساری**


شماره کار: <b>070021856</b>	روش آزمایش:	نوع قالب:	ابعاد قالب (cm):
گمانه: <b>BH 2</b>	تند <input type="checkbox"/>	مربعی <input checked="" type="checkbox"/>	<b>30×30×15</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>5×5×2</b>
عمق: <b>1.5-2 m</b>	کند <input checked="" type="checkbox"/>	دایره‌ای <input type="checkbox"/>	ارتفاع: - قطر: -
تشریح نظری نمونه: رس و ماسه و لای به رنگ خاکستری			
سرعت دستگاه (mm/min): <b>0.05</b>			
بازسازی شده <input type="checkbox"/>	تهبیه نمونه <input type="checkbox"/>	اشباع شده <input checked="" type="checkbox"/>	تحکیم شده <input checked="" type="checkbox"/>
دست‌نخورده <input checked="" type="checkbox"/>		رطوبت طبیعی <input type="checkbox"/>	تحکیم نشده <input type="checkbox"/>

پارامترهای مقاومت برشی		تنش برشی در لحظه شکست $\tau$	تنش عمودی $\sigma_n$	دانسیته خاک محل		رطوبت نمونه $w \%$	
				خشک $\gamma_d$	تر $\gamma_w$		
$\phi'$	$C'$	$\tau$	$\sigma_n$	$\gamma_d$	$\gamma_w$	قبل آزمایش	بعد آزمایش
o	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>		
		<b>0.35</b>	<b>0.50</b>	<b>1.51</b>	<b>1.98</b>	<b>29.0</b>	<b>30.5</b>
<b>27</b>	<b>0.11</b>	<b>0.66</b>	<b>1.00</b>	<b>1.52</b>	<b>1.99</b>	<b>28.6</b>	<b>30.6</b>
		<b>0.87</b>	<b>1.50</b>	<b>1.52</b>	<b>1.98</b>	<b>27.7</b>	<b>30.1</b>



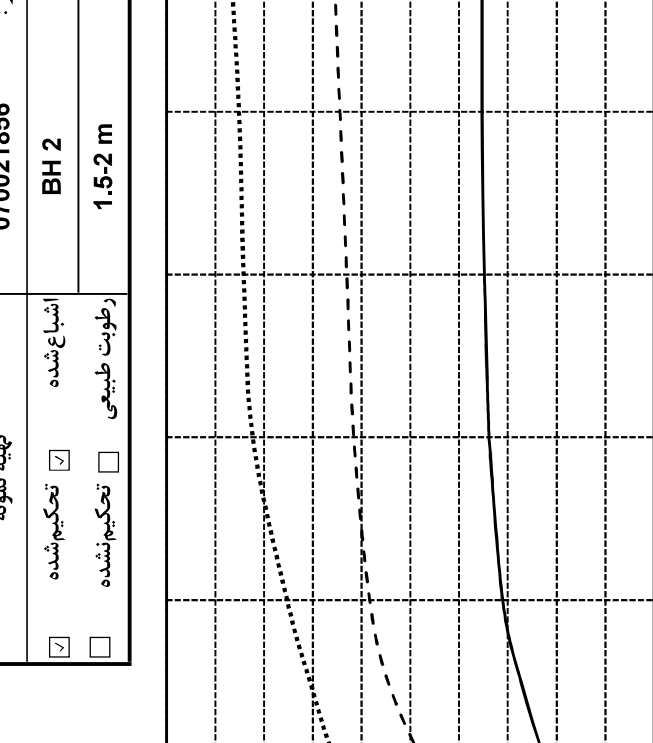
توضیحات:

- نتایج آزمون فقط به اقسام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.
- هرگونه کپی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.
- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است. آدرس گیرنده خدمات:

<b>فرم گزارش آزمون</b>		<b>آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران</b>
نام آزمون :	نام آزمایشگاه : آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران	
متقاضی :	نیروگاه 150 مگاواتی سیکل ترکیبی زم آور ساری	
شماره کار :	070021856	
گمانه :	BH 2	
عمق :	1.5-2 m	
تهیه نمونه	<input checked="" type="checkbox"/> اشباع شده <input checked="" type="checkbox"/> تحکیم شده	
شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران	<input type="checkbox"/> رطوبت طبیعی <input type="checkbox"/> تحکیم نشده	
شماره نمونه :	449009	
شماره استاندارد :	ASTM D3080	
کد فرم :	FR 12001/00	
تاریخ صدور نتیجه :	1402/10/10	
شماره برگ گردش کار :	TS - 04006	
شماره کد آزمون :	449009	
شماره نمونه :	449009	
شماره استاندارد :	ASTM D3080	
کد فرم :	FR 12001/00	
تاریخ صدور نتیجه :	1402/10/10	
شماره برگ گردش کار :	TS - 04006	
شماره کد آزمون :	449009	
شماره نمونه :	449009	
شماره استاندارد :	ASTM D3080	
کد فرم :	FR 12001/00	

$P_d = 100 \times (d_h / D)$   
 جابه‌جایی افقی (mm)  
 قطر نمونه و یا بعد افقی در جهت برش (mm)

درصد جابه‌جایی نسبی افقی ( $P_d$ )



**توضیحات:**  
 ۱- نتایج آزمون فقط به ارقام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.  
 ۲- هرگونه کمی برداری از این گزارش باید یا اجازه آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.  
 ۳- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.  
 ادرسی گیرنده خدمات :

Website: MZ.tsmli.ir

Email: MZ@tsmlir

شماره کار : 070021856

شماره استاندارد : ASTM D3080

گمانه : BH 2

عمق : 1.5-2 m

تهیه نمونه

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009

شماره نمونه : 449009

شماره استاندارد : ASTM D3080

کد فرم : FR 12001/00

تاریخ صدور نتیجه : 1402/10/10

شماره برگ گردش کار : TS - 04006

شماره کد آزمون : 449009



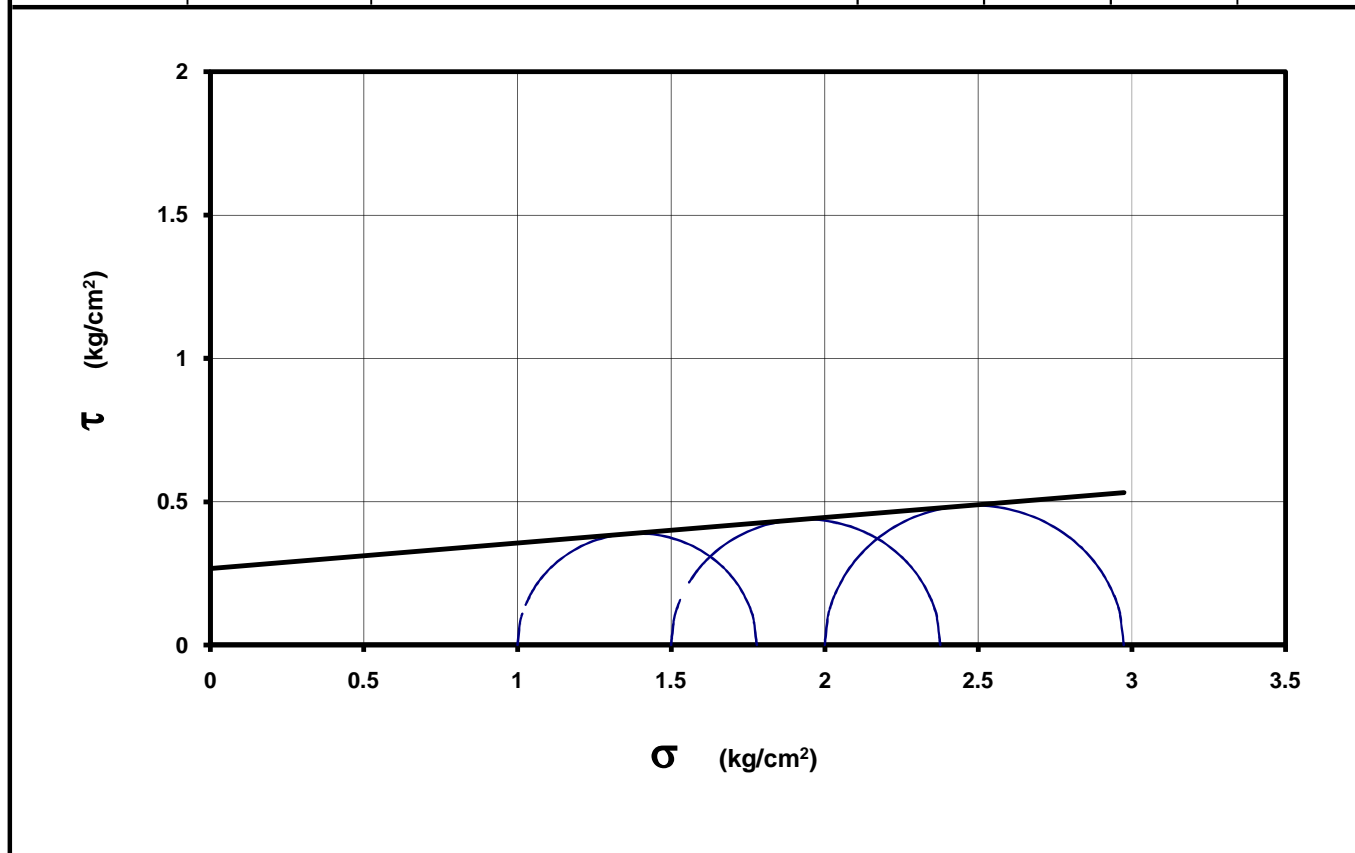
کد فرم: <b>FR 12001/00</b> تاریخ صدور نتیجه: <b>1402/10/10</b> شماره برگ گردش کار: - شماره کد آزمون: <b>TS-04001</b>	<b>فرم گزارش آزمون</b>	 شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک
شماره استاندارد: <b>ASTM D 2850</b>	نام آزمون: <b>آزمایش سه محوری UU</b>	نام آزمایشگاه آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: **نیروگاه 150 مگاواتی سیکل ترکیبی زیر آور ساری** متقاضی: **شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران**

شماره کار: <b>070021856</b> قطر نمونه: <b>3.79 (Cm)</b> ارتفاع نمونه: <b>7.52 (Cm)</b>	شماره نمونه: <b>449011</b> نمونه دست خورده: <input type="checkbox"/> اشباع شده: <input type="checkbox"/>	شماره گمانه: <b>BH2</b> نمونه دست نخورده: <input checked="" type="checkbox"/> رطوبت طبیعی: <input checked="" type="checkbox"/>
عمق نمونه برداری: <b>9 - 9.5 m</b> سرعت دستگاه: <b>0.61 (mm/min)</b>	تشریح نظری نمونه: <b>رس به رنگ قهوه ای</b>	

روش تهیه نمونه آزمایشگاهی: **نمونه گیری دست نخورده**

پارامترهای مقاومت برشی خاک زهکشی نشده	تنش تفاضلی در لحظه شکست	تنش همه جانبه	دانسیته خاک		رطوبت نمونه	
			خشک	تر		
$\phi_U$	$C_U$	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\sigma_3$	$\gamma_d$	$\gamma_w$	%
(deg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	
<b>5</b>	<b>0.27</b>	<b>0.78</b>	<b>1</b>	<b>1.49</b>	<b>1.96</b>	<b>31.9</b>
		<b>0.88</b>	<b>1.5</b>	<b>1.49</b>	<b>1.96</b>	<b>31.0</b>
		<b>0.97</b>	<b>2</b>	<b>1.49</b>	<b>1.96</b>	<b>31.9</b>



توضیحات:  
 1- نتایج آزمون فقط به اقلام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.  
 2- هرگونه کپی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.  
 3- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.  
 آدرس: ساری، خیابان 15 خرداد صندوق پستی: 48175-141 کد پستی: 48187-67147 تلفن: 011-33111983-5 - 011-33118650 داورنگار آدرس:

FR 12001/00

کد فرم:

تاریخ صدور نتیجه:

شماره برگ گردش کار:

شماره کد آزمون:

TS-04001

شماره استاندارد:

ASTM D 2850

شماره نمونه:

۴۴۹۰۱۱

### فرم گزارش آزمون

نام آزمون:

آزمایش سه محوری UU

متقاضی:

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

نام آزمایشگاه:

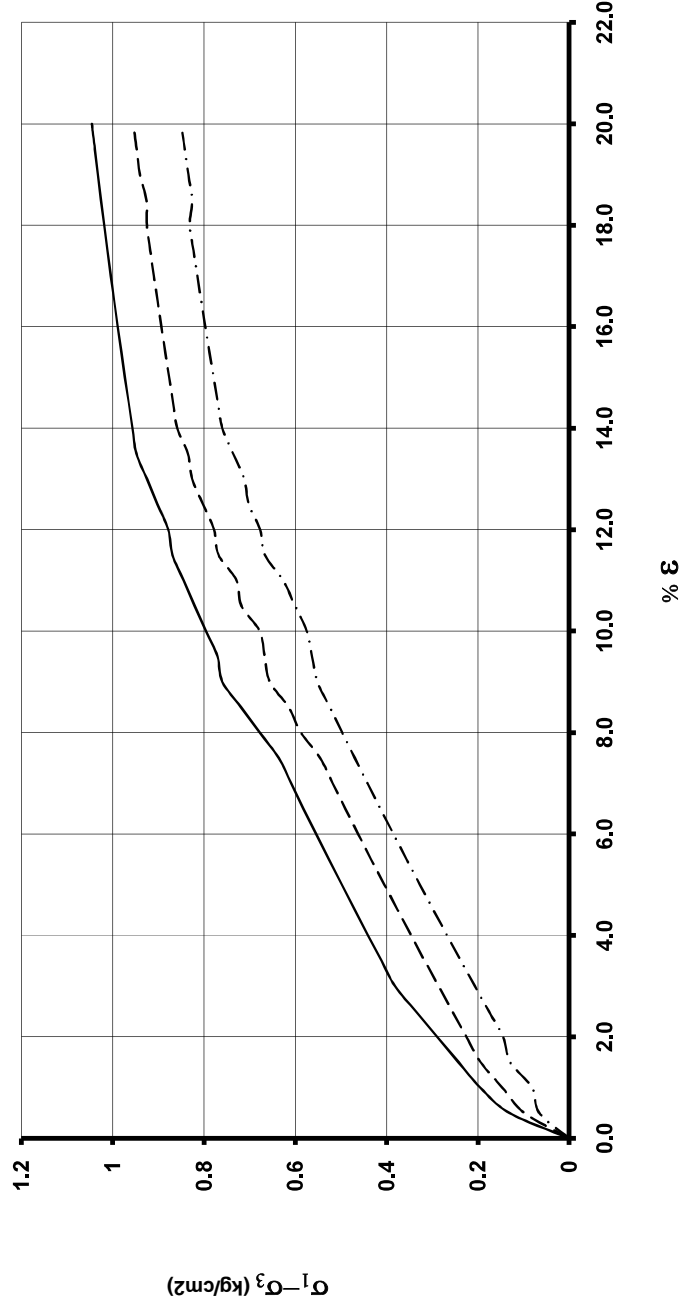
آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه:

نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زیر آبرسانی



شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک



توضیحات:  
۱- نتایج آزمون فقط به اقدام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.  
۲- هرگونه کپی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.  
۳- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.  
آدرس گیرنده خدمات:

Website: MZ.tsml.ir

Email: MZ@tsml.ir

ساری، خیابان ۱۵ خرداد صندوق پستی: ۴۸۱۷۵-۱۴۱ کد پستی: ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۳-۵ تلفن: ۴۸۱۸۷-۶۷۱۴۷

کد فرم: <b>FR 12001/00</b> تاریخ صدور نتیجه: <b>1402/10/10</b> شماره برگ گردش کار: - شماره کد آزمون: <b>TS-04001</b>	<b>فرم گزارش آزمون</b>	 شرکت ازمایشگاه فنی و مکانیک خاک
شماره استاندارد: <b>ASTM D 2850</b>	نام آزمون: <b>آزمایش سه محوری UU</b>	نام آزمایشگاه: <b>آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران</b>

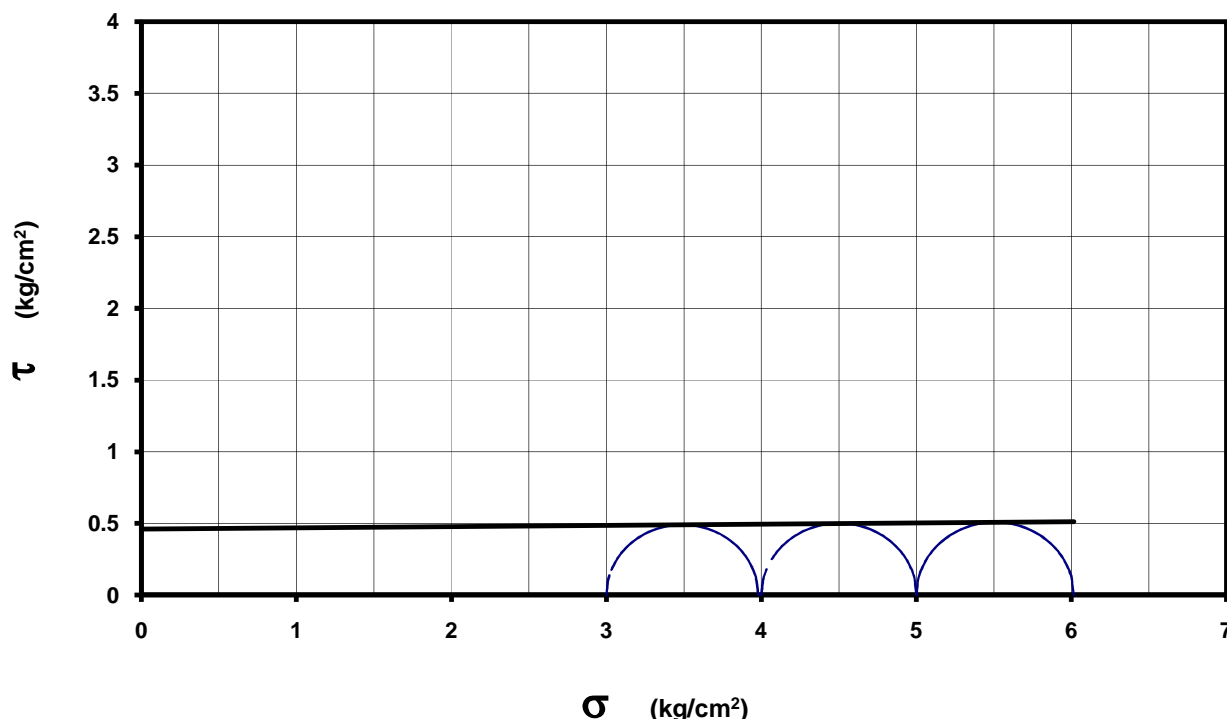
پروژه: **نیروگاه 150 مگاواتی سیکل ترکیبی زیر آور ساری**      متقاضی: **شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران**

شماره کار: <b>070021856</b> شماره نمونه: <b>449036</b> شماره گمانه: <b>BH 2</b>	ارتفاع نمونه: <b>7.52 (Cm)</b> قطر نمونه: <b>3.79 (Cm)</b> نمونه دست خورده: <input type="checkbox"/> نمونه دست نخورده: <input checked="" type="checkbox"/>	عمق نمونه برداری: <b>30.6 - 30.8 m</b> سرعت دستگاه: <b>0.61 (mm/min)</b>
---	---	---

تشریح نظری نمونه: **رس به رنگ قهوه ای**

روش تهیه نمونه آزمایشگاهی: **نمونه گیری دست نخورده**

پارامترهای مقاومت برشی خاک زهکشی نشده	تنش تفاضلی در لحظه شکست	تنش همه جانبه	دانسیته خاک		رطوبت نمونه	
			خشک	تر		
$\phi_U$	$C_U$	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\sigma_3$	$\gamma_d$	$\gamma_w$	%
(deg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	
<b>1</b>	<b>0.46</b>	<b>0.98</b>	<b>3</b>	<b>1.61</b>	<b>2.02</b>	<b>25.6</b>
		<b>1.00</b>	<b>4</b>	<b>1.62</b>	<b>2.03</b>	<b>25.8</b>
		<b>1.02</b>	<b>5</b>	<b>1.63</b>	<b>2.04</b>	<b>25.2</b>



توضیحات:  
 1- نتایج آزمون فقط به اقلام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.  
 2- هرگونه کپی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.  
 3- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.  
 آدرس گیرنده خدمات:

Website: [MZ.tsml.ir](http://MZ.tsml.ir)

Email: [MZ@tsml.ir](mailto:MZ@tsml.ir)

آدرس: ساری، خیابان ۱۵ خرداد صندوق پستی: ۴۸۱۷۵-۱۴۱ کد پستی: ۴۸۱۸۷-۶۷۱۴۷ تلفن: ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۳-۵ - ۰۱۱-۳۳۱۱۸۶۵۰ - دورنگار آدرس:

FR 12001/00

کد فرم:

تاریخ صدور نتیجه:

شماره برگ گردش کار:

شماره کد آزمون:

شماره استاندارد:

شماره نمونه:

### فرم گزارش آزمون

نام آزمون:

شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران

متقاضی:

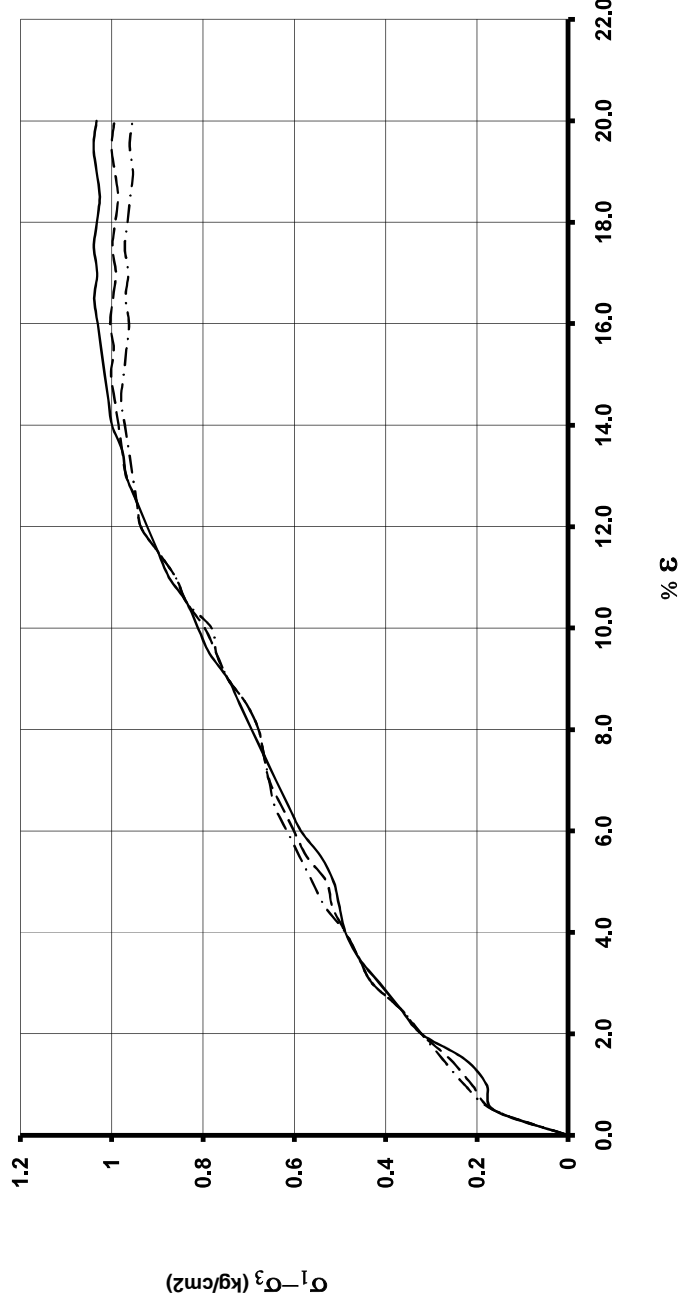
نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زیر آبر ساری



شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

نام آزمایشگاه: آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران

پروژه: نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زیر آبر ساری



توضیحات:  
۱- نتایج آزمون فقط به اقدام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.  
۲- هرگونه کپی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.  
۳- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.  
آدرس گیرنده خدمات:

Website: MZ.tsml.ir

Email: MZ@tsml.ir


ساری، خیابان ۱۵ خرداد صندوق پستی: ۴۸۱۷۵-۱۴۱ کد پستی: ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۳-۵ : ۴۸۱۸۷-۶۷۱۴۷ : ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۳-۵ : ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۳-۵ : ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۳-۵ : ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۳-۵ : ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۳-۵ : ۰۱۱-۳۳۱۱۹۸۳-۵

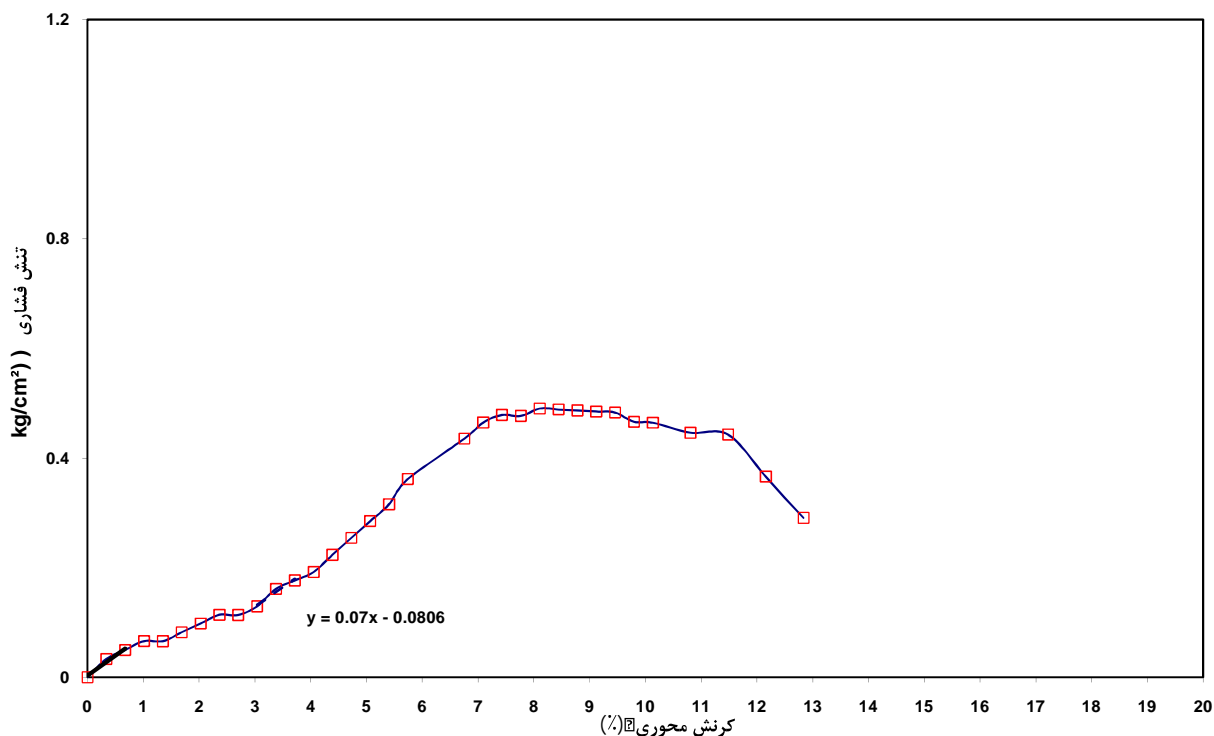
<b>FR 12001/00</b> کد فرم: تاریخ صدور نتیجه: شماره برگ گردش کار: شماره کد آزمون: <b>1402/10/09</b> - <b>TS - 04005</b>	<b>فرم گزارش آزمون</b>	 <b>شرکت آزمایشگاه سنی و مدایک خاک</b>
---	------------------------	--

<b>ASTM D 2166</b> شماره استاندارد:	مقاومت فشاری محدود نشده (تک محوری)	نام آزمون:	نام آزمایشگاه: آزمایشگاه سنی و مدایک خاک مازندران
--	------------------------------------	------------	---

<b>070021856</b> شماره کار:	شرکت توسعه برق و انرژی غدیر مازندران	متقاضی:	نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زیم اور ساری
--------------------------------	--------------------------------------	---------	--

شماره نمونه:	<b>449020</b>	قطر (cm):	<b>3/79</b>
گمانه:	<b>BH 2</b>	ارتفاع (cm):	<b>7/52</b>
عمق:	<b>متر 14/5 - 15</b>	سرعت دستگاه (mm/min):	<b>0/61</b>
تشریح نظری نمونه:	<b>لای به رنگ خاکستری</b>	نوع نمونه:	<input type="checkbox"/> بازسازی شده <input checked="" type="checkbox"/> دستنخورده

مدول الاستیسیته	مقاومت فشاری	کرنش گسیختگی	دانسیته		رطوبت نمونه	نمایش نحوه شکست نمونه
			خشک	تر		
$E_t$	$q_u$	$\epsilon_f$	$\gamma_d$	$\gamma_w$	$\omega$	
kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	gr/cm <sup>3</sup>	gr/cm <sup>3</sup>	%	
-	<b>0.49</b>	<b>8.11</b>	<b>1.57</b>	<b>1.99</b>	<b>26.4</b>	



توضیحات:

- نتایج آزمون فقط به اقلام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.
- هرگونه کپی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.
- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.

آدرس گیرنده خدمات:

Website: MZ.tsml.ir

Email: MZ@tsml.ir

آدرس: ساری، خیابان ۱۵ خرداد صندوق پستی: ۴۸۱۷۵-۱۴۱ کد پستی: ۴۸۱۸۷-۶۷۱۴۷ تلفن: ۰۱۱-۳۳۱۱۱۹۸۳ - ۰۱۱-۳۳۱۱۸۶۵۰

FR 12001/00  
1402/09/14

کد فرم :  
تاریخ صدور نتیجه :  
شماره برگ گردش کار :  
شماره کد آزمون :

TS - 04007  
ASTM D 2435

شماره استاندارد :  
شماره نمونه :  
شماره کار :

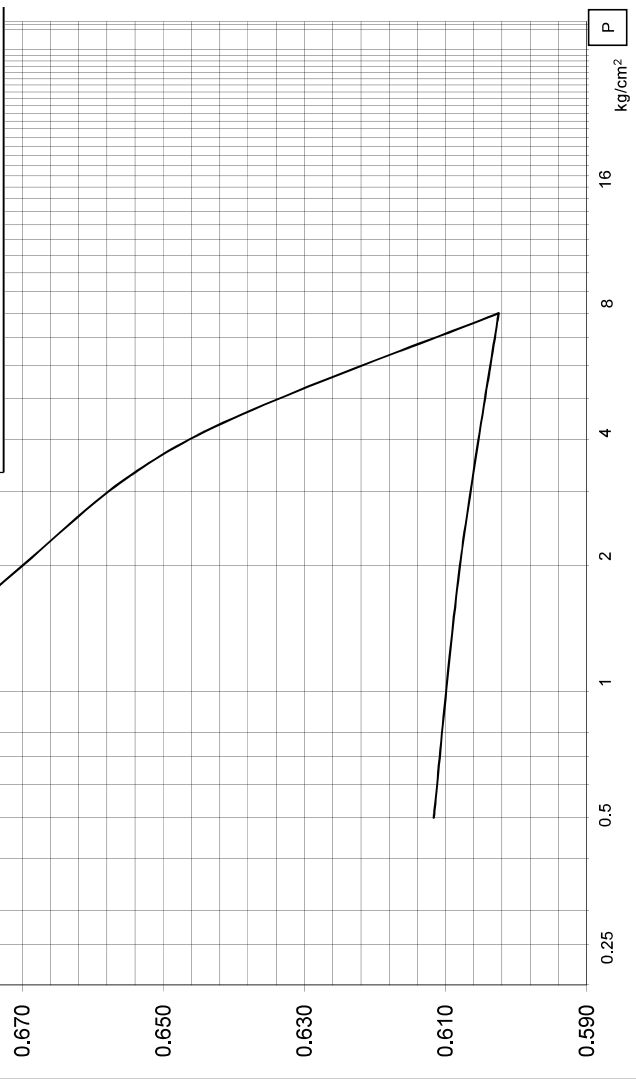
## فرم گزارش آزمون

### شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

نام آزمایشگاه : آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران  
پروژه : نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی ریم آور ساری  
شماره گمانه : BH ۲

تغییرات فشار		روش لگاریتم زمان				روش ریشه دوم زمان		
$\Delta P$	$m_v$	$C_v$	$r$	$K$	$m_v$	$C_v$	$r$	$K$
kg/cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /kg	cm <sup>2</sup> /sec	-	cm/sec	cm <sup>2</sup> /kg	cm <sup>2</sup> /sec	-	cm/sec
0.25					4.67E-02	9.55E-03	0.28	4.46E-07
0.25					1.39E-02	9.91E-03	0.50	1.38E-07
0.50					1.26E-02	4.64E-03	0.36	5.87E-08
1.00					1.09E-02	5.27E-03	0.37	5.75E-08
2.00					7.08E-03	8.37E-03	0.17	5.93E-08
4.00					6.65E-03	4.28E-03	0.21	2.85E-08

نمونه دست	فشار	ارتفاع نهایی	تغییرات ارتفاع	فضای خالی
<input checked="" type="checkbox"/> *	kg/cm <sup>2</sup>	cm	cm	-
<input type="checkbox"/> نخورده	p	h <sub>n</sub>	$\Delta H$	e
<input type="checkbox"/> خورده	0.00	2.000	0.000	0.725
H = 2.00	0.25	1.977	0.023	0.705
cm	0.50	1.970	0.030	0.699
D <sub>0</sub> = 5.00	1.00	1.957	0.043	0.688
cm	2.00	1.936	0.064	0.670
h <sub>s</sub> = 1.159	4.00	1.909	0.091	0.646
cm	8.00	1.858	0.142	0.602
درجه اشباع قبل	2.00	1.864	0.136	0.608
از آزمایش	0.50	1.868	0.132	0.612



درصد رطوبت	دانسیتته خاک تر	دانسیتته خاک خشک	وزن مخصوص ذرات خاک
w	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	GS
30.5	2.00	1.54	2.649

توضیحات :  
۱- نتایج آزمون فقط به اقدام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.  
۲- هرگونه کمی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.  
۳- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.  
ادرس گیرنده خدمات :

Email: MZ@tsml.ir

Website: MZ.tsml.ir

FR 12001/00  
1402/10/09

کد فرم :  
تاریخ صدور نتیجه :  
شماره برگ گردش کار :  
شماره کد آزمون :

TS - 04007  
ASTM D 2435

شماره استاندارد :  
شماره نمونه :  
شماره کار :

۴۴۹.۲۷  
۰۷.۰۲۱۸۵۶

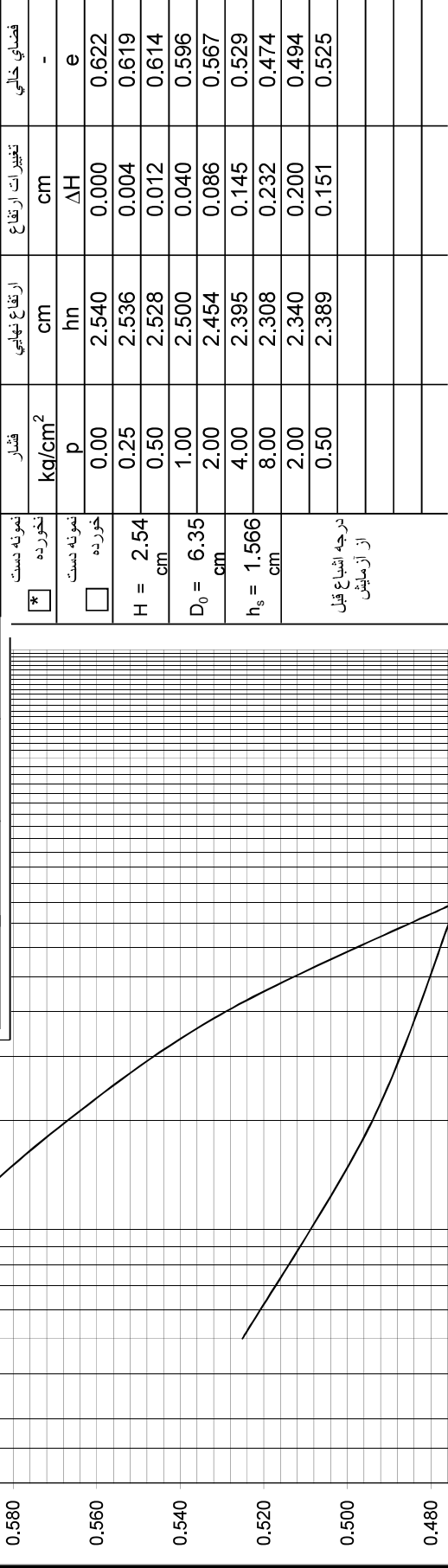
## فرم گزارش آزمون



شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک

نام آزمایشگاه : آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران  
پروژه : نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی ریم اور ساری  
شماره گمانه : BH ۷

تغییرات فشار		روش لگاریتم زمان					
$\Delta P$	$m_v$	$C_v$	$r$	$K$	$m_v$	$r$	$K$
kg/cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /kg	cm <sup>2</sup> /sec	-	cm/sec	cm <sup>2</sup> /kg	-	cm/sec
0.25					6.00E-03	1.41	6.95E-08
0.25					1.32E-02	0.83	1.45E-07
0.50					2.23E-02	0.75	9.13E-08
1.00					1.82E-02	0.54	1.42E-07
2.00					1.21E-02	0.34	6.46E-08
4.00					9.02E-03	0.34	3.57E-08



درصد رطوبت	دانشیه خاک تر	دانشیه خاک خشک	وزن مخصوص ذرات خاک
$\omega$	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	Gs
24.0	2.01	1.62	2.625

توضیحات:  
۱- نتایج آزمون فقط به اقدام آزمایش شده مرتبط و تنها برای نمونه / نمونه‌های مورد آزمون معتبر است.  
۲- هرگونه کمی برداری از این گزارش باید با اجازه مکتوب آزمایشگاه به صورت کامل و از تمامی صفحات باشد.  
۳- این گزارش بدون مهر مخصوص آزمایشگاه صادر کننده فاقد اعتبار است.  
ادرس گیرنده خدمات :  
Email: MZ@tsml.ir  
Website: MZ.tsml.ir





# مشخصات و نمودار گمانه ها



شماره کار: 070021856  
روش گمانه زنی: دورانی

شماره گمانه: BH 1

تاریخ گمانه زنی: ۱۴۰۲/۰۱/۰۶

پروژه: نیروگاه ۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زیم آور ساری

سطح ایستایی: 1 m

برخورده آب زیرزمینی: 1 m

علائم قرار و محل تزییمی	آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد S.P.T تعداد ضربهات		درصد رده شده		گام خمیری PI %	حد روانی LL %	دانشته خشک $\gamma_d$ gr/cm <sup>3</sup>	رطوبت نمونه MC %	شرح لایه ها	طبقه بندی یونیتاید علائم تزییمی	نوع نمونه	شماره نمونه	عمق m
	جمع کل 30cm	15cm اول	15cm ثوادی	200									
	14	8	6	4	10	30		23.8	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449281	0
	20	12	8	6	10	30		23.1	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449282	2
	17	6	8	6	27	51		23.2	رس با خاصیت خمیری زیاد (به رنگ قهوه ای)	CH	●	449289 449286 449283	3 4 5
	17	9	8	6	27	51		28	رس با خاصیت خمیری زیاد (به رنگ قهوه ای)	CH	●	449290 449287 449284	6 7 8
	15	9	6	5	15	36		27.2	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449295	9
	11	6	5	4	18	40		27.4	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449292	10
	11	6	5	4	20	42		30.7	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449296 449299 449293	11 12 13
	11	6	5	4	18	40			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449297 449214	14 15

مختصات گمانه ها:	X: 687722.94	قطر	0	: 6 inch
	Y: 4067087.13			: 5 inch
				: 4 inch

# مشخصات و نمودار گمانه ها



شماره کار: 070021856 روش گمانه زنی: دورانی

شماره گمانه: BH 1

تاریخ گمانه زنی: ۱۴۰۲/۱۰/۰۶

پروژه: نیروگاه ۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زم زم آبرسانی

سطح ایستایی: 1 m

1 m

علائم قرار و	آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد S.P.T		درصد رده شده		گام خمیری	حد روانی	دانشسته خشک	رطوبت نمونه	شرح لایه ها	طبقه بندی	نوع نمونه	شماره نمونه	عمق
	تعداد ضربات	تعداد ضربه اول	الک	الک									
18	10	8	5	200	4			28.5	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449298	15
14	7	7	5	96	100	41		21.1	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449300	16
15	8	7	6	98	100	32		29.8	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449514	17
16	8	8	7	98	100	41	غیرقابل تعیین	28.3	لای (به رنگ قهوه ای)	ML	●	449522	18
35	22	13	8	98	100	45		28.4	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449503-449523	19
21	12	9	7	98	100	28		22.1	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449515	20
16	9	7	5	96	100	35			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449504	21
20	11	9	8	94	100	14			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	CL	●	449516	22
												449505	23
												449517	24
												449506	25
												449518	26
												449507	27
													28
													29
													30

مختصات گمانه ها: X: 687722.94

قطر

: 6 inch

0

: 5 inch

: 4 inch

-

مختصات گمانه ها: Y: 4067087.13

قطر

: 6 inch

0

: 5 inch

: 4 inch

-

# مشخصات و نمودار گمانه ها



شماره کار: 070021856 روش گمانه زنی: دورانی

شماره گمانه: BH 1

تاریخ گمانه زنی:

پروژه: نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زیم آور ساری

شماره گمانه: 1 m

تاریخ گمانه زنی: ۱۴۰۲/۱۰/۰۶

برخورده آب زیرزمینی:

علائم قرار و محل تزییمی	آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد S.P.T تعداد ضربات		درصد رده شده		گام خمیری	حد روانی	دانشته خشک	رطوبت نمونه	شرح لایه ها	طبقه بندی یونیتاید	نوع نمونه	شماره نمونه	عمق
	جمع کل 30cm	اول 15cm	دوم 15cm	15cm نفوذی									
	20	11	9	6	13	34		26.3	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	CL	●	449508	30
	23	14	9	6	11	31		24.6	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	CL	●	449524 449519	31
	17	9	8	7	15	36		21.4	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	CL	●	449509	32
	20	15	5	4	8	26			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	CL	●	449520 449525 449510	33
	24	13	11	8	8	27			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	CL	●	449521	34
	14	7	7	6	14	35			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	CL	●	449512	35
	16	8	8	7	10	30			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	CL	●	449526	36
					8	27			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	CL	●	449527	37
					8	27			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	CL	●	449531 449528	38
													39
													40
													41
													42
													43
													44
													45

مختصات گمانه ها: X: 687722.94 Y: 4067087.13

قطر

: 6 inch

0

: 5 inch

: 4 inch

-

## مختصات و نمودار گمانه ها



شماره کار: 070021856  
 روش گمانه زنی: دورانی  
 پروژه: نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زم آور ساری

شماره گمانه: BH 1  
 تاریخ گمانه زنی: ۱۴۰۲/۰۲/۰۶  
 سطح ایستایی: 1 m  
 عمق: 1 m

شماره کار	روش گمانه زنی	نوع نمونه	شماره نمونه	طبقه بندی		شرح لایه ها	سطح ایستایی:			رطوبت نمونه	عمق	
				یونیفاید	علائم		گام خمیری	حد روانی	دانسیته خشک			
				حروفی	ترسیمی					MC %	m	
45			449534			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	21					
46		●	449529	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	32	11	100	95	8	
47		U	449532			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)	37	16	100	45	9	
48		●	449530	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ خاکستری)					9	
49						پایان عملیات حفاری در عمق ۵۰ متر						
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												

مختصات گمانه ها:	X: 687722.94 Y: 4067087.13
قطر:	0 : 6 inch
	5 inch
	4 inch

۱۸ ۹ ۹ ۹ ۸

۲۲ ۱۲ ۱۰ ۹ ۹

۲۵ ۱۴ ۱۱ ۹ ۹

# مشخصات و نمودار گمانه ها



شماره کار: 070021856 روش گمانه زنی: دورانی

شماره گمانه: BH 2

تاریخ گمانه زنی: ۱۴۰۲/۰۹/۱۵-۱۹

پروژه: نیروگاه ۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زم آور ساری

سطح ایستایی: 1 m

برخورده آب زیرزمینی: 1 m

شماره کار	عمق	شماره نمونه	نوع نمونه	طبقه بندی		شرح لایه ها	رطوبت نمونه	دانشگاه		حد روانی	گام خمیری	درصد رده شده		آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد S.P.T تعداد ضربه ها			نوع نمونه			
				طبقه بندی	حروفی			دانشگاه	خشک			الک	الک	جمع کل	15cm	15cm		30cm		
																			MC	$\gamma_d$
0		449001	●	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)				40	16	100	98							
1		449030 449009	○ ●	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	28.6			39	18	100	97	5	7	5				
2		449002-005	●	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	33.1			49	24	100	98	6	7	6				
3																				
4		449003-449006	●	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	21.2			41	19	100	97	6	8	6				
5		449004-449007	●	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)														
6																				
7																				
8		449012	●	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)				26	9	100	95	5	8	5				
9		449011	●	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)														
10		449013-449014	●	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	26.5			36	16	100	96	4	6	4				
11																				
12		449014-449015	●	CH		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)				50	25	100	93	5	5	5				
13																				
14		449017-449022 449020	●	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	26.7			49	26	100	96	4	5	4				
15																				

مختصات گمانه ها :  
X: 687723.59  
Y: 4067115.46

قطر : 6 inch  
0

: 4 inch  
-

: 5 inch  
-

دست نخورده  
دست خورده

## مشخصات و نمودار گمانه ها



شماره کار: 070021856 روش گمانه زنی: دورانی

شماره گمانه: BH 2

تاریخ گمانه زنی: ۱۴۰۲/۰۹/۱۵-۱۹

پروژه: نیروگاه ۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زیم آور ساری

سطح ایستایی: 1 m

برخورده آب زیرزمینی: 1 m

شماره عمق	مختصات گمانه ها : X: 687723.59 Y: 4067115.46	نوع نمونه	شماره نمونه	طبقه بندی		شرح لایه ها	رطوبت نمونه	دانشگاه خشک	حد روانی	گام خمیری	درصد رده شده	آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد S.P.T تعداد ضربه ها		تعداد ضربه ها اول	تعداد ضربه ها دوم	جمع کل 30cm	علائم قرار و	
				علائم	حروفی							LL	PI					الك
15				CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	24.4		32	13	100	96	4	4	4	11	●	
16			449018-449023	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)			27	8	100	97	4	6	7	15	●	
17																		
18			449019	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)			23	6	100	95	4	7	7	14	●	
19			449021															
20			449025-449024	CL-ML		رس لای دار			51	26	100	98	4	7	8	16	●	
21				CH			26.9											
22			449026-449024			رس با خاصیت خمیری زیاد (به رنگ قهوه ای)			42	20	100	96	4	8	9	18	●	
23			449027															
24			449049			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)			38	17	100	98	4	10	13	28	●	
25			449028				27.7											
26			449029															
27			449050			رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)			23	6	100	95	4	9	9	21	●	
28			449031															
29			449032			رس لای دار												
30			449023															
			449034															

مختصات گمانه ها : X: 687723.59 Y: 4067115.46	قطر 0 : 6 inch
--	-------------------

۱۴۰۲/۰۹/۱۵-۱۹

تاریخ گمانه زنی :

BH 2

شماره گمانه :

## مشخصات و نمودار گمانه ها

روش گمانه زنی : دورانی

شماره کار : 070021856

علامت قرار و

اجزای ترسیمی

1 m

شماره گمانه : BH 2

تاریخ گمانه زنی :

روش گمانه زنی : دورانی

شماره کار : 070021856

پروژه : نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زم آور ساری

سطح ایستایی: 1 m

برخورده آب زیرزمینی:

1 m

علامت قرار و اجزای ترسیمی	عمق	شماره نمونه	نوع نمونه	طبقه بندی		شرح لایه ها	رطوبت نمونه	دانشگاه خشک	حد روانی	گام خمیری	درصد رده شده	آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد S.P.T تعداد ضربات		تعداد ترسیمی	تاریخ گمانه زنی	شماره گمانه	تاریخ گمانه زنی	روش گمانه زنی	شماره کار	پروژه			
				طبقه بندی	علائم ترسیمی							MC %	LL %								PI %	الک 200	الک 75
	30	449038	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	24.3		30	10	100	98	15	15	30								
	31	449036	●																				
	32	449037	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)			39	17	100	99	15	15	39								
	33	449039	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)																	
	34	449042	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)																	
	35	449041	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	26.4		35	15	100	98	8	8	35								
	36	449040	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)																	
	37	449051	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)			30	10	100	97	6	6	30								
	38	449055	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)																	
	39	449052-449053	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	28.9		48	23	100	98	9	9	48								
	40	449056-449054	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)																	
	41	449060	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	21.3		27	19	100	97	8	8	27								
	42	449059	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)																	
	43	449057-449058	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	28.5		37	17	100	98	5	5	37								
	44	449061	●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)																	
	45		●	CL	CL	رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)			28	11	100	98	6	6	28								

مختصات گمانه ها :

X: 687723.59

قطر

: 6 inch

0

: 5 inch

: 4 inch

-

-

-

# مشخصات و نمودار گمانه ها

شماره کار: 070021856 روش گمانه زنی: دورانی



پروژه: نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی سیکل ترکیبی زم آور ساری

شماره گمانه: BH 2

تاریخ گمانه زنی:

سطح ایستایی: 1 m

برخورده آب زیرزمینی:

1 m

شماره کار	روش گمانه زنی	دورانی	پروژه	مختصات گمانه ها	عمق	مختصات گمانه ها	شماره نمونه	نوع نمونه	طبقه بندی		شرح لایه ها	رطوبت نمونه	دانشنامه خشک		حد روانی	گام خمیری	درصد رد شده	آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد S.P.T تعداد ضربه ها		تعداد ضربه اول	تعداد کل	عمق نفوذی	نسبت	MC %	
									علائم	حروفی			خشک	γd				LL %	PI %						الک
45																									
46							449062	●	CL		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)				29	9	100	98							
47							449063 449064 449065	U	ML		رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)	22.9			NP	100	96			7	10	13			
48											رس با خاصیت خمیری کم (به رنگ قهوه ای)														
49																									
50											پایان عملیات حفاری در عمق ۵۰ متر														
51																									
52																									
53																									
54																									
55																									
56																									
57																									
58																									
59																									
60																									

قطر

: 6 inch

0

: 5 inch

: 4 inch

-

X: 687723.59

Y: 4067115.46

Mختصات گمانه ها :


سنگی

نمونه آب

دست نخورده

دست خورده



Rev. 00	گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه توربین‌های اصلی نیروگاه سیکل ترکیبی 150 مگاواتی زیرم آور ساری	
شماره کار: 070021856	کارفرما: شرکت توسعه برق و انرژی غدیر	شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مدیریت استان مازندران

# پیوست 7

## نمودار تغییرات بار - نشست

<p>تاریخ گزارش: دی 1402</p>	<p>نمودار تغییرات ظرفیت باربری - نشست</p>	<p>وزارت راه و شهرسازی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مازندران</p>
-----------------------------	---	--

شماره درخواست: GMZ/1402/ق/2  
تاریخ درخواست: 1402/09/21

توربین های اصلی نیروگاه زیم آور ساری  
شرکت توسعه برق و انرژی غدیر

پروژه: شماره کار: 070021856

متقاضی:

نمودار تغییرات بار - نشست برای پی های سطحی (گسترده)

$B=4.7m, L=22m, D=0.8m$

