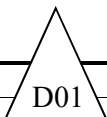


 D01	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
	Geotechnical Investigation Report- W046S						شماره صفحه: 1 از 62	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W046S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

طرح نگهداشت و افزایش تولید 27 مخزن

Geotechnical Investigation Report- W046S

نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک

 D01						
D01	OCT.2022	IFA	BKP Co.	M.Fakharian	M.Mehrshad	
D00	JUL.2022	IFI	BKP Co.	M.Fakharian	M.Mehrshad	
Rev.	Date	Purpose of Issue/Status	Prepared by:	Checked by:	Approved by:	CLIENT Approval
Class: 3		CLIENT Doc. Number: F0Z-707669				
Status: IDC: Inter-Discipline Check IFC: Issued For Comment IFA: Issued For Approval AFD: Approved For Design AFC: Approved For Construction AFP: Approved For Purchase AFQ: Approved For Quotation IFI: Issued For Information AB-R: As-Built for CLIENT Review AB-A: As-Built –Approved						



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض

ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و
تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S



شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

Geotechnical Investigation Report- W046S

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W046S	BK

شماره صفحه: 2 از 62

REVISION RECORD SHEET

PAGE	D00	D01	D02	D03	D04
1	X				
2	X				
3	X				
4	X				
5	X				
6	X				
7	X	X			
8	X				
9	X				
10	X				
11	X				
12	X				
13	X				
14	X				
15	X				
16	X				
17	X				
18	X				
19	X				
20	X				
21	X				
22	X				
23	X				
24	X				
25	X				
26	X				
27	X				
28	X				
29	X				
30	X				
31	X				
32	X				
33	X				
34	X				
35	X				
36	X				
37	X				
38	X				
39	X	X			
40	X				
41	X				
42	X				
43	X				
44	X				
45	X				
46	X				
47	X				
48	X				
49	X	X			
50	X	X			
51	X	X			
52	X	X			
53		X			
54		X			
55		X			
56		X			
57		X			
58		X			
59		X			
60		X			
61		X			
62		X			
63					
64					
65					

PAGE	D00	D01	D02	D03	D04
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					
101					
102					
103					
104					
105					
106					
107					
108					
109					
110					
111					
112					
113					
114					
115					
116					
117					
118					
119					
120					
121					
122					
123					
124					
125					
126					
127					
128					
129					
130					

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 3 از 62	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

فهرست مطالب

7	مقدمه
9	فصل 1- مشخصات عمومی پروژه
9	1-1- اهداف مطالعات
9	1-2- محدودیت ها
10	1-3- مشخصات کلی طرح
13	فصل 2- زمین شناسی عمومی، زمین ساخت گستره طرح و وضعیت کلی لرزه خیزی ساختگاه
13	2-1- مطالعات زمین شناسی عمومی منطقه
16	2-2- لرزه خیزی عمومی منطقه
16	2-2-1- گسل های محدوده مورد مطالعه
19	فصل 3- کاوش های صحرایی
19	3-1- عملیات حفاری گمانه های ماشینی
22	3-2- آزمایش های برجا
22	3-2-1- آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد (SPT)
26	3-2-2- آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی (Goelectrical Resistivity Test)
31	3-2-3- آزمایش بارگذاری صفحه (Plate Load Test)
31	3-2-4- آزمایش CBR (California Bearing Ratio)
32	3-2-5- اندازه گیری دمای خاک
32	3-3- وضعیت تراز سطح آب
33	فصل 4- آزمایش های آزمایشگاهی
33	4-1- توصیف و طبقه بندی لایه های خاک
37	فصل 5- پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی
37	5-1- خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و پارامترهای طراحی
38	5-2- پتانسیل روانگرایی
38	5-3- برآورد پتانسیل رهمندگی (فروریزش)
39	5-4- برآورد پتانسیل تورم
40	فصل 6- ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه: 4 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

40	6-1- مقدمه.....
40	6-2- تعیین ظرفیت باربری نهایی و مجاز بر اساس گسیختگی برشی.....
41	6-3- نشست خاک.....
42	6-4- ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی.....
43	۶-۴-۱- ضریب عکس العمل بستر (K_s).....
45	6-4-2- مدول عکس العمل بستر در حالت استاتیک.....
46	6-4-3- مدول عکس العمل بستر در حالت بارگذاری فوق العاده (بارگذاری زلزله).....
47	فصل 7- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایدارسازی گود.....
47	7-1- بررسی فشار محرک و مقاوم خاک.....
47	7-2- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت استاتیکی.....
47	7-3- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله).....
49	7-4- گودبرداری و پایداری شیب.....
55	فصل 8- جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی.....
55	8-1- جمع بندی و نتیجه گیری.....
55	8-2- توصیه فنی.....
59	فصل 9- پیوست.....

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه: 5 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فهرست اشکال

- شکل 1-2- موقعیت بسته ی W-046 نسبت به کل پروژه در Google Earth- نقشه ارسالی از شرکت هیرگان انرژی 12
- شکل 2-1- نمایش تقریبی محور خلیج فارس 14
- شکل 2-2- تقسیم بندی زاگرس از نظر Alavi سال 2004 15
- شکل 2-3- نمایی از گسل های محدوده مورد مطالعه 17
- شکل 2-4- موقعیت بسته ی W-046 در نقشه زمین شناسی بوشهر در منطقه بینک به مقیاس 1:100000 18
- شکل 3-1- جانمایی محل حفر گمانه های ماشینی در موقعیت بسته ی W-046 19
- شکل 3-2- جانمایی محل حفر گمانه های ماشینی در موقعیت بسته ی W-046 نسبت به مسیرهای خط لوله- نقشه ارسالی از شرکت محترم هیرگان انرژی 20
- شکل 3-3- موقعیت قرارگیری محل حفر گمانه های ماشینی در موقعیت بسته ی W-046- نقشه ارسالی از شرکت محترم هیرگان انرژی 21
- شکل 3-4- تغییرات نتایج ضربات SPT (اصلاح نشده) و میزان نفوذ متناظر بر حسب عمق بسته ی W-046 26
- شکل 3-5- حدود مقاومت الکتریکی برای خاکهای مختلف 27
- شکل 3-6- تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب عمق در بسته ی W-046 30
- شکل 4-1- مرز تفکیکی ناحیه های 1 و 2 گمانه های ماشینی در محدوده مورد مطالعه موقعیت بسته ی W-046 35
- شکل 6-1- مدلسازی فنر وینکلر 43
- شکل 6-2- مدل سازی فنرهای کوپله 44
- شکل 6-3- تقسیم بندی سطح پی در روش شبه کوپل 45

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه: 6 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فهرست جداول

- جدول 3-1. مشخصات کلی گمانه های ماشینی موقعیت بسته ی W-046 22
- جدول 3-2. ضرایب اصلاح اعداد SPT پیشنهادی (Seed et al. (2003) 24
- جدول 3-3. رابطه تراکم خاک درشت دانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک (1948) 25
- جدول 3-4. رابطه تراکم خاک ریزدانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک (1967) 25
- جدول 3-5. مقاومت ویژه میانگین قرائت شده برای اعماق مختلف در هر محل بر حسب اهم متر 28
- جدول 3-6. خورندگی خاک طبق مقاومت الکتریکی (British Standard BS-1377) 31
- جدول 3-7. مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه 31
- جدول 3-8. مشخصات و نتایج آزمایش CBR 31
- جدول 4-1. مشخصات آزمایش های آزمایشگاهی 33
- جدول 4-2. گمانه های ماشینی موجود در محدوده ناحیه های 1 و 2 34
- جدول 5-1. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی - ناحیه یک 37
- جدول 5-2. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی - ناحیه 2 37
- جدول 5-3. طبقه بندی پتانسیل تورم 39
- جدول 6-1. مدول عکس العمل بستر پی نواری برای عمق یک متر - ناحیه یک 45
- جدول 6-2. مدول عکس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر - ناحیه 2 46
- جدول 6-3. مدول عکس العمل بستر پی گسترده برای عمق یک متر - ناحیه 2 46
- جدول 7-1. ضرایب فشار جانبی برای لایه های خاک طبیعی با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز دانه ای 48

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه: 7 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

مقدمه

گزارش حاضر حاوی نتایج عملیات صحرایی، آزمایشگاهی و تحلیل های مهندسی در محل پروژه طرح عملیات محور نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک، واقع در استان بوشهر، شهرستان گناوه می باشد که بر اساس درخواست شرکت مهندسی هیرگان انرژی تهیه شده است.

میدان نفتی بینک در فاصله 20 کیلومتری شمال غربی شهرستان گناوه واقع و به دو بخش تحت الارض و سطح الارض تقسیم شده است. بخش تحت الارض شامل 10 سایت تاسیسات سرچاهی، مسیر خط لوله و مسیر برق رسانی می باشد. بخش سطح الارض شامل خط لوله زیرزمینی 8 اینچ انتقال گاز به طول 44 کیلومتر و ایستگاه تقویت فشار گازی جدید است.

با توجه به پراکندگی و تعدد گمانه های شناسایی (55 گمانه ماشینی در بخش تحت الارض، 98 گمانه ماشینی در بخش سطح الارض و 6 گمانه ماشینی در بخش سطح الارض - ایستگاه تقویت فشار گاز و طبق اعلام شرکت هیرگان انرژی، گمانه های ماشینی BH-FL-13 الی BH-FL-17 و 9 گمانه ماشینی خط لوله روزمینی 4 اینچ انتقال سیال از دستور کار خارج گردید، لذا گمانه های بخش تحت الارض به 50 و بخش سطح الارض به 89 تقلیل می یابد. جهت پیشگیری از اتلاف زمان پروژه و بنا به اولویت های مطرح شده از سوی شرکت هیرگان انرژی مقرر گردید نتایج و گزارشات مطالعات ژئوتکنیک هر بخش به صورت مجزا به شرح مجله های زیر ارائه شود:

جلد اول: بسته ی W018S (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریانی)

جلد دوم: بسته ی W028 (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریانی)

جلد سوم: بسته ی W046S (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی، مسیر خط لوله جریانی و مسیر برق رسانی مربوطه)

جلد چهارم: بسته ی W035 (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریانی)

جلد پنجم: بسته ی W008N (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریانی)

جلد ششم: بسته ی W007S (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی، مسیر خط لوله جریانی و مسیر برق رسانی مربوطه)

جلد هفتم: بسته ی BK14 (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله مربوطه)

جلد هشتم: بسته ی BK12 (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله مربوطه)

جلد نهم: بسته ی BK15 (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله مربوطه)

جلد دهم: بسته ی BK05 (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله مربوطه)



 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 8 از 62	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

جلد یازدهم: ایستگاه تقویت فشار جدید- بخش سطح الارض

جلد دوازدهم: مسیر خط لوله 4 و 8 اینچی

در این بخش از پروژه، شناخت لایه های زیر سطحی و تعیین پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک در محل مربوط به موقعیت بسته ی W-046 مورد بررسی قرار خواهد گرفت. تعداد و عمق گمانه های ماشینی و نحوه چیدمان آنها توسط کارفرمای طرح تعیین و جهت انجام به این مهندسین مشاور ابلاغ شده است. پس از تحویل زمین محل ساختگاه، عملیات صحرایی توسط گروه حفاری و کارشناسی این مهندسین مشاور آغاز گردید. این گزارش، حاوی نتایج حاصل از حفاری 14 گمانه ماشینی، آزمایشات صحرایی و آزمایشات آزمایشگاهی به همراه مشاهدات و بازدیدهای میدانی در موقعیت بسته ی W-046 (BH-WH-2, BH-FL-18, BH-FL-25 الی BH-FL-16 الی EL-20) است. شرح پیمایش گمانه های BH-FL-13 الی BH-FL-17 بر اساس نتایج مشاهدات صحرایی نیز به پیوست ارائه شده اند. بر اساس نتایج حاصل از این عملیات و انجام آزمایش های آزمایشگاهی، پارامترهای مربوط به لایه های خاک در محل پروژه برآورد و در پایان نیز ضمن جمع بندی و نتیجه گیری، توصیه های فنی مرتبط با پروژه ارائه شده است. این گزارش در قالب 9 فصل تهیه و ارائه شده است که به صورت خلاصه به شرح زیر می باشد:

- ✓ فصل اول، اهداف، مشخصات کلی طرح و موقعیت جغرافیایی پروژه.
- ✓ فصل دوم، وضعیت زمین شناسی عمومی منطقه.
- ✓ فصل سوم، نتایج بدست آمده از عملیات صحرایی.
- ✓ فصل چهارم، شرح آزمایش های آزمایشگاهی.
- ✓ فصل پنجم، پارامترهای طراحی.
- ✓ فصل ششم، تعیین ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی به همراه محاسبه نشست و ارائه نمودارهای مربوطه.
- ✓ فصل هفتم، تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت سکون، محرک و مقاوم در شرایط استاتیکی و دینامیکی.
- ✓ فصل هشتم، جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی.
- ✓ فصل نهم، پیوست های گزارش.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه: 9 از 62
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فصل 1- مشخصات عمومی پروژه

این فصل دربرگیرنده اهداف، مشخصات کلی طرح و موقعیت جغرافیائی پروژه می باشد که در ادامه به تشریح آن پرداخته شده است.

1-1- اهداف مطالعات

مطالعات ژئوتکنیک پروژه براساس نتایج حاصل از عملیات صحرایی و آزمایشگاهی، به منظور دستیابی به اهداف زیر صورت گرفته است:

- ✓ بررسی اجمالی زمین شناسی و لرزه خیزی عمومی منطقه و محل پروژه.
- ✓ تعیین نوع، ضخامت و تراکم نسبی لایه های خاک.
- ✓ تعیین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک زیر سطحی و هشدار از وجود خاک های مسئله دار.
- ✓ بررسی پتانسیل روانگرایی خاک بر اساس گمانه های اجرا شده.
- ✓ برآورد ظرفیت باربری مجاز و نشست شالوده برای پی های منفرد، نواری و گسترده.
- ✓ ضریب واکنش بستر برای شالوده ها.
- ✓ تعیین ضرایب فشارهای جانبی خاک جهت طرح دیوار حائل در شرایط استاتیکی و دینامیکی.
- ✓ تعیین خصوصیات شیمیایی خاک و آب (در صورت برخورد، شامل pH ، CL ، SO^{4--} و ...) و تعیین نوع سیمان مصرفی در بتن شالوده ها.
- ✓ تعیین نوع زمین و طبقه بندی آن از نظر درجه بندی خطر نسبی زلزله و تعیین ضرایب زلزله محل مطابق استاندارد 2800، نشریه 038 تاسیسات صنعت نفت و براساس آیین نامه های $API650$ ، $ASCE7$ ، $UBC97$ و تعیین کلیه پارامترهای لازم منجمله *Near Feild* جهت محاسبات نیروی زلزله.
- ✓ ارائه توصیه های فنی مورد نیاز.

1-2- محدودیت ها

این گزارش بر مبنای قرارداد منعقد فیما بین تهیه گردیده است و می بایست براساس شرایط و محدودیت های ذکر شده در آن مورد استفاده قرار گیرد. مشاهدات و نتیجه گیری های شرح داده شده در این گزارش بر اساس نتایج حاصل از مطالعات ژئوتکنیک پروژه و صرفاً بر مبنای محدوده خدمات ذکر شده در قرارداد تنظیم گردیده اند و این شرکت مسئولیتی در قبال شرایط و نتیجه گیری هایی که نیازمند انجام خدمات خارج از محدوده قرارداد هستند، ندارد.

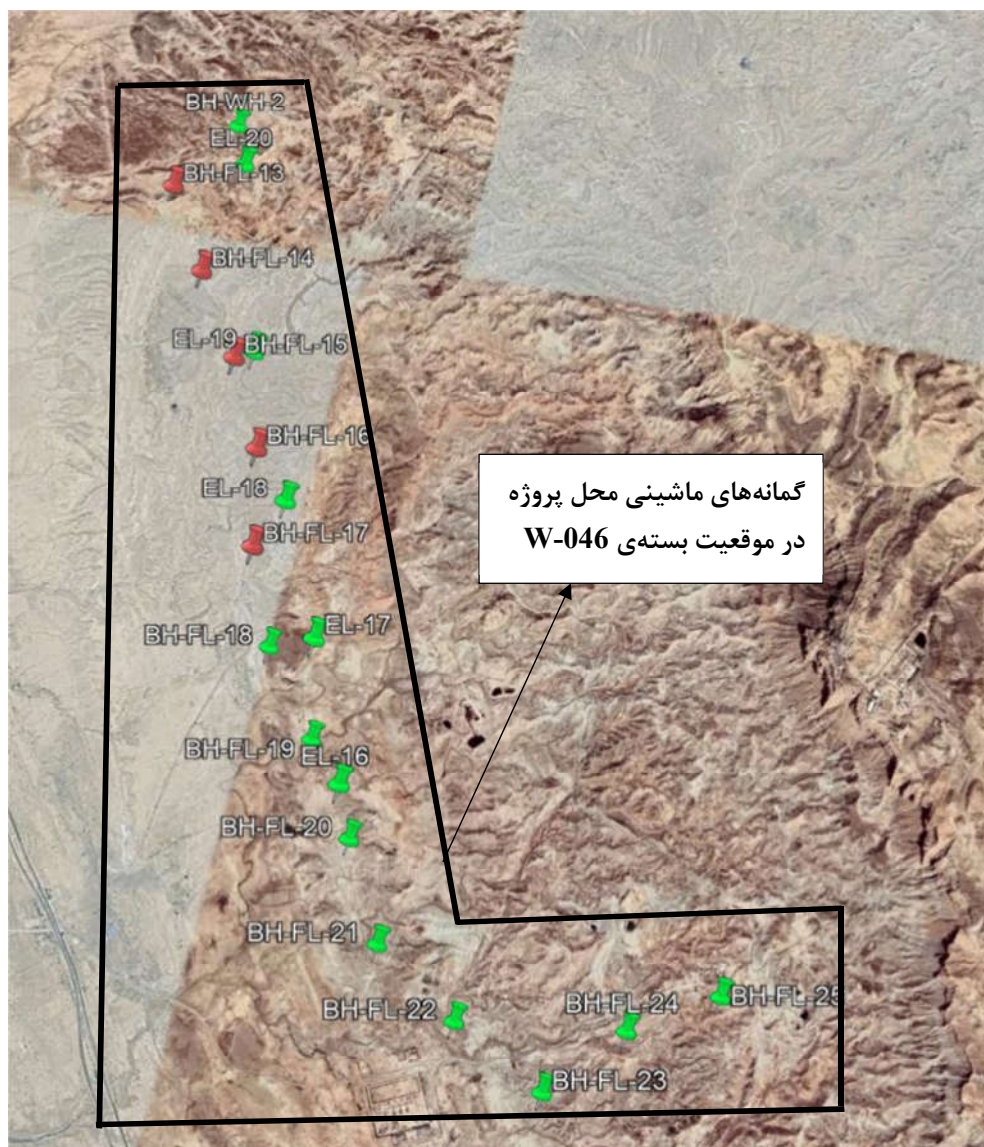
 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 10 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

این گزارش برای استفاده انحصاری در ارتباط با پروژه طرح نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک در بخش سطح الارض، موقعیت بسته‌ی W-046 می‌باشد که براساس درخواست شرکت مهندسی هیرگان انرژی تهیه شده است. استفاده از این گزارش توسط شخص یا شرکت دیگری غیر از شرکت هیرگان انرژی و اعضای تیم طراحی مرتبط با آن جهت اهداف و کاربردهای دیگر مگر با مجوز کتبی از شرکت هیرگان انرژی ممنوع می‌باشد؛ در غیر این صورت هیچ گونه مسئولیت حقوقی و قانونی بر عهده این شرکت نمی‌باشد. یادآور می‌گردد تعداد، عمق و نحوه چیدمان گمانه‌های ماشینی مطالعاتی طبق شرح خدمات ابلاغی شرکت هیرگان انرژی انجام گرفته است. این گزارش منعکس کننده شرایط ساختگاه اعم از نوع و مشخصات لایه‌ها و عمق آب بر مبنای مشاهدات و نتایج به دست آمده در زمان آماده سازی گزارش و صرفاً برای ارائه وضعیت لایه‌ها در محل 14 گمانه ماشینی-BH, (BH-FL-18 WH-2 الی BH-FL-25 و EL-16 الی EL-20) در موقعیت بسته‌ی W-046 تهیه شده است. گذشت زمان و تأخیر در اجرای پروژه ممکن است منجر به تغییراتی در شرایط ساختگاه، تراز رقوم سایت، سطح آب، تکنولوژی مورد استفاده و شرایط اقتصادی گردد به گونه‌ای که نتایج، توصیه‌های گزارش موجود، لاگ همچنین محاسبات ظرفیت باربری را تغییر دهد. بنابراین، کارفرما یا گروه دیگری که گزارش برای آن تهیه شده است، می‌بایست در نظر داشته باشند که این شرکت مسئولیتی در قبال تغییرات شرایط پروژه بعد از زمان تنظیم گزارش ندارد.

3-1- مشخصات کلی طرح

مطابق اطلاعات دریافتی از شرکت هیرگان انرژی، پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک (بسته بینک) در بخش تحت الارض با هدف ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و مسیر خطوط جریانی و مسیر برق رسانی مربوطه و در بخش سطح الارض با هدف احداث خطوط لوله 4 اینچ روزمینی انتقال سیال، خط لوله 8 اینچ زیرزمینی انتقال گاز و ایستگاه تقویت فشار گازی تعریف شده است. بخش تحت الارض شامل 55 گمانه ماشینی در 10 سایت تاسیسات سرچاهی، مسیر خط لوله و مسیر برق رسانی می‌باشد. بخش سطح الارض شامل 89 گمانه ماشینی در خط لوله زیرزمینی 8 اینچ به طول 44 کیلومتر و 6 گمانه ماشینی در ایستگاه تقویت فشار جدید است. گزارش حاضر دربرگیرنده نتایج مطالعات ابلاغی موقعیت بسته‌ی W-046 در بخش سطح الارض می‌باشد. با توجه به نقشه‌ها در محدوده مختصات‌های ارسالی از سمت شرکت هیرگان انرژی، پی گسترده با ابعاد 10×10، 12×20 و 20×20 متر و پی‌های سطحی مربعی، مستطیلی و نواری جهت طراحی در این بسته‌ی کاری در نظر گرفته شده است. در شکل 1-1 و 2-1 نمایی از گمانه‌های ماشینی تاسیسات سرچاهی و مسیر برق رسانی مورد مطالعه موقعیت بسته‌ی W-046 در نقشه ماهواره‌ای و نقشه‌های ارسالی از شرکت هیرگان انرژی در سایت مذکور ارائه شده است.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 11 از 62
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01



شکل 1-1- موقعیت قرارگیری گمانه های ماشینی محل پروژه در موقعیت بسته ی W-046نسبت به کل پروژه در Google Earth



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض

ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و
تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S



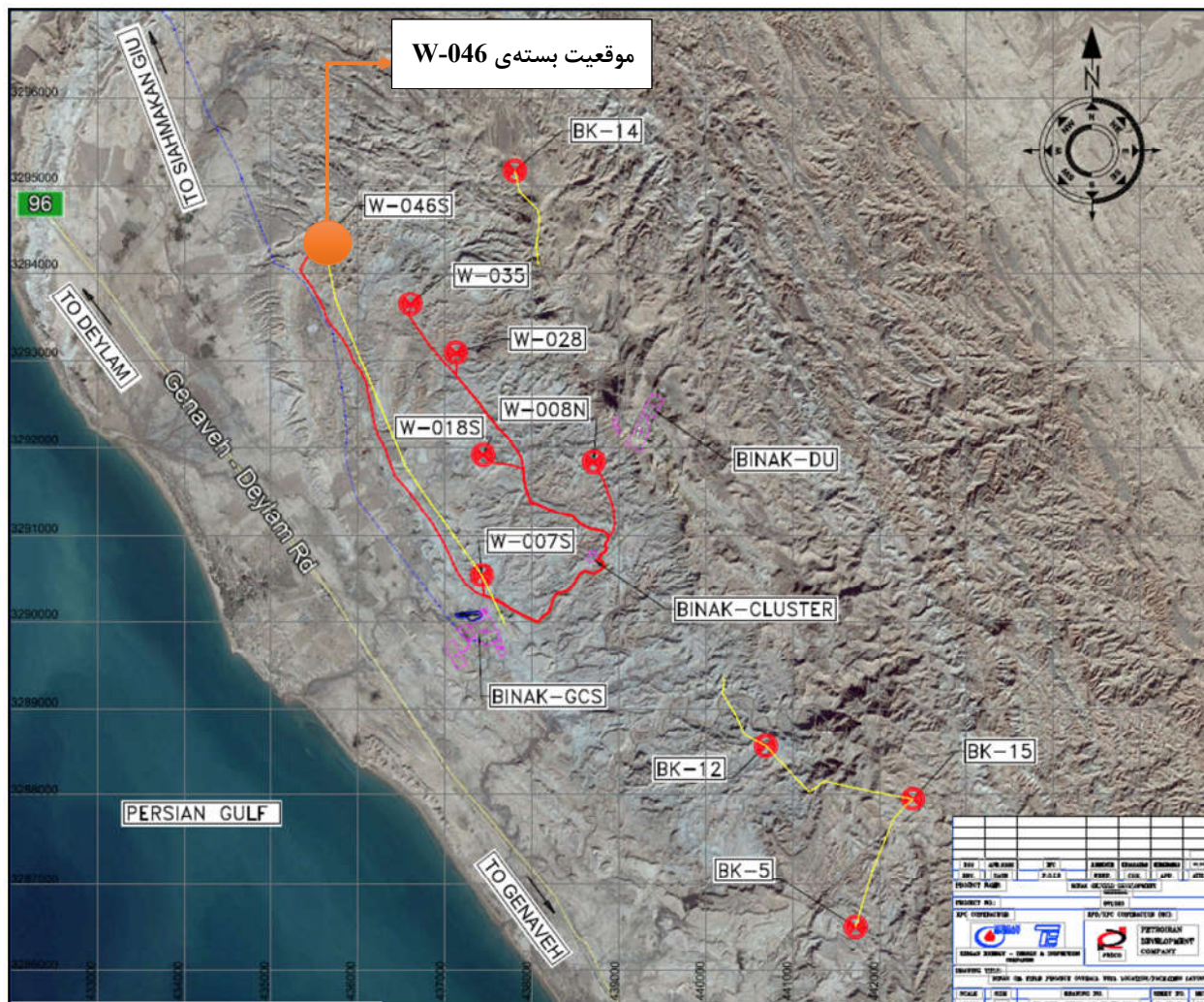
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

Geotechnical Investigation Report- W046S

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W046S	BK

شماره صفحه : 12 از 62



شکل 1-2- موقعیت بسته ی W-046 نسبت به کل پروژه در Google Earth- نقشه ارسالی از شرکت هییرگان انرژی

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 13 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فصل 2- زمین شناسی عمومی، زمین ساخت گستره طرح و وضعیت کلی لرزه خیزی ساختگاه

1-2- مطالعات زمین شناسی عمومی منطقه

محدوده مورد مطالعه در نقشه زمین شناسی بوشهر قرار گرفته است که با توجه به ویژگی های ریخت شناسی فیزیکی به سه بخش دریا، پهنه جزر و مدی و بخشی از یال شمالی تاقدیس بوشهر تقسیم می شود. بخش اعظم رسوبات منطقه را پهنه جزر و مدی تشکیل می دهد. این نهشته ها به طور غالب از ماسه، رس و سیلت (mud) و نمک تشکیل شده اند.

بوشهر استان باریک و بلندی است که بیشتر وسعت آن از نظر تقسیم بندی طبیعی، در دشت های ساحلی جنوب ایران قرار گرفته و با خلیج فارس بیش از 600 کیلومتر مرز دریایی دارد. خلیج فارس یک دریای حاشیه ای (Marginal Sea) است که به طور کامل روی فلات قاره قرار دارد و سراسیمه (Slope) آن در خلیج عمان است. این خلیج 200 تا 300 کیلومتر پهنای سطحی در حدود 226000 کیلومترمربع را زیر پوشش دارد. ژرفای میانگین آن حدود 35 متر و ژرف ترین نقطه آن در کرانه ایرانی تنگه هرمز 165 متر و میانگین آن در کناره های محور، 74 تا 92 متر است. از نظر ریخت شناسی، خلیج فارس نامتقارن و شیب ساحل عربی (جنوبی) آن آرام تر از ساحل ایرانی (شمالی) است. کرانه ایرانی این دریا، از سازندهای سخت و بلند با ریختار خطی ساخته شده و با واسطه یک دشت ساحلی باریک، با دریا در ارتباط است. منطقه کم شیب کرانه جنوبی و دریای کم ژرفای آن با تاقدیس هایی با بام های کم شیب با روند شمالی - جنوبی تا شمال خاوری - جنوب باختری (روند پی سنگ عربستان)، اغلب میدان های نفتی بزرگی را می سازند. از سوی دیگر، کرانه ایرانی این خلیج، کرانه ای کوهستانی با روند شمال باختری است که پشته های تاقدیسی با بلندی بیش از 1500 متر هستند. به همین دلیل، ساختارهای کرانه شمالی خلیج فارس، از دیدگاه هندسی، با آنچه که در کرانه جنوبی است، تفاوت دارد. در شکل های 1-2 و 2-2 شرایط زمین شناسی محور خلیج فارس نشان داده شده است.

استان بوشهر از نظر پستی و بلندی به دو قسمت جلگه ای و کوهستانی تقسیم می شود: قسمت جلگه ای: همانگونه که پیشتر ذکر شد استان بوشهر در امتداد خلیج فارس قرار دارد که عرض آن در جهت شمال غربی (ناحیه بندر دیلم) به قسمت جنوب شرقی افزایش می یابد و حداکثر به 140 کیلومتر در امتداد دره رود مند می رسد. جلگه مذکور از رسوبات رودهای دالکی، شاپور، اهرم و مند تشکیل یافته است. از جمله نواحی واقع در این جلگه می توان به دشت بوشهر و برازجان اشاره کرد که سطح وسیعی از شمال استان را در بر گرفته

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 14 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

است. این مناطق تا دوران چهارم زیر آب بود. اکثر شهرها و مراکز جمعیتی استان بوشهر در این جلگه استقرار یافته‌اند. این جلگه‌ها تا کویت و دشت‌های جنوبی خلیج فارس ادامه دارد.

قسمت کوهستانی: استان بوشهر از دو رشته کوه عمده تشکیل می‌شود که در سراسر طول استان به موازات هم امتداد یافته‌اند. این رشته‌کوه‌ها مشتمل بر ارتفاعات گچ ترش و ارتفاعات نوکند است که به ترتیب در محدوده شمالی و شرق استان قرار دارند. با توجه به استقرار استان بوشهر در منطقه فوق حاره‌ای، مهم‌ترین پدیده و فرآیند مشهود اقلیمی آن گرمای هواست. این ناحیه تحت تأثیر فشار زیاد عرض‌های متوسط قرار دارد و فاقد بارندگی قابل توجه است، ولی فرآیند تبخیر آن به علت طولانی بودن فصل گرما شدت و حدت بیشتری دارد. در فصل زمستان به دلیل هجوم و گسترش جبهه‌های هوای سرد شمالی و دریای مدیترانه به سمت شرق، آب و هوای مناسبی توأم با ابر و باران به‌وجود می‌آید. به طور کلی آب و هوای بوشهر در نوار ساحلی گرم و مرطوب و در قسمت‌های داخلی گرم و خشک صحرائی است. در استان بوشهر دو فصل محسوس وجود دارد: زمستان نسبتاً خنک شامل ماه‌های آذر، دی، بهمن، اسفند و تابستان گرم و خشک و طولانی.



شکل 1-2-نمایش تقریبی محور خلیج فارس



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض

ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و
تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S



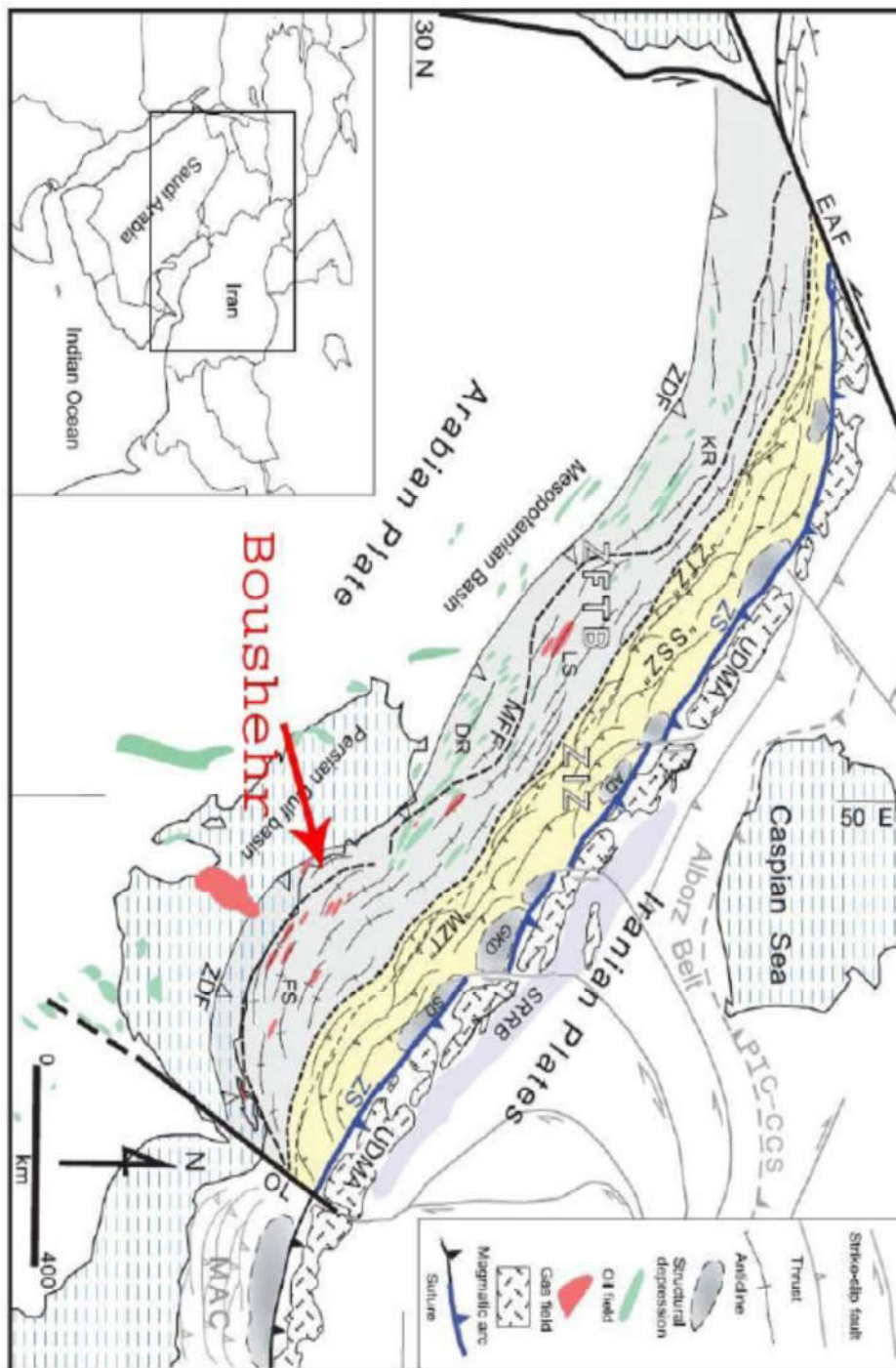
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

Geotechnical Investigation Report- W046S

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W046S	BK

شماره صفحه: 15 از 62



شکل 2-2- تقسیم‌بندی زاگرس از نظر Alavi سال 2004

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 16 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

2-2- لرزه خیزی عمومی منطقه

1-2-2- گسل های محدوده مورد مطالعه

زاگرس در جنوب باختری زمین درز تتیس واقع شده است که گستره های فارس، لرستان و خوزستان را دربردارد. مرز جداکننده این پهنه ها گسل های پی سنگی هستند. پهنه فارس گستره میان دو گسیختگی کازرون در باختر و گسل میناب در خاور است. مرز شمالی فارس، راندگی اصلی زاگرس و مرز جنوبی آن منطبق بر خط ساحلی خلیج فارس می باشد. از نگاه جغرافیایی و ارتباط با پهنه های ساختاری، برگه بوشهر بخشی از حاشیه جنوب باختری کوه های زاگرس است که در جبهه کوهستانی این ارتفاعات و در کنار خلیج فارس قرار دارد. براساس مطالعات صورت گرفته، بوشهر را بخشی از فروافتادگی دزفول در نظر می گیرند و گسیختگی قطر-کازرون که مرز جداکننده فروبار دزفول از پلاتفرم فارس است در خاور بوشهر فرض شده است. در شکل 2-3 نمایی از گسل های محدوده مورد مطالعه مشاهده می گردد. در شکل 2-4 نقشه زمین شناسی موقعیت W-046 در منطقه بینک ارائه شده است.

گسل کازرون

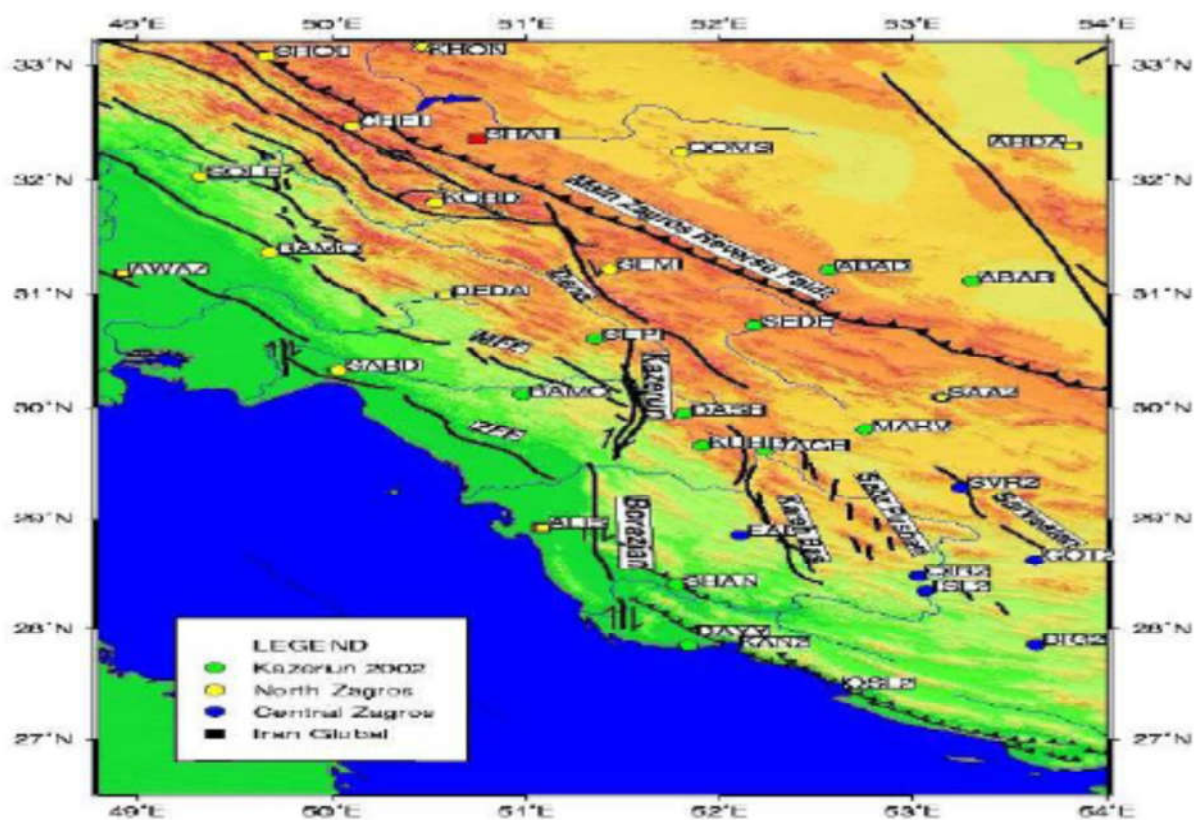
گسل کازرون به عنوان یکی از ساختارهای خطی و کهن ایران، طولی نزدیک به 235 کیلومتر دارد و از شمال به گسیختگی دنا و از جنوب تا خلیج فارس ادامه می یابد. گسل کازرون با راستای متغیر شمالی تا جنوبی و آزمون بین 25 تا 340 درجه امتداد دارد و براین اساس به قطعه های متعددی قابل جدایش است. تقریباً در تمام تقسیمات ارائه شده، جهت قطعه بندی پهنه گسلی کازرون، قطعه برازجان به عنوان جنوبی ترین قطعه معرفی شده است که از فاصله نسبتاً نزدیک (حدود 40 کیلومتری) خاور نقشه بوشهر عبور می کند. گسل برازجان پس از رسیدن به منطقه بوشهر در یک روند کم و بیش شمالی-جنوبی، منطقه بوشهر را به دو بخش خاوری و باختری تقسیم می کند. طبق مطالعات ژئوفیزیکی انجام شده در استان بوشهر که در طول سه نیمرخ به اجرا گذاشته شده است (دو نیمرخ در طول خط ساحلی، مخروط افکنه ها و موازی محور تاقدیس بوشهر)، سه بلوک زمین شناسی (براساس داده های لرزه ای) با ساختار درونی و همچنین خطر لرزه ای متفاوت مشخص شده است: 1- بلوک بوشهر، 2- ژئوبلوک برازجان و 3- ژئوبلوک کازرون.

گسل زاگرس

اصلی ترین گسل های معکوس گستره مورد بررسی، جهت ارزیابی خطر زمین لرزه، براساس سابقه لرزه خیزی مهم، قطعات مختلف گسل پیش گودال زاگرس و قطعات مختلف گسل جبهه کوهستان قلمداد شده اند. گسل لبه کوهستان زاگرس، به طور تقریبی برخمش لبه کوهستان منطبق بوده و حد جنوب باختری رخنمون سطحی سازند آسماری را مشخص می کند. گسل لبه کوهستان زاگرس یک جبهه توپوگرافی اصلی است که در خاور گسل های راستالغز کازرون و برازجان در ناحیه فارس و در باختر کبیرکوه در ناحیه لرستان به وسیله منحنی کیزان 500 متر

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 17 از 62
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

مشخص می شود. زمین لرزه هایی بر روی نزدیک ترین قطعات مختلف گسل جبهه کوهستان به بوشهر رخ داده اند. در گستره مورد مطالعه بر پایه شواهد مختلف به ویژه شواهد ریخت شناسی، گسل لبه کوهستان زاگرس را به 3 قطعه اصلی تقسیم نموده است. این قطعه های گسلی از خاور به باختر عبارتند از قطعات شماره 17، 21 و 3. کمینه فاصله این قطعات با بوشهر، به ترتیب 92، 49 و 145 کیلومتر برآورد می شود.



شکل 2-3- نمایی از گسل های محدوده مورد مطالعه



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض

ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و
تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S



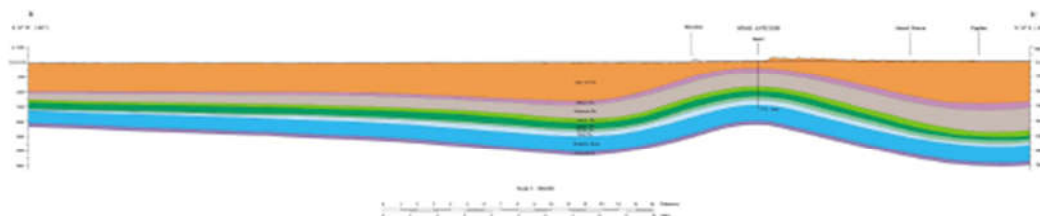
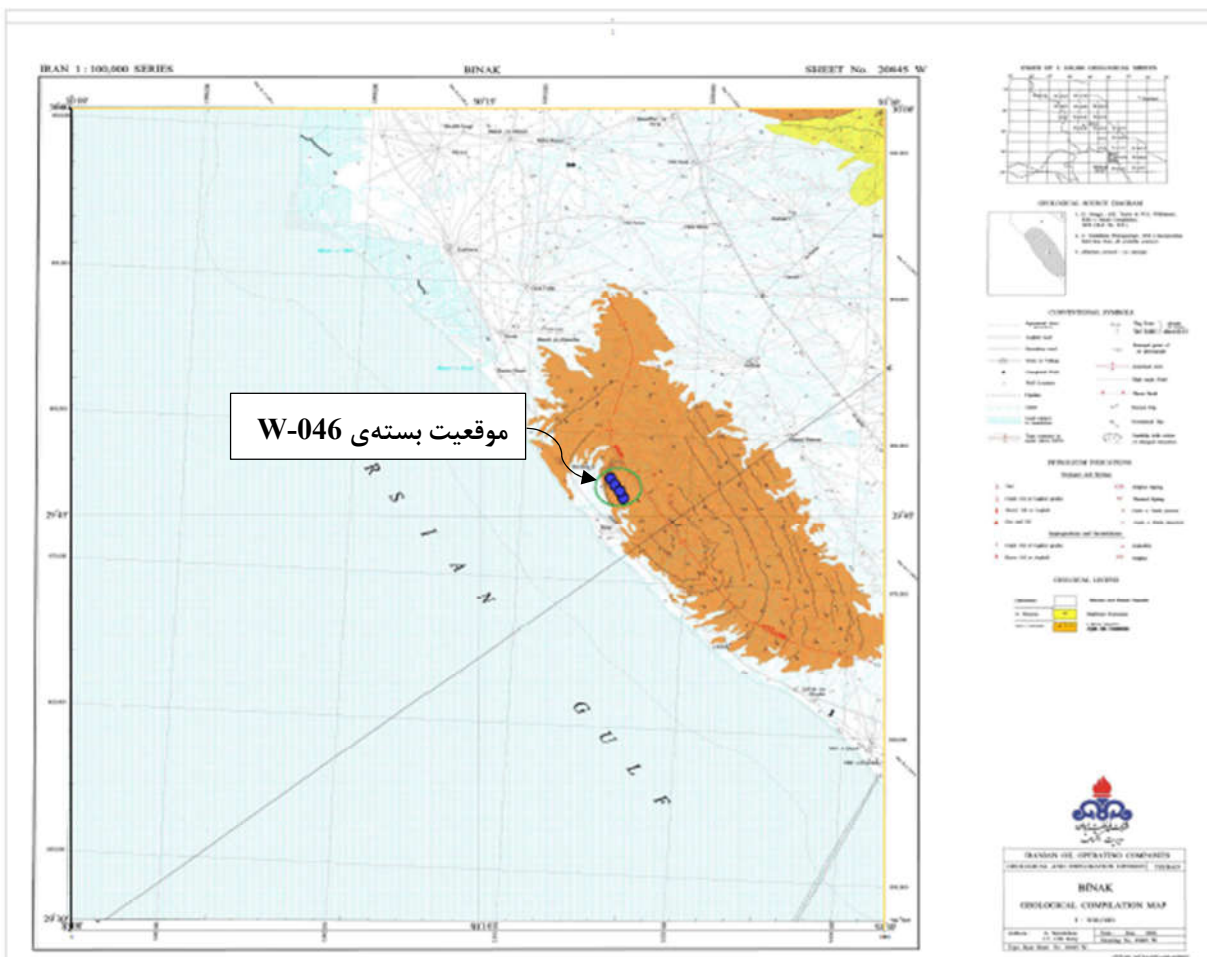
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

Geotechnical Investigation Report- W046S

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W046S	BK

شماره صفحه : 18 از 62



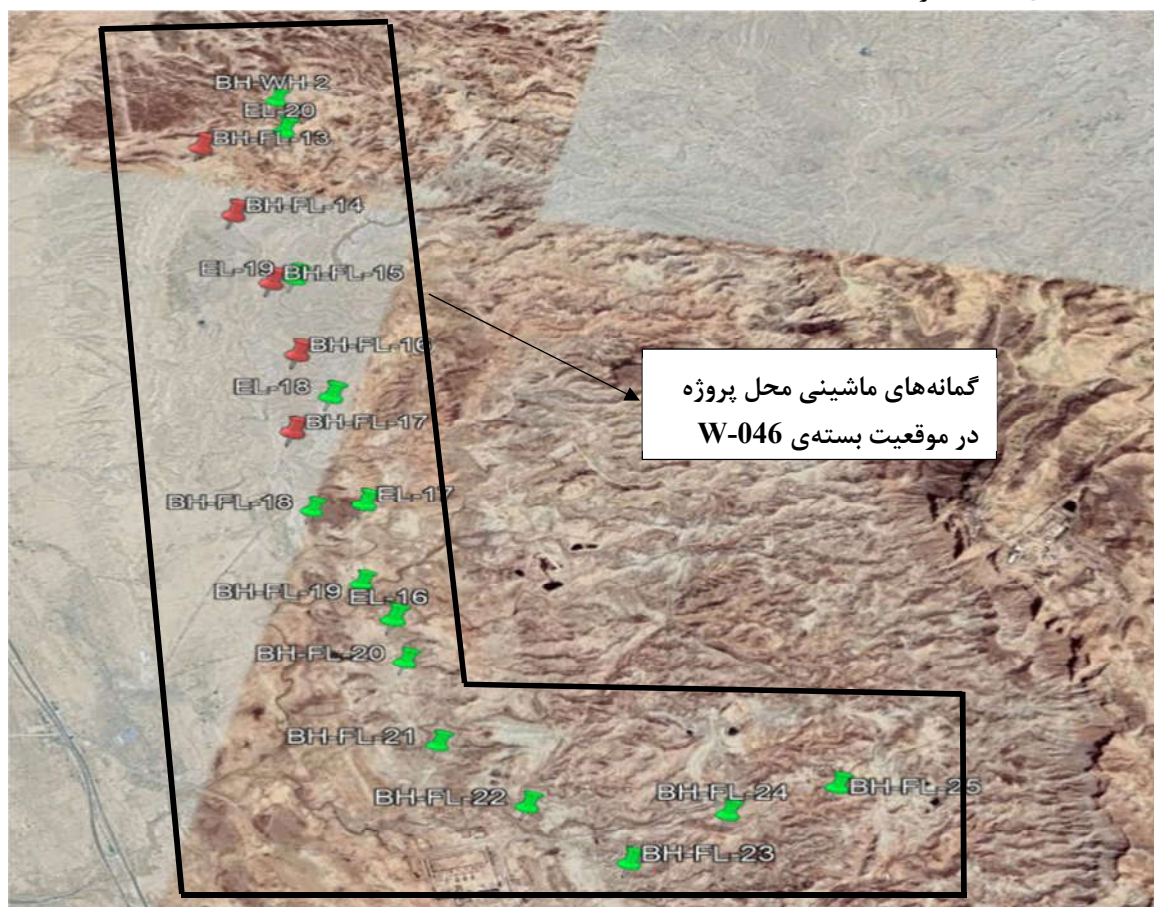
شکل 2-4- موقعیت بسته ی W-046 در نقشه زمین شناسی بوشهر در منطقه بینک به مقیاس 1:100000

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 19 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فصل 3- کاوش های صحرائی

3-1- عملیات حفاری گمانه های ماشینی

حفاری 5 گمانه ماشینی به روش مغزه گیری ممتد در محل های مشخص شده توسط شرکت هیرگان انرژی در موقعیت بسته ی W-046 انجام گرفت. به منظور شناسایی لایه ها و تعیین پارامترهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک نسبت به اخذ نمونه های دست خورده و دست نخورده از قشرهای مختلف در حین حفر گمانه های ماشینی اقدام شد. در جدول 1-3 مشخصات کلی گمانه های ماشینی همچنین در شکل 1-3 الی 3-3 جانمایی آن ها در موقعیت بسته ی W-046 ارائه شده است.



شکل 1-3- جانمایی محل حفر گمانه های ماشینی در موقعیت بسته ی W-046



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض

ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و
تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S



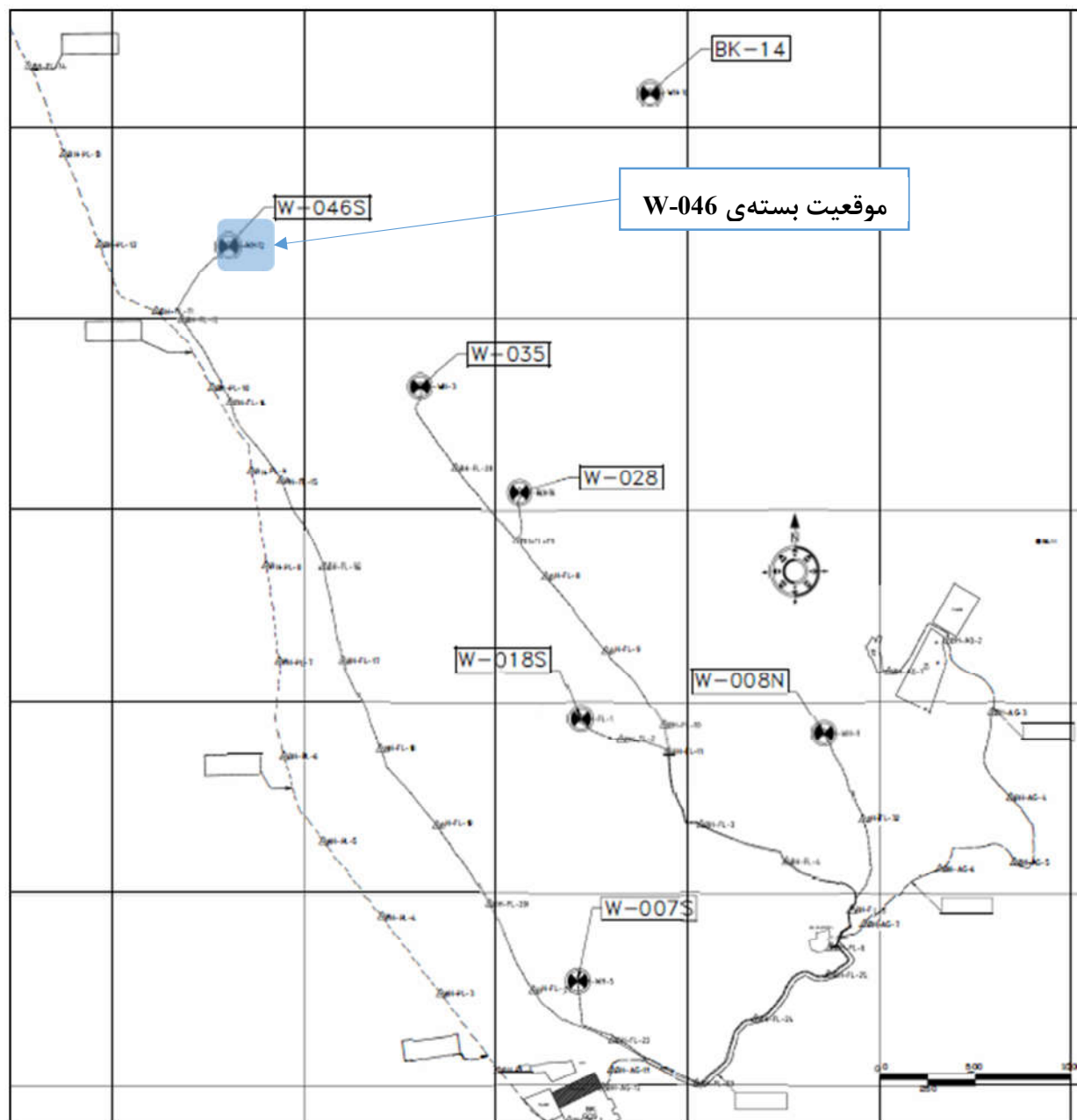
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

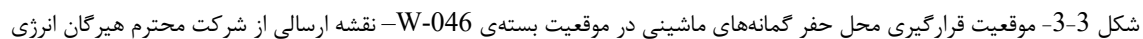
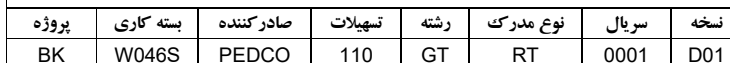
Geotechnical Investigation Report- W046S

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W046S	BK

شماره صفحه : 20 از 62



شکل 2-3- جانمایی محل حفر گمانه های ماشینی در موقعیت بسته ی W-046 نسبت به مسیرهای خط لوله- نقشه ارسالی از شرکت محترم
هیرگان انرژی



 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 22 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

جدول 1-3. مشخصات کلی گمانه‌های ماشینی موقعیت بسته‌ی W-046

BH NO.	Depth (m)	Location	
		E	N
BH-WH-2	15	435603	3294378
BH-FL-18	3	436397	3291754
BH-FL-19	3	436694	3291358
BH-FL-20	3	436968	3290914
BH-FL-21	3	437199	3290500
BH-FL-22	3	437608	3290233
BH-FL-23	3	438049	3290007
BH-FL-24	3	438359	3290344
BH-FL-25	3	438739	3290574
EL-16	3	436866	3291167
EL-17	3	436594	3291826
EL-18	3	436302	3292465
EL-19	3	435969	3293194
EL-20	3	435685	3294168

2-3- آزمایش‌های برجا

1-2-3- آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد (SPT)

حین حفاری گمانه‌های ماشینی به منظور بدست آوردن میزان تراکم (*Density*) یا سفتی (*Consistency*) خاک، اقدام به انجام آزمایش نفوذ استاندارد (*S.P.T.*) گردیده است. آزمایش نفوذ استاندارد (*Standard Penetration Test*) یا به طور مخفف *SPT* مطابق با استاندارد (*ASTM D-1586 90*) در اعماق مختلف و به منظور ارزیابی وضعیت لایه‌های خاک انجام گردیده است. اساس کار این آزمایش بر سقوط آزاد چکش 63/5 کیلوگرمی از ارتفاع 76 سانتیمتر بر روی کلاهک دستگاه قرار دارد که باعث نفوذ کفشک فولادی در داخل خاک می‌گردد. مقدار نفوذ برابر با 3 فاصله 15 سانتیمتری می‌باشد. تعداد ضربات برای هر مرحله نفوذ 15 سانتیمتر ثبت شده و پس از آن آزمایش به اتمام می‌رسد. تعداد ضربات لازم برای نفوذ 30 سانتیمتر انتهایی به عنوان مقاومت نفوذ در نظر گرفته می‌شود. اعداد *SPT* حاصل از آزمایش نیاز به اصلاح دارند، مهمترین عاملی که در اصلاح عدد *SPT* باید مورد توجه قرار گیرد، اصلاح فشار سربار C_N می‌باشد. روابط تجربی مختلفی برای این اصلاح وجود دارد. در اینجا از رابطه مطابق زیر استفاده گردیده است.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 23 از 62
	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

$$C_N = \sqrt{\left(\frac{1 \cdot 7}{P'_0 + 0 \cdot 7}\right)} \quad N' = C_N \times N$$

که در آن P'_0 تنش موثر موجود در عمق آزمایش، N عدد SPT اصلاح نشده، N' عدد SPT اصلاح شده است. اثر طول میله حفاری در طول های بیش از 10 متر محسوس نیست اما در طول های کمتر از 10 متر تاثیرگذار می باشد که باید اصلاحیه ای در ارتباط با آن انجام شود. مقدار ضریب اصلاحی طول میله حفاری برای عمق تا 4 متر برابر 0/75، 4 تا 6 متر برابر 0/85 و 6 تا 10 متر برابر 0/95 در نظر گرفته شد. همچنین راندمان دستگاه برابر 60 درصد فرض شده است. در جدول 2-3، ضرایب اصلاح عدد SPT براساس پیشنهاد (Seed et al. (2003 ارائه شده است.

معادل سازی اعداد SPT براساس برون یابی مقادیر نفوذ کمتر از 30 سانتی متر به منظور مقایسه نسبی وضعیت لایه هایی انجام می شود که دارای تعداد ضربات $N_{SPT} > 50$ می باشند. قاعدتاً نقاطی که با نفوذ کامل 30 سانتی متر در مجموع به تعداد ضربات 50 یا بیشتر رسیده اند، از نظر سفتی و قوام با لایه های دیگر که تعداد ضربات آنها در مرحله اول بدون نفوذ کامل به 50 ضربه رسیده، متفاوت است. از این مقایسه به عنوان یکی از معیارهای اولیه در برآورد پارامترهای مکانیک خاک استفاده می گردد. با توجه به تراکم و درشت دانه بودن لایه ها، آزمایش با تعویض نمونه گیر SPT به مخروط (Cone) انجام گرفته و نتایج آن با اعمال ضریب 0/6 به SPT معادل تبدیل شده است. خاطر نشان می سازد با در نظر گرفتن بافت خاک محل و امکان قرار گیری نوک دستگاه SPT بر روی پاره سنگ، افزایش ظاهری تعداد ضربات SPT دور از ذهن نمی باشد.

نتایج حاصل از این آزمایش در اعماق مختلف در شرح گمانه های ماشینی (پیوست 2) آورده شده است. شکل 4-3 نمایش دهنده نمودار تغییرات نتایج آزمایش SPT اصلاح نشده (N_{SPT}) و میزان نفوذ متناظر نسبت به عمق به تفکیک گمانه های ماشینی است. در گمانه ماشینی BH-WH-2 تا عمق 3 متری خاک ریزدانه رسی در رده سخت (Hard) شناسایی شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-18 بعد از عبور از خاک سطحی به ضخامت 0/5 متر تا عمق یک متری خاک درشت دانه ماسه در رده بسیار متراکم (Very Dense)، تا عمق 2 متری خاک ریزدانه رسی در رده سخت (Hard) همچنین در یک متر انتهایی گمانه ماشینی خاک درشت دانه شنی در رده بسیار متراکم (Very Dense) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-19 تا عمق یک متری خاک درشت دانه ماسه در رده بسیار متراکم (Very Dense) و تا عمق 2 متری خاک ریزدانه رسی در رده سخت (Hard) قرار دارد. در گمانه ماشینی BH-FL-24 تا انتهای گمانه ماشینی خاک دستی مشاهده شده است. این لایه ها، مطابق با آزمایشات آزمایشگاهی خاک ریزدانه رسی در رده بسیار سفت (Stiff) قرار دارد، براساس باز دیده های میدانی، مشاهدات صحرایی و نتایج حاصل از مطالعات میدانی و دفتری (عکس مربوطه در پیوست یک ارائه شده است) محدوده مورد مطالعه در مجاورت

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 24 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

جاده قرار دارد. به نظر می رسد عملیات خاکریزی با هدف تسطیح محدوده انجام گرفته است و نتایج آزمایشات *SPT* قابل تعمیم به کل محدوده نیست. در گمانه ماشینی BH-FL-25 از ابتدا تا انتهای گمانه ماشینی خاک ریزدانه رسی در رده سخت (*Hard*) مشاهده شده است. در مسیر برق رسانی گمانه های ماشینی EL-16 الی EL-20 خاک های ریزدانه در رده سخت (*Hard*) و خاک های درشت دانه در رده بسیار متراکم (*Very Dense*) قرار دارند.

جدول 2-3. ضرایب اصلاح اعداد *SPT* پیشنهادی (Seed et al. (2003)

C _B	Borehole diameter	Correction (C _B)															
	65 to 115 mm	1.00															
	150 mm	1.05															
	200 mm	1.15															
C _E	$C_E = \frac{ER}{60\%}$ (Eq. T-2) where ER (efficiency ratio) is the fraction or percentage of the theoretical SPT impact hammer energy actually transmitted to the sampler, expressed as % - The best approach is to directly measure the impact energy transmitted with each blow. When available, direct energy measurements were employed. - The next best approach is to use a hammer and mechanical hammer release system that has been previously calibrated based on direct energy measurements. - Otherwise, ER must be estimated. For good field procedures, equipment and monitoring, the following guidelines are suggested: <table> <tr> <th>Equipment</th><th>Approximate ER (see Note 3)</th><th>C_E (see Note 3)</th></tr> <tr> <td>-Safety Hammer¹</td><td>0.4 to 0.75</td><td>0.7 to 1.2</td></tr> <tr> <td>-Donut Hammer¹</td><td>0.3 to 0.6</td><td>0.5 to 1.0</td></tr> <tr> <td>-Donut Hammer²</td><td>0.7 to 0.85</td><td>1.1 to 1.4</td></tr> <tr> <td>-Automatic-Trip Hammer (Donut or Safety Type)</td><td>0.5 to 0.8</td><td>0.8 to 1.4</td></tr> </table> - For lesser quality fieldwork (e.g.: irregular hammer drop distance, excessive sliding friction of hammer on rods, wet or worn rope on cathead, etc.) further judgmental adjustments are needed.		Equipment	Approximate ER (see Note 3)	C _E (see Note 3)	-Safety Hammer ¹	0.4 to 0.75	0.7 to 1.2	-Donut Hammer ¹	0.3 to 0.6	0.5 to 1.0	-Donut Hammer ²	0.7 to 0.85	1.1 to 1.4	-Automatic-Trip Hammer (Donut or Safety Type)	0.5 to 0.8	0.8 to 1.4
Equipment	Approximate ER (see Note 3)	C _E (see Note 3)															
-Safety Hammer ¹	0.4 to 0.75	0.7 to 1.2															
-Donut Hammer ¹	0.3 to 0.6	0.5 to 1.0															
-Donut Hammer ²	0.7 to 0.85	1.1 to 1.4															
-Automatic-Trip Hammer (Donut or Safety Type)	0.5 to 0.8	0.8 to 1.4															

جهت تعیین وضعیت تراکم و سفتی لایه ها، نتایج نفوذ استاندارد در گمانه های ماشینی براساس طبقه بندی ارائه شده توسط ترزاقی و پک (جداول شماره 3-4 و 3-3) به شرح زیر قابل توصیف می باشد. خاطر نشان می سازد در بخش هایی که لایه ها به صورت سنگی می باشد، توصیفات ارائه شده به صورت کیفی بوده و جهت بدست آوردن دید کلی نسبت به میزان تراکم و سفتی لایه ها است. کلیه توصیفات ارائه شده در خصوص تراکم و قوام خاک، طبق

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 25 از 62
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W046S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

اعداد *SPT* اصلاح نشده می باشند. لازم به ذکر است به جهت اختلاف ارتفاع زیاد بین گمانه های ماشینی، اختلاف تراز آن ها در نمودار نتایج آزمایش *SPT* لحاظ نشده است.

جدول 3-3. رابطه تراکم خاک درشت دانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک 1948)

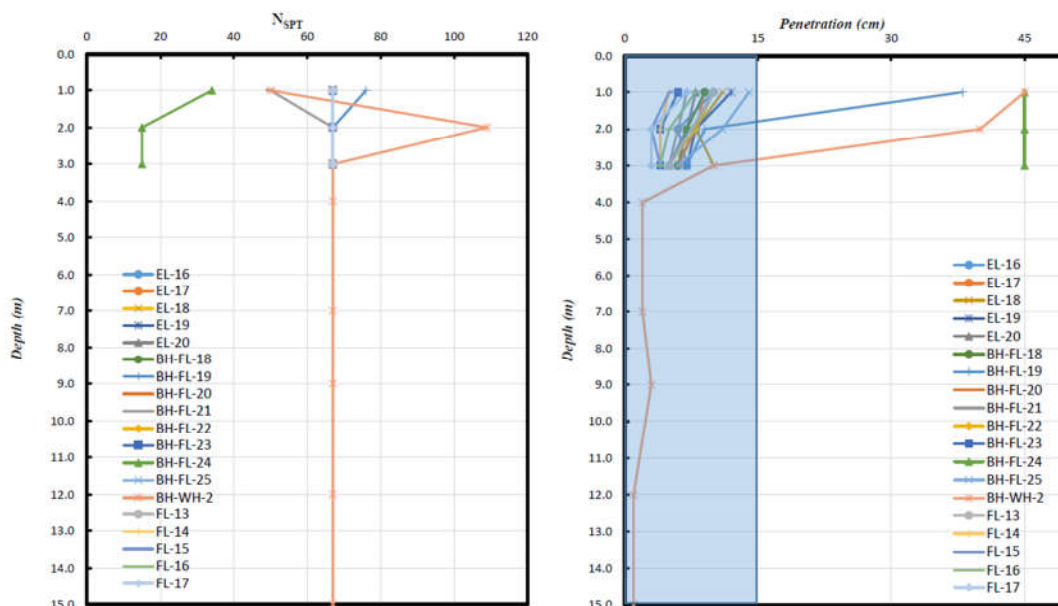
SPT resistance value (N)	Relative density
0-4	Very loose
4-10	Loose
10-30	Medium dense
30-50	Dense
Over 50	Very dense

جدول 3-4. رابطه تراکم خاک ریزدانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک 1967)

0-2	Very soft	
-----	-----------	--

SPT value (N)	Type	Remarks
2-4	Soft	
4-8	Medium Stiff	Good for very light structure using proper methods.
8-15	Stiff	Good for low load bearing structures.
15-30	Very Stiff	Good for moderate load bearing structures.
Over 30	Hard	Good for high load bearing structures.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 26 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01



شکل 3-4- تغییرات نتایج ضربات SPT (اصلاح نشده) و میزان نفوذ متناظر برحسب عمق بسته ی W-046

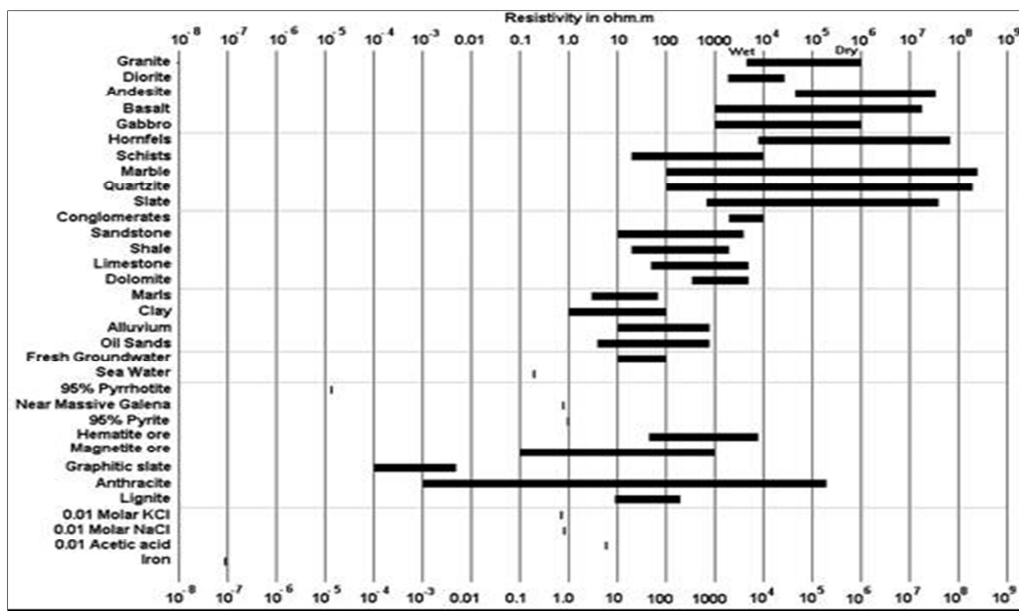
2-2-3- آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی (Geoelectrical Resistivity Test)

آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی در محل پروژه به منظور تعیین مقاومت الکتریکی خاک و میزان خوردگی خاک مطابق آیین نامه *ASTM G57* انجام شده است.

در روش های الکتریکی که جریان به وسیله الکترودها به زمین انتقال می یابد هرگونه تغییرات زیرسطحی لایه های زمین باعث تغییر در نحوه هدایت جریان الکتریکی در داخل زمین یا تغییر پتانسیل الکتریکی می شود. میزان تاثیر عوامل فوق به اندازه، شکل، موقعیت و مقاومت الکتریکی لایه های زیر سطحی بستگی دارد. لذا به دست آوردن اطلاعات مربوط به لایه های زیرسطحی یا اندازه گیری پتانسیل الکتریکی در سطح زمین امکان پذیر است. روش متعارف در این کار عبور جریان الکتریکی از داخل زمین به وسیله دو عدد الکتروود و اندازه گیری افت پتانسیل بین دو الکتروود دیگر است که در امتداد یک خط در میان الکتروودهای اولیه قرار داده شده اند.

مقاومت لایه های مختلف خاک یا سنگ در اثر شکستگی ها، تخلخل، هدایت الکتریکی، آب های زیرسطحی و درجه اشباع خاک دستخوش تغییرات بسیاری می شود. حدود تقریبی مقاومت الکتریکی برای انواع مختلف خاک و سنگ در شکل 3-5 نشان داده شده است.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 27 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01



شکل 3-5- حدود مقاومت الکتریکی برای خاک های مختلف

1-2-2-3- نحوه انجام آزمایش و آرایش الکترودها

در هنگام آزمایش آرایش های متفاوتی را می توان برای قرار دادن الکترودهای جریان و پتانسیل در سطح زمین مورد استفاده قرار داد. در اغلب این آرایش ها هر دو مجموعه الکترودها در امتداد یک خط قرار داده می شوند. معمولاً الکترودهای جریان در بیرون الکترودهای پتانسیل قرار می گیرند، هر چند که معکوس قرار دادن الکترودها نیز هیچ تفاوتی را در نتایج حاصله ایجاد نخواهد کرد. آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی در 14 محل (Line) در بسته ی W-046 با عناوین (BH-FL-18, BH-WH-2) الی BH-FL-25 و EL-16 الی EL-20) (در کنار مختصات هر گمانه ماشینی) با قرائت در اعماق یک و 3 متری، به منظور تعیین مقاومت الکتریکی خاک و میزان خوردگی خاک مطابق آیین نامه ASTM G57 انجام شده است.

جهت تعیین میزان مقاومت الکتریکی ظاهری (Apparent Resistivity) با آرایش ورنر از فرمول زیر استفاده

می شود:

a = فاصله الکترودها (متر)

$\frac{\Delta V}{I}$ = مقاومت اندازه گیری شده توسط دستگاه (اهم)

ρ_a = مقاومت الکتریکی ظاهری (اهم متر)

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I}$$

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 28 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

در پروژه حاضر، آزمایش های ژئوالکتریک در هر یک از نقاط با استفاده از روش سونداژ *VES* و با استفاده از آرایه و نر در اعماق 1 تا 3 متری انجام پذیرفت. مشخصات محل آزمایش و نتایج حاصل از آن در جدول 3-5، شکل 3-6 و پیوست 3-1 ارائه شده است.

جدول 3-5. مقاومت ویژه میانگین قرائت شده برای اعماق مختلف در هر محل بر حسب اهم متر

Station No.	$\rho_a (\Omega m)$	
	$a=1m$	$a=3m$
BH-WH-2	87.11	128.34
BH-FL-18	40.06	122.01
BH-FL-19	37.98	54.79
BH-FL-20	33.74	80.60
BH-FL-21	32.63	113.10
BH-FL-22	29.02	141.12
BH-FL-23	34.57	136.85
BH-FL-24	13.07	24.10
BH-FL-25	35.15	146.98
EL-16	16.54	46.10
EL-17	22.44	57.05
EL-18	20.06	64.57
EL-19	12.02	51.95
EL-20	22.82	65.38

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 29 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

۱-۱-۳-۱-۲-۲-۲-۳- خوردگی

عکس العمل شیمیایی یا الکتروشیمیایی یک فلز با محیط اطراف که منجر به اضمحلال تدریجی یا نابود شدن فلز گردد را خوردگی می نامند. خوردگی به وجود مناطق کاتدیک و آندیک در فلز اشاره دارد. در روش حفاظت کاتدیک (روش های ایمن سازی یک فلز از حملات خورنده محیط اطراف به وسیله ایجاد جریان الکتریکی مستقیم از محیط الکترولیت اطراف به فلز) یک جریان الکتریکی در جهت خاصی اعمال می شود تا سازه ای که باید محافظت شود به عنوان یک کاتد عمل نماید. اگر مقدار جریان به اندازه کافی نباشد هیچ قسمتی از سازه به عنوان آند عمل نخواهد نمود.

پتانسیل خوردگی خاک ها تابعی از افزایش یا کاهش مقاومت الکتریکی آن بوده و میزان مقاومت الکتریکی خاک به نوبه خود بستگی به تمرکز املاح معدنی و آلی و رطوبت زمین در اعماق مختلف دارد. با افزایش میزان املاح موجود در خاک و بالا آمدن سطوح آب زیرزمینی بر میزان قابلیت هدایت الکتریکی (عکس مقاومت الکتریکی) افزوده می شود و در نتیجه موجب کاهش مقاومت الکتریکی خواهد شد. در این مورد می توان به طور تقریبی ارتباط بین مقاومت الکتریکی و میزان خوردگی شیمیایی را مطرح نمود. علاوه بر میزان املاح و رطوبت طبیعی زمین عواملی دیگر از قبیل تراکم و نوع دانه بندی نیز بر میزان مقاومت الکتریکی اثر دارند، به طوری که خاک های درشت دانه فشرده نسبت به خاک های ریزدانه از مقاومت الکتریکی بیشتری برخوردار هستند.

در جدول 3-6 محدوده پتانسیل خوردگی خاک ها ارائه گردیده است که می تواند در تفسیر نتایج اندازه گیری های انجام شده در محل پروژه مورد استفاده قرار گیرد. بررسی های به عمل آمده نشان می دهد که مقادیر مقاومت های ظاهری الکتریکی به صورت متغیر در بسته ی W-046 در اعماق سطحی گمانه ماشینی BH-FL24, EL-16 و EL-19 کمتر از 20 اهم-متر در محدوده نسبتا خورنده و در باقی گمانه های ماشینی بیشتر از 20 اهم-متر در محدوده خوردگی خفیف قرار دارد. در عمق 3 متری گمانه های ماشینی EL-16 الی EL-20 و BH-FL-14, BH-FL-19 و BH-FL-20 کمتر از 100 اهم-متر در محدوده خوردگی متوسط و در گمانه های ماشینی BH-WH-2, BH-FL-18, BH-FL-21 الی BH-FL-23 و BH-FL-25 بیش از 100 اهم-متر در محدوده غیرخورنده قرار دارد. پیشنهاد می شود در نقاطی که خوردگی می تواند به سازه ها یا تأسیسات مرتبط، آسیب رسان باشد، با استفاده از روشهای حفاظتی مناسب، نسبت به محافظت (Coating) اقدام شود.



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض

ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و
تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S



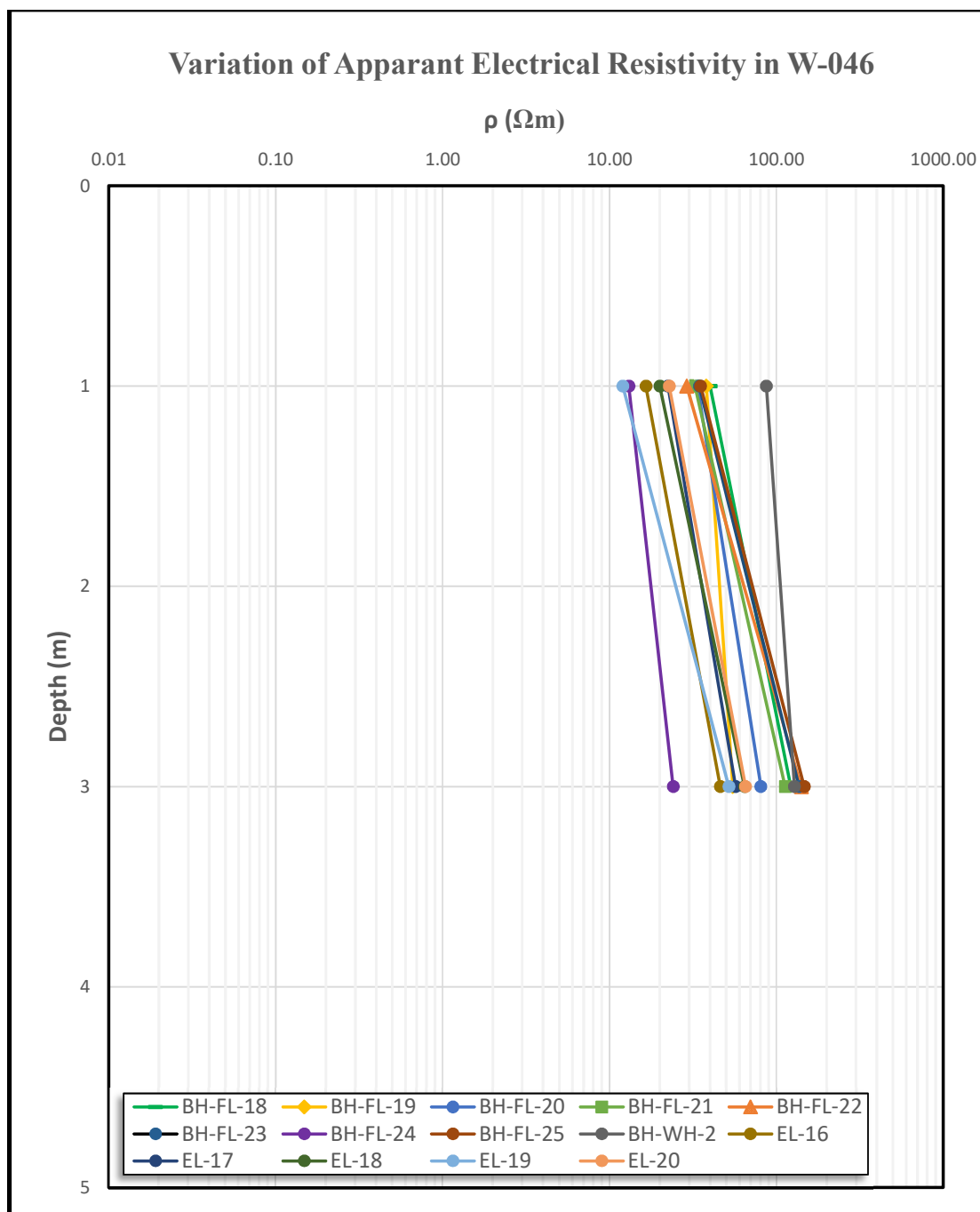
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

Geotechnical Investigation Report- W046S

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W046S	BK

شماره صفحه : 30 از 62



شکل 3-6- تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب عمق در بسته ی W-046

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 31 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

جدول 3-6. خوردگی خاک طبق مقاومت الکتریکی (British Standard BS-1377)

Soil resistivity($\Omega.m$)	Corrosivity
0-5	Very corrosive
5-10	Corrosive
10-20	Moderately corrosive
20-100	Mildly corrosive
>100	Negligible corrosive

3-2-3- آزمایش بارگذاری صفحه (Plate Load Test)

به منظور تعیین ضریب ارتجاعی (*Elastic Soil Modulus*) و دستیابی به پارامترهای نشست پذیری لایه های خاک، مطابق با درخواست شرکت هیرگان انرژی مقرر گردید یک آزمایش بارگذاری صفحه در محل تاسیسات سرچاهی بسته W-046 انجام شود، لذا این آزمایش بارگذاری صفحه در محل گمانه ی ماشین BH-WH-2 انجام و نتایج آن در گزارش حاضر ارائه شده است. این آزمایش مطابق با استاندارد ASTM D1194-72 بر روی صفحه دایره ای شکل به قطر 30 سانتیمتر به عمل آمده است. صفحه بارگذاری توسط صفحات کوچکتری تقویت شده است و در اطراف آن سه نشانگر (*Gauge*) با دقت 0/01 میلیمتر نصب گردیده اند که میزان نشست را مشخص می نمایند. مدول الاستیسیته خاک با برازش بهترین خط عبوری از نقاط متناظر تنش-نشست به دست می آید. در جدول 3-7 خلاصه نتایج حاصل از آزمایش و در پیوست 3-2 نیز نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

جدول 3-7. مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه

Test No.	Depth (m)	Plate Diameter (cm)	E_{50} (kg/cm ²)
PLT-W-046(BH-WH-2)	1.0	30	217

3-2-4- آزمایش CBR (California Bearing Ratio)

آزمایش CBR به منظور تعیین مقاومت نسبی لایه های رویه و اساس و خصوصیات تراکم پذیری خاک مطابق با استاندارد ASTM D4429 انجام می شود. در این راستا مجموعاً یک آزمایش مذکور در مسیر دسترسی به تاسیسات سرچاهی بسته W-046 انجام شده است. خلاصه نتایج حاصل از آزمایش در محل موقعیت مذکور در جدول 3-8 و در پیوست 3-3 نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

جدول 3-8. مشخصات و نتایج آزمایش CBR

سطح مورد آزمایش با برداشتن خاک سطحی نامناسب آماده و در حد امکان هموار و تراز می گردد. نقاط آزمایش

Test No.	Depth (m)	Penetration	
		2.54(mm)	5.08(mm)
CBR-1	Ground Level	12.9%	11.5%
CBR-2	Ground Level	15.8%	14.0%
CBR-3	Ground Level	16.4%	15.7%

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 32 از 62
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

های نفوذ باید با فواصل مناسب از یکدیگر انتخاب شوند. پس از استقرار دستگاه، تهیه سربار مناسب و جک در محل مورد نظر، صفحه سربار ده پوندی (4/5 کیلوگرم) زیر پیستون نفوذی قرار می گیرد و نفوذ انجام می شود. منحنی تنش نفوذی با تقسیم نیروی اعمال شده بر سطح پیستون برای هر افزایش نفوذ محاسبه می شود.

5-2-3- اندازه گیری دمای خاک

اندازه گیری دمای خاک در 14 گمانه ماشینی (BH-FL-18, BH-WH-2, BH-FL-25 الی BH-FL-25 و EL-16 الی EL-20) در بسته W-046 در عمق یک متری در سه زمان مختلف (صبح، ظهر، عصر) در بازه زمانی 8 آبان الی 14 اسفند ماه 1400 و 30 و 31 خرداد ماه 1401 انجام و نتایج حاصل از اندازه گیری دمای خاک در پیوست 3-4 ارائه شده است.

3-3- وضعیت تراز سطح آب

با توجه به نتایج حاصل از حفر 14 گمانه ماشینی، سطح آب در زمان عملیات اجرایی در محل حفر گمانه های ماشینی (BH-FL-18, BH-WH-2, BH-FL-25 الی BH-FL-25 و EL-16 الی EL-20) تا عمق حداکثر 15 متر، تراز آب زیر سطحی مشاهده نشده است. نظر به این که گذر زمان و تغییرات شرایط جوی در فصول مختلف سال می تواند منجر به تغییر در سطح آب ایستابی در محدوده پروژه شود، ضروری است تراز آب زیرزمینی پیش از شروع عملیات عمرانی و در حین آن به طور دقیق بررسی شود.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 33 از 62	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

فصل 4- آزمایش های آزمایشگاهی

پس از اتمام عملیات حفاری ماشینی، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی خاک، آزمایش های فیزیکی، شیمیایی و مقاومتی بر روی نمونه های معرف و مطابق با جنس لایه ها در آزمایشگاه این مهندسین مشاور به انجام رسید. در جدول 4-1 آزمایش های آزمایشگاهی مدنظر به همراه شماره استاندارد مربوطه ارائه شده است.

جدول 4-1. مشخصات آزمایش های آزمایشگاهی

نام آزمایش	شماره استاندارد	توضیحات
طبقه بندی خاک	ASTM D2488	
حدود اتربرگ	ASTM D4318	
دانه بندی	ASTM D421-422	برای ذرات کوچکتر از 0/075 میلیمتر متمایز ساختن دانه ها بوسیله هیدرومتری است.
هیدرومتری	ASTM D7928	
دانسیته و درصد رطوبت	ASTM D2216	
تک محوری سنگ	Publication No.737*	
بار نقطه ای سنگ	ASTM D5731	
برش مستقیم	ASTM D3080	
شیمیایی خاک	BS-1377	

*نشریه 737 سازمان برنامه و بودجه ایران نیز در نظر گرفته شده است.

4-1- توصیف و طبقه بندی لایه های خاک

بر اساس تجزیه و تحلیل های انجام شده بر روی نمونه های اخذ شده از اعماق مختلف گمانه های ماشینی بسته ی W-046 با در نظرگیری نتایج آزمایش های آزمایشگاهی و فاصله گمانه های ماشینی از یکدیگر، لایه های موجود در محدوده این بسته را می توان مطابق شرح ارائه شده در ذیل به 2 ناحیه کلی، طبقه بندی نمود. جهت سهولت بررسی و مقایسه، در شکل 4-1 و جدول 4-2 محدوده مذکور و ناحیه های در نظر گرفته ارائه و گمانه های ماشینی موجود در این محدوده ها معرفی شده است. لازم به ذکر تا زمان ارائه گزارش بسته ی W-046 نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه از سوی شرکت محترم هیرگان انرژی ارائه نشده است.

براساس نتایج حاصل از حفاری های صورت گرفته و نتایج آزمایشات آزمایشگاهی، در گمانه ماشینی BH-WH-2 بعد از گذر از خاک سطحی به ضخامت تقریبی 0/2 متر تا عمق 3 متری خاک ریز دانه رس با پلاستیسیته کم و در

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 34 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

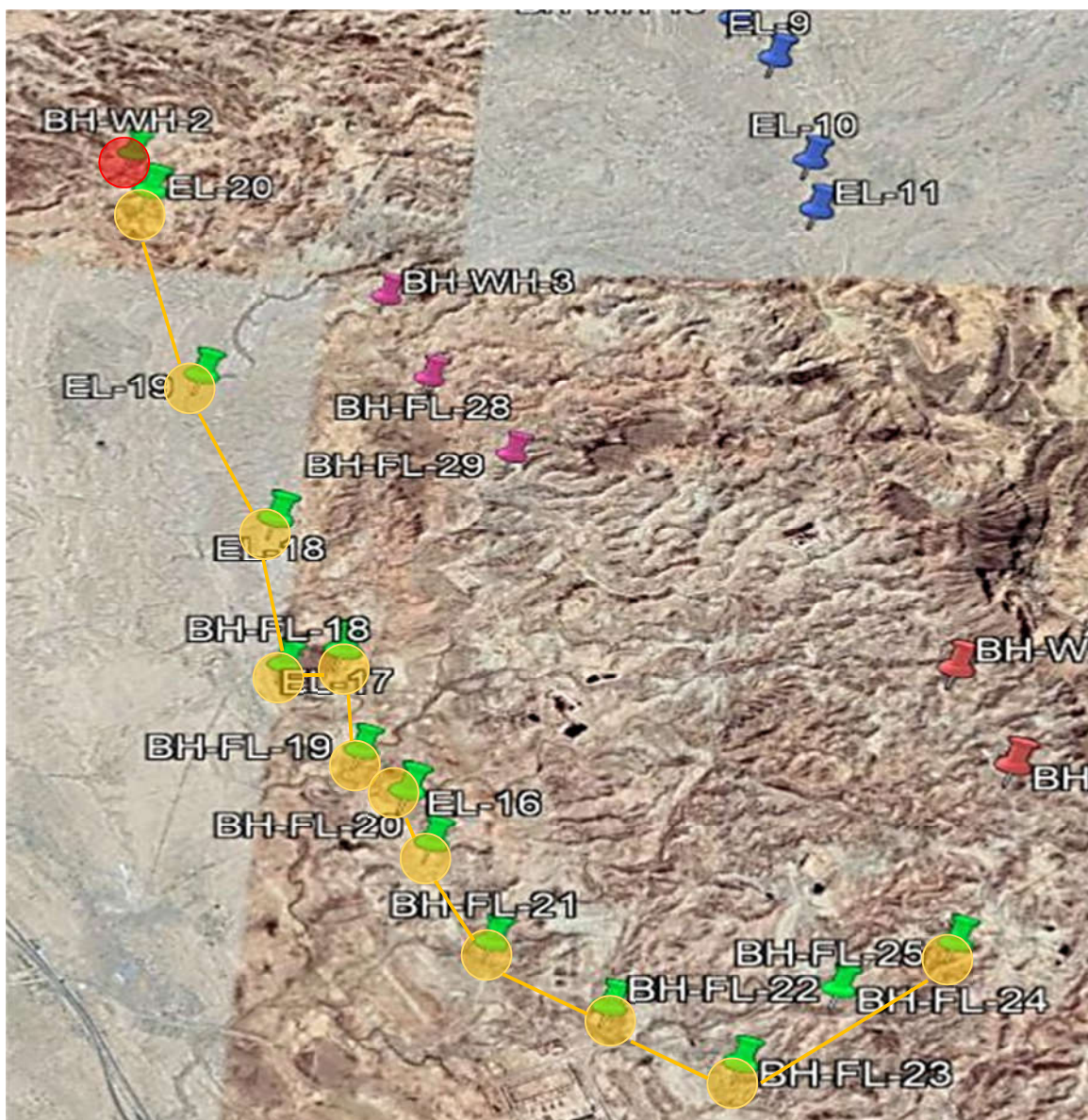
ادامه تا انتهای گمانه ماشینی لایه های سنگ رس (ClayStone) و مارن (Marl) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-18 بعد از عبور از خاک سطحی به ضخامت تقریبی 0/5 متر تا عمق یک متری خاک ماسه لای دار بدون چسبندگی در ادامه تا عمق 2 متری لایه ریزدانه رس و در یک متر انتهایی لایه خاک شن لای دار بدون چسبندگی مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-19 تا عمق یک متری خاک درشت دانه ماسه همراه با رس و سیلت، در ادامه خاک ریز دانه رس با پلاستیسیته کم و در یک متر انتهایی لایه سنگ رس (ClayStone) کاملاً هوازده قرار دارد. در گمانه ماشینی BH-FL-20 و BH-FL-21 بعد از عبور از خاک سطحی تا انتهای عمق 3 متری گمانه ماشینی لایه های مارن (Marl) کاملاً هوازده مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-22 و BH-FL-23 بعد از گذر از خاک سطحی به ضخامت تقریبی 0/2 متر تا عمق 1/5 متری لایه مارن (Marl) کاملاً هوازده و در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی لایه مارن (Marl) سالم قرار دارد. در گمانه ماشینی BH-FL-25 از ابتدا تا انتهای گمانه ماشینی خاک رس با پلاستیسیته کم مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-24 تا انتهای گمانه ماشینی، خاک دستی شناسایی شده است. این لایه مطابق با آزمایشات آزمایشگاهی خاک ریزدانه رسی با پلاستیسیته کم طبقه بندی می شود. براساس باز دیدهای میدانی، مشاهدات صحرایی و نتایج حاصل از مطالعات میدانی و دفتری (عکس مربوطه در پیوست یک ارائه شده است) محدوده مورد مطالعه در مجاورت جاده قرار دارد. به نظر می رسد عملیات خاکریزی با هدف تسطیح محدوده انجام گرفته است.

در گمانه های ماشینی مسیر جریان برق لایه های خاک ریزدانه رس و سیلت و خاک درشت دانه ماسه و شن دارای سیلت قرار دارد. در گمانه های ماشینی 3 متری EL-16 الی EL-20 توالی لایه های خاک ریز دانه رس و سیلت و شن و ماسه حاوی رس و سیلت مشاهده شده است و شرح کامل آن ها در پیوست 2 ارائه شده است. لازم به ذکر است لایه های سنگی پس از 24 ساعت خیس اندن در آب در طبقه بندی رس با پلاستیسیته کم قرار می گیرند. لایه های مذکور مطابق طبقه بندی متحد خاک (USCS) عمدتاً در رده CL و ML طبقه بندی می شوند.

جدول 2-4. گمانه های ماشینی موجود در محدوده ناحیه های 1 و 2

Package	Zone	Borehole Name
W-046	ZoneI ●	BH-FL-18,...,BH-FL-23,BH-FL-25 و EL-16,...,EL-20
	ZoneII ●	BH-WH-2

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 35 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01



شکل 4-1- مرز تفکیکی ناحیه های 1 و 2 گمانه های ماشینی در محدوده مورد مطالعه موقعیت بسته ی W-046

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 36 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

تعیین کیفیت سنگهای محدوده بر اساس معیار RQD و شاخص GSI :

مغزه گیری از سنگ ها به کمک گمانه زنی دورانی انجام می شود. پس از اخذ نمونه های سنگی، کیفیت مغزه های اخذ شده براساس عدد RQD ($Rock\ Quality\ Designation$) توصیف می شوند. شاخص RQD براساس میزان درزها، ترک ها و شکستگی های روی مغزه سنگ و مطابق با فرمول زیر به دست می آید. عدد RQD هر لایه سنگی در شرح پیمایش طولی گمانه های ماشینی پیوست 1-2 ارائه شده است.

$$مجموع\ طول\ مغزه\ های\ سنگی\ به\ دست\ آمده\ با\ طول\ بزرگتر\ از\ 100\ میلی\ متر = \frac{\text{کیفیت مغزه گیری } (RQD)}{\text{طول مغزه گیری}}$$

مطابق نتایج حاصل از حفاری های صورت گرفته، سنگ ها در این بسته ی کاری $W-046$ در محدوده سنگ های $Completely\ Weathered$ تا $Moderately\ Weathered$ قرار دارند.

میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی بسته ی $W-046$ به روش کمی 66 و به روش کیفی 55-65 می باشد. گزارش کامل و اعداد دقیق شاخص مقاومت زمین شناسی این محدوده در پیوست 6 آمده است.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S								
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 37 از 62	
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

فصل 5- پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی

5-1- خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و پارامترهای طراحی

با توجه به جنس لایه های خاک، نتایج آزمایش های برجا، آزمایش های آزمایشگاهی و براساس قضاوت مهندسی حاصل از حفر 14 گمانه ماشینی در بسته ی W-046، مقادیر پارامترهای فیزیکی و مکانیکی جهت تعیین مقاومت مجاز خاک طبیعی برای استفاده در طراحی های ژئوتکنیکی به شرح جدول 5-1 و 2-5 ارائه شده است. به دلیل اهمیت پروژه و فاصله بین گمانه های ماشینی اجرا شده، همانگونه که پیشتر نیز ذکر گردید، پارامترهای مذکور، در محدوده حفر گمانه های ماشینی قابل استفاده است و مسئولیت تعمیم آن به کل محدوده بر عهده مشاور نمی باشد. پارامترها و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی در محدوده بسته ی W-046 در جدول 5-1 و 2-5 ارائه شده است. یاد آور می گردد اگرچه به دلیل سفتی لایه ها امکان اخذ نمونه دست نخورده و مناسب برای انجام آزمایش تحکیم وجود نداشت لیکن باتوجه به جنس لایه ها و ماهیت تحکیم پذیری آنها به دلیل احتمال نشت و رسوخ آب به زیر تراز شالوده ها، نشست تحکیم در شرایط غیراشباع برای خاک تا عمق حداکثر 2 متر فوقانی ناحیه 2 و تا 3 متر در ناحیه یک از سطح زمین در محاسبات فرض شده است. مجدداً یادآور می گردد در محدوده گمانه BH-FL-24 به دلیل برخورد به خاک دستی تا انتهای گمانه ماشینی، استفاده از پارامترهای ارائه شده مجاز نیست.

جدول 5-1. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی - ناحیه یک

Layer type according to Unified method	(CL)	(CL)	(CL)	Unit
Depth	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	m
Soil cohesion (Cu)	0.5-1.5	1.0-3.0	3.0-5.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.9-2.0	2.0-2.1	2.05-2.15	g/cm ³
Soil module of elasticity (Es)	100-300	200-600	600-1000	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)	0.35-0.40	0.35-0.40	0.35-0.40	-

جدول 5-2. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی - ناحیه 2

Layer type according to Unified method	(CL)	(CL)	Marl/ClayStone (CL)	Marl/ClayStone (CL)	Unit
Depth	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-4.0	4.0-15.0	m
Soil cohesion (Cu)	0.5-1.5	1.0-3.0	3.0-5.0	4.0-6.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.9-2.0	2.0-2.1	2.05-2.15	2.1-2.2	g/cm ³
Soil module of elasticity (Es)	100-300	200-600	600-1000	800-1200	kg/cm ²

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 38 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

Soil Poisson ratio (ν)	0.35-0.40	0.35-0.40	0.35-0.40	0.35-0.40	-
------------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	---

5-2- پتانسیل روانگرایی

روانگرایی به واکنش خاک در برابر بارهای دینامیکی یا تحریک ناشی از امواج برشی زودگذر اطلاق می شود که در نتیجه آن مقاومت خاک به طور کامل از بین رفته و حالتی آبگونه به خود می گیرد. در صورتی که یک ماسه اشباع به لرزه درآید، متراکم شده و از حجم آن کاسته می شود. در چنین شرایطی اگر آب نتواند به سرعت از محیط خارج و به اصطلاح زهکشی شود، کاهش حجم باعث افزایش فشار آب منفذی می شود. وقتی که فشار آب منفذی برابر فشار سربار شود، تنش موثر بین ذرات خاک صفر گشته، ماسه به طور کامل مقاومت برشی خود را از دست می دهد و در نتیجه حالت آبگونه پیدا می کند. عوامل زمین شناسی متعددی در میزان استعداد آبگونه شدن خاک دخالت دارند که مهمترین آنها عبارتند از فرآیند رسوب گذاری، سن رسوب، تاریخچه زمین شناسی، عمق سطح ایستابی، دانه بندی، نوع خاک، عمق مدفون شدن، شیب دامنه و بالاخره نزدیکی به یک سطح آزاد. بدیهی است با افزایش سن رسوب استعداد آبگونه شدن آن کاهش می یابد. علت این امر پیش تنیدگی خاک بر اثر وزن رسوب یا زمین لرزه های قدیمی می باشد. بیشترین استعداد آبگونه گی در نواحی ساحلی حاوی آبرفت های ماسه ای ریزدانه و اشباع شده که از تراکم و میزان رس کمی برخوردارند دیده می شود.

همانگونه که پیش تر نیز ذکر گردید در 14 گمانه ماشینی حفر شده در بسته ی W-046 در زمان عملیات اجرایی به سطح آب زیرزمینی برخورد نشده است و به دلیل عدم مشاهده لایه های سست و نیمه متراکم ماسه ای اشباع، پتانسیل وقوع روانگرایی، منتفی است. به علاوه طبق مراجعی چون نشریه 525 و مطابق با بند 6-2-1 آیین نامه 2800، استعداد روانگرایی نسبی خاک ها در لایه های دارای ضربات SPT بیش از 30 بسیار کم است و می توان از بررسی وقوع روانگرایی صرف نظر کرد. در نتیجه در پروژه ی حاضر احتمال وقوع روانگرایی منتفی می گردد. همچنین با توجه به عدم وجود پتانسیل روانگرایی در محدوده مورد نظر، خطر گسترش جانبی منتفی است.

5-3- برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش)

خاک های رمبند خاک های غیر اشباعی هستند که در صورت افزایش رطوبت تغییر حجم زیادی در آن ها به وجود می آید. این تغییر حجم می تواند ناشی از اعمال بار اضافی باشد یا نباشد. شالوده هایی که روی چنین خاک هایی قرار می گیرند در صورت اشباع شدن خاک ممکن است دچار نشست ناگهانی و زیاد شوند. این رطوبت ممکن است از منابع مختلفی مانند لوله های آب و فاضلاب شکسته، نشت از مخازن آب یا بالا آمدن تدریجی تراز آب زیرزمینی فراهم شود. اکثر خاک های رمبند بادرقت نظیر ماسه بادی یا ماسه های ساحلی هستند که دارای تخلخل زیاد و وزن مخصوص کم می باشند و چسبندگی آنها کم یا ناچیز است. در یک برآورد با توجه به جنس لایه های سطحی، وقوع رمبندگی یا فروریزش در اثر اشباع شدن لایه های سطحی محتمل نمی باشد

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 39 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

4-5- برآورد پتانسیل تورم

طبق رابطه $Seed (1962)$, $(PI)^{2.44} \cdot S = (2.16 \times 10^{-3})$ می باشد، میزان متوسط نشانه خمیری خاک تا عمق تقریبی 4 متری 16 می باشد. براساس رابطه مذکور پتانسیل تورم طبق جدول 5-2 در محدوده کم تا متوسط برآورد شده و پیشنهاد می گردد تمهیدات لازم در این زمینه پیش بینی شود.

جدول 5-3. طبقه بندی پتانسیل تورم

Degree of expansion	Swelling potential (%)
Very high	>25
High	5-25
Medium	1.5-5
Low	0-1.5

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 40 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فصل 6- ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی

1-6- مقدمه

برای تعیین ظرفیت باربری مجاز خاک برای انواع شالوده های سطحی، لازم است که 2 عامل اساسی زیر کنترل گردد.

- گسیختگی برشی خاک
- نشست های قابل قبول پی

ظرفیت باربری مجاز خاک بایستی با اعمال ضریب اطمینان مناسبی، کمتر از ظرفیت باربری نهایی خاک در نظر گرفته شود و همچنین نشست بوجود آمده نیز از نشست مجاز تجاوز ننماید. از این رو ظرفیت باربری خاک بر اساس کنترل هر یک از دو عامل فوق برای پی های با ابعاد متفاوت بدست آمده و مقدار کوچکتر ملاک عمل قرار می گیرد. در این فصل بر پایه اطلاعات بدست آمده از حفاری ها و نتایج آزمون های برجا و آزمایشگاهی و با توجه به ویژگی پروژه، محاسبات مربوط به تعیین ظرفیت باربری مجاز شالوده در ناحیه 2 برای پی های مربعی، مستطیلی با نسبت طول به عرض 2و 5، شالوده نواری با نسبت طول به عرض 10و پی گستره با ابعاد 10×10، 12×20 و 20×20 متر و در ناحیه یک برای پی های نواری با نسبت طول به عرض 10 همراه با تعیین نشست آن و با فرض محدودیت نشست مجاز 5 سانتیمتر برای پی گسترده و 2/5 سانتیمتر برای پی نواری ارائه گردیده است. در صورت وجود لنگر خمشی، باید اثر کاهنده ناشی از لنگر خمشی، خروج از مرکزیت و نیروهای برشی در محاسبات ظرفیت باربری توسط مشاور طراح اعمال گردد.

مدل ژئوتکنیکی لایه های خاک در حوزه تأثیر بار شالوده ها و محدودیت استفاده از شالوده های سطحی مطابق توضیحات ارائه شده در فصول قبل فرض شده است. مشخصات فنی استفاده شده در محاسبات در جدول 5-1 ارائه گردیده است. لیکن با توجه به اهمیت پروژه لازم است در صورت مشاهده تغییرات قابل توجه در وضعیت خاک و برخورد به لایه های سست در تراز استقرار شالوده ها، با این مهندسین مشاور تماس حاصل گردد. لازم به ذکر است محاسبات مزبور صرفاً در صورت استقرار کف پی بر روی خاک بکر معتبر خواهد بود و به عبارتی ظرفیت باربری برای خاک بکر و عدم وجود خاک نباتی، دستی و هر گونه حفره و فضای خالی تعیین شده است.

2-6- تعیین ظرفیت باربری نهایی و مجاز بر اساس گسیختگی برشی

تراز قرارگیری کف شالوده به روی خاک طبیعی در عمق یک متر در نظر گرفته شده است، نظر به اینکه شناسایی های ژئوتکنیکی تا عمق 3 متری بستر انجام گرفته (فقط گمانه BH-WH-2 تا عمق 15 متری اجرا شده است)، در محاسبه ظرفیت باربری شالوده های سطحی، فرض بر ادامه لایه انتهایی تا پایان حوزه تأثیر بار شالوده بوده

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 41 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

است. مشخصات فنی مربوطه در فصل پنجم و نتایج محاسبات ظرفیت باربری به تفکیک نواحی در پیوست 5 ارائه شده است.

نسبت مدول الاستیسیته باربرداری به مدول الاستیسیته بارگذاری 3 در نظر گرفته شده است. لایه های موجود در حوزه تأثیر بار شالوده در زیر تراز پی مطابق لایه بندی پیشنهادی در جدول شماره 5-1 می باشد. لازم به ذکر است محاسبات مزبور صرفاً در صورت استقرار کف پی بر روی خاک بکر معتبر خواهد بود و به عبارتی ظرفیت باربری برای خاک بکر و عدم وجود هر گونه حفره و فضای خالی تعیین شده است. با توجه به اهمیت پروژه لازم است در صورت مشاهده تغییرات قابل توجه در وضعیت خاک و برخورد به حفره یا فضای خالی در تراز استقرار شالوده ها در مسیر خط لوله، ظرفیت باربری مجاز خاک مورد بازنگری قرار گیرد. جهت تعیین مقاومت مجاز خاک طبیعی محل، گسیختگی برشی خاک (*Shear Failure*) به روش *Hansen* و براساس روابط کلی محاسبه شده است. روابط کلی در پیوست 7 ارائه شده است.

3-6- نشست خاک

با در نظر گیری جنس خاک در محل حفاری گمانه های ماشینی، نشست شالوده ها عمدتاً ناشی از تغییر شکل ارتجاعی لایه های خاک در حین ساخت و مدت کوتاهی پس از آن (*Elastic Settlement*) و همچنین نشست تحکیم در درازمدت (*Consolidation Settlement*) می باشد (شایان ذکر است در محل استقرار کف پی خاک های درشت دانه ماسه ای و ریزدانه رسی قرار دارند اما در جهت اطمینان ضعیف ترین حالت در نظر گرفته شده و محاسبات نشست تحکیمی لحاظ شده است). پس از عبور از خاک سطحی تا انتهای عمق 3 متری ناحیه یک و در 2 متر فوقانی ناحیه دو فرض بر رخداد تحکیم با شرایط غیر اشباع در نظر گرفته شده است. جهت محاسبه نشست های آنی از رابطه الاستیک *Timoshenko & Goodier* با اعمال ضریب *Stein Brenner* (با تأثیر ضریب عمق *Fox*) استفاده شده است. شایان ذکر است که طبق نظر مولفین متعدد و کتب مرجع از جمله *Bowles*، آیین نامه *U.S.S.R* و جداول مربوط به نشست مجاز در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان- پی و پی سازی در سازه های معمولی حداکثر نشست مجاز پی نواری بر روی خاک های درشت دانه 1 اینچ و برای خاک های ریزدانه تا 2 اینچ در نظر گرفته می شود. همانگونه که در بندهای پیش تر اشاره گردید میزان نشست مجاز برای شالوده گسترده برابر 5/0 سانتیمتر و برای شالوده نواری برابر 2/5 سانتیمتر در نظر گرفته شده است.

لازم به ذکر است محاسبات ظرفیت باربری با توجه به وضعیت موجود لایه ها انجام گرفته است. در صورت تغییر تراز آب زیر سطحی یا نشست آب به زیر پی، محاسبات می بایست مورد بازنگری قرار گیرد.

میزان نشست اختلافی (*Differential Settlement*) قابل قبول یک فونداسیون بستگی به رفتار سازه و میزان صلبیت و انعطاف پذیری آن و مشخصات معماری سازه دارد. لیکن مقدار آن برای یک شالوده عموماً بین 0/67 تا 0/75 نشست کلی برآورد می شود. بدیهی است که مقدار دقیق نشست نامساوی بستگی به صلبیت پی داشته و

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 42 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

براساس سختی خاک و سازه و با استفاده از روش اجزاء محدود (*Finite Element*) قابل محاسبه است. لازم به ذکر است، میزان نشست نامساوی مجاز برای ساختمان های بتنی با فرض استقرار ستون ها بر روی پی های منفرد برابر $0/0015L$ و با فرض استقرار ستون ها بر روی پی گسترده $0/002L$ می باشد. همچنین برای ساختمان های اسکلت فلزی میزان نشست نامساوی مجاز برابر $0/0033L$ در نظر گرفته می شود (L فاصله دو ستون مجاور است). در بارگذاری زلزله می توان مقاومت مجاز خاک را به سبب ماهیت نیروها به میزان 33 درصد افزایش داد.

4-6- ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی

به منظور سهولت طرح پی های سطحی، نمودارهای ظرفیت باربری مجاز و نشست متناظر برای پی های مربعی، مستطیلی با نسبت طول به عرض 2 و 5، شالوده نواری با نسبت طول به عرض 10 و پی گستره با ابعاد 12×20 ، 10×10 و 20×20 متر با فرض قرارگیری به روی خاک طبیعی برای ناحیه 2 و پی های نواری با نسبت طول به عرض 10 برای ناحیه یک در پیوست 5 آورده شده است. در شکل های مذکور D عمق خاکبرداری تا زیر پی و D_f عمق مدفون شالوده در نظر گرفته شده است. در محاسبات ظرفیت باربری گمانه های ماشینی (BH-FL-18, BH-WH-2) الی BH-FL-23، BH-FL-25 و EL-16 الی EL-20) عمق گیرداری شالوده های مربعی، مستطیلی، نواری و شالوده گسترده برابر یک متر در نظر گرفته شده است. در صورتی که عمق گیرداری کمتر از یک متر اجرا گردد محاسبات ظرفیت باربری پی های سطحی می بایست مورد بازنگری قرار گیرد.

در تهیه نمودارهای مربوط به ظرفیت باربری پی های نواری دو عامل نشست و گسیختگی برشی پی به طور توأم در نظر گرفته شده است. به این ترتیب که ابتدا نشست پی به مقداری معادل 5 سانتیمتر برای پی های گسترده و $2/5$ سانتیمتر برای پی نواری محدود گردیده و بر این مبنا حداکثر فشار نسبت به عرض پی محاسبه شده است. سپس معیارهای گسیختگی برشی پی مورد کنترل قرار گرفته است تا تنش های وارده بیش از مقادیر مجاز نباشد. در ارزیابی معیارهای گسیختگی به علت مشخص نبودن مقادیر لنگر و نیروهای افقی وارد بر پی، ضریب اطمینان برابر 5 در نظر گرفته شده است.

توصیه می گردد مهندس طراح یا مشاور طرح با در اختیار داشتن مقادیر دقیق نیروهای افقی و لنگرهای خمشی با استفاده از روابط ارائه شده نسبت به محاسبه دقیق ظرفیت باربری مجاز شالوده اقدام نماید. در این راستا بایستی اثر

کاهندگی بارهای خروج از مرکز ناشی از لنگر خمشی با استفاده از رابطه $R_e = 1 - \sqrt{\frac{e}{B}}$ برای خاک های غیر

چسبنده و رابطه $R_e = 1 - 2 \frac{e}{B}$ برای خاک های چسبنده در مقادیر ظرفیت باربری مجاز ارائه شده در نمودارهای مربوطه اعمال شود. در روابط فوق e خروج از مرکزیت بار برابر نسبت لنگر خمشی به نیروی محوری (M/P) است.

توصیه می شود حداکثر نسبت e/B برابر $\frac{1}{6}$ در نظر گرفته شود. در صورت وجود نیروی افقی یا زاویه دار بودن بار

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 43 از 62	
	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

وارد بر شالوده، اثر میل بار باید در روابط تعیین ظرفیت باربری در نظر گرفته شود. در صورت استفاده از ضرایب میل بار روش Hansen به منظور جلوگیری از لغزش شالوده، بایستی شرط $H \leq Vtg\delta + A_f C_a + \frac{P_p}{SF}$ برقرار باشد. P_p فشار مقاوم خاک و δ ، زاویه اصطکاک بین بتن و خاک می باشد.

۱-۴-۶- ضریب عکس العمل بستر (K_s)

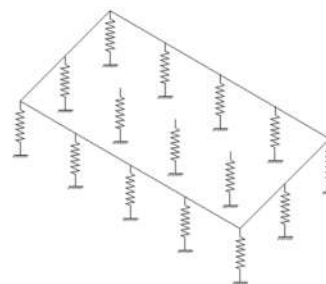
برای تحلیل پی ها و محاسبه برش، لنگر و تغییر شکل در مدلسازی عددی باید از روش های مبتنی بر شبیه سازی بستر با فتر به عنوان مبنایی جهت طرح سازه های شالوده استفاده نمود. این روش نخستین بار توسط وینکلر در سال 1867 پیشنهاد گردید و به روش تیر بر بستر الاستیک معروف است. در این روش، مدول عکس العمل خاک (K_s) برای پی با ابعاد مورد نظر با تقسیم تنش مجاز خاک (q_a) بر مقدار نشست (s) محاسبه می شود.

شالوده های صلب: برای شالوده های صلب می توان از مقدار K_s به طور یکنواخت در زیر پی استفاده نمود. این مقدار حدود 7/5 درصد بیش از مقدار K_s معرفی شده در جداول پیش رو خواهد بود (Das, 2008).

شالوده های انعطاف پذیر: انتخاب مقدار یکنواخت برای K_s صحیح نبوده و متناسب با نشست رخ داده باید تغییر کند. افزایش سختی در لبه ها توصیه می گردد.

روش وینکلر:

در تئوری اولیه وینکلر فرض بر عملکرد مستقل فنرها در شالوده انعطاف پذیر بوده که در واقعیت فنرها نمی توانند مستقل از یکدیگر عمل نمایند و فشار زیر پی در یک نقطه تحت تاثیر فنرهای مجاور خواهد بود. شکل 6-1



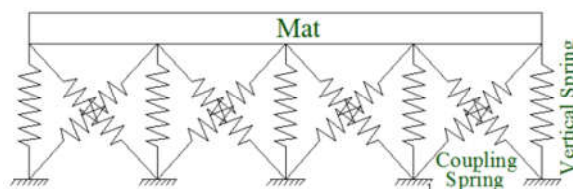
شکل 6-1- مدلسازی فتر وینکلر

روش کوپل:

در این روش جهت مقابله با نواقص روش وینکلر از فنرهای اضافی مطابق شکل 6-2 استفاده می شود تا اندرکنش فنرها بر یکدیگر نیز در مدل اعمال گردد. مستقل عمل نکردن فنرهای قائم و اثرات متقابل آنها بر یکدیگر منجر به

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 44 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

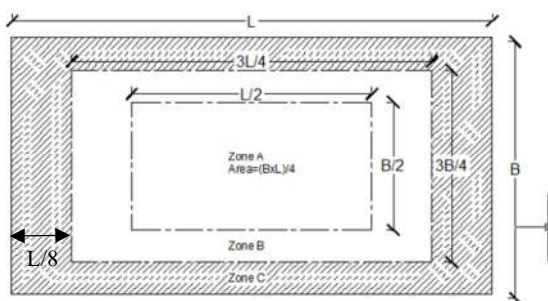
تغییر شکل واقعی تر شده ودقت محاسبات را افزایش می دهد. لیکن انتخاب مقدار K_s بخصوص برای فنرهای کوپل چندان ساده نیست و نیازمند مدلسازی های عددی توسط نرم افزارهای ویژه می باشد.



شکل 6-2- مدل سازی فنرهای کوپله

روش شبه کوپل:

این روش در ابتدای دهه 90 میلادی با هدف کاهش خطاهای مدل وینکلر و ایجاد سهولت در مدل کوپل معرفی گردید. روش شبه کوپل در استاندارد *ACI 2002* مورد تایید قرار گرفته است. در این روش فنرها به صورت مستقل به سادگی مدل وینکلر عمل می کنند لیکن مقادیر سختی آن ها با تغییر موقعیت متفاوت خواهد بود. این موضوع با افزایش سختی در کناره ها نسبت به وسط اعمال شده و منجر به بروز رفتار واقعی تر می گردد. اگرچه بنابر توصیه *ACI* مقادیر باید از نصف مقدار محاسباتی K_s تا 5 برابر آن تغییر کند و محافظه کارانه ترین طرح بر این مبنا ارائه گردد لیکن نتایج تحقیقات نشان می دهد اگر سختی لبه ها نسبت به سختی مرکز پی تا حدود 2 برابر افزایش یابد، نتایج قابل قبول حاصل می گردد. در مدل رفتاری پیشنهادی *ACI*، عنصر لبه $12/5$ درصد بعد در آن راستا پیشنهاد شده و ابعاد المان مرکز پی، نصف بعد در هر جهت است. در سطح المان لبه (*Zone C*)، مقدار ضریب عکس العمل بستر 2 برابر K_s مرکز (*Zone A*) و در سطح میانی (*Zone B*)، $1/5$ برابر K_s مرکز پیشنهاد گردیده است. مقدار K_s در هر ناحیه باید بصورت تدریجی از مرکز پی به سمت کناره ها افزایش یابد. خاطر نشان می سازد در مدل سازی خاک به روش وینکلر (*Winckler*) در پی گسترده می باید میزان K_s در المان های واقع در لبه پی دو برابر المان های داخلی در نظر گرفته شود.



 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 45 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

شکل 6-3- تقسیم بندی سطح پی در روش شبه کوپل

در هنگام تعریف سختی متغیر در پی های گسترده و شبکه ای، در مرز بین بخش هایی از پی که مدول سختی تغییر می کند، کانتور تنش زیر پی نیز پیوستگی خود را از دست داده و بصورت آنی و پله ای تغییر خواهد نمود. حالت ایده آل آن است که تعداد نواحی آنقدر زیاد و نزدیک به هم تعریف گردد تا دقت محاسبات بیشتر شده و این خطای عددی به حداقل برسد لیکن از آنجا که دستیابی به این موضوع در عمل میسر نیست لازم است در کنترل برش تیر نیز، این تغییر آنی در تنش و برش به عنوان خطای عددی مورد توجه قرار گیرد. مجدداً یادآور می گردد مطابق پیشنهاد *ACI* طراح سازه مجاز است به منظور تدقیق محاسبات، مقدار مدول عکس العمل خاک (K_s) را با توجه به میزان نشست بدست آمده در تحلیل اولیه مطابق نمودار ظرفیت باربری مربوطه اصلاح و تحلیل مجدد انجام دهد.

2-4-6- مدول عکس العمل بستر در حالت استاتیک

جهت برآورد مدول عکس العمل بستر می توان از 2 روش استفاده از نتایج آزمایش بارگذاری صفحه یا از روی نمودار تغییرات ظرفیت باربری مجاز و نشست تعیین نمود. مطابق پیشنهاد مرجع مهندسی پی نوشته باولز همچنین نشریه بارگذاری صفحه بر روی خاک و سنگ نرم سازمان برنامه و بودجه کشور (نشریه شماره 736)، در صورتی استفاده از نتایج آزمایش بارگذاری صفحه در تعیین مدول عکس العمل بستر پی های سطحی مجاز است که نسبت عرض پی به قطر صفحه بیشتر از ده نباشد. لذا با توجه به قطر صفحه و ابعاد شالوده های سطحی به ویژه گسترده استفاده از مدول عکس العمل حاصل از نتایج آزمایش بارگذاری صفحه توصیه نمی شود. جهت تعیین مدول عکس-العمل بستر می توان از تقسیم تنش مجاز خاک (q_a) بر مقدار نشست (s) مدول عکس العمل خاک (K_s) استفاده نمود. مدول عکس العمل بستر پی های مربعی، مستطیلی و نواری با نسبت طول به عرض 10 و برای پی های گسترده با ابعاد 10×10 ، 12×20 و 20×20 متر برای عمق استقرار یک متر در جداول 6-1 الی 6-3 ارائه شده است. توصیه می گردد حداکثر مدول عکس العمل بستر به 4 کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب محدود گردد.

جدول 6-1. مدول عکس العمل بستر پی نواری برای عمق یک متر- ناحیه یک

$B(m)$	$K_s(kg/cm^3)$
	$L/B=10$
0.5	2.77
1.0	1.72
1.5	1.35

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 46 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

جدول 6-2. مدول عکس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر- ناحیه 2

$B(m)$				
	$L/B=1$	$L/B=2$	$L/B=5$	$L/B=10$
1.0	3.01	2.45	2.20	2.10
2.0	1.94	1.70	1.58	1.54
3.0	1.49	1.35	1.27	1.25
4.0	1.28	1.15	1.07	1.05
5.0	1.21	1.09	1.01	1.00

جدول 6-3. مدول عکس العمل بستر پی گسترده برای عمق یک متر- ناحیه 2

$B \times L (m)$	$S (cm)$	مدول عکس العمل بستر پی گسترده (kg/cm^3)		
		گوشه پی	لبه پی	وسط پی
12×20	5.0	2.76	1.38	0.69
10×10	5.0	3.12	1.56	0.78
20×20	5.0	2.28	1.14	0.57

3-4-6- مدول عکس العمل بستر در حالت بارگذاری فوق العاده (بارگذاری زلزله)

در بارگذاری زلزله به علت اعمال بارهای برگشت پذیر در زمان های کوتاه کرنش های خاک در محدوده کرنش های کوچک (10^{-4} تا 10^{-6}) بوده و خاک رفتار سخت تری از خود نشان می دهد. در این حالت میزان سختی خاک با استفاده از آزمایش های آزمایشگاهی نظیر ستون تشدید و سه محوری سیکلیک و همچنین آزمایش های صحرایی مرتبط تعیین می گردد. در غیاب آزمایش های فوق می توان از روش پیشنهادی در نشریه 360 سازمان برنامه و بودجه کشور استفاده نمود. روش محاسبه مدول عکس العمل بستر در حالت بارگذاری فوق العاده (زلزله) به شکل کامل در بند 4-4-2-1-1 نشریه مذکور (نشریه 360) اشاره شده است.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 47 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فصل 7- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایدارسازی گود

7-1- بررسی فشار محرک و مقاوم خاک

مقدار فشار وارده از سوی خاک به پشت یک دیوار تابعی از جابجایی و سیستم استاتیکی دیوار و مشخصات فنی خاک و دیوار می باشد. تغییر فشار خاک در اثر تغییر رطوبت برای سازه هایی که در خشکی قرار دارند نیز مطرح است. تغییرات رطوبت باعث تغییر وزن مخصوص خاک و نهایتاً مقدار فشار وارده بر دیوار می گردد. علاوه بر مطالب بالا، تغییرات سطح آب زیرزمینی در جلو و پشت دیوار نیز باعث تغییر فشار آب و خاک وارده بر دیوار می شود. نحوه توزیع فشار محرک و مقاوم پشت دیوار به صورت خطی تابعی از عمق نقطه موردنظر از سطح خاکریز می باشد که از روابط زیر قابل محاسبه است:

$$P_p = K_p \cdot (\gamma \cdot h + q) + 2c\sqrt{K_p}$$

$$P_a = K_a \cdot (\gamma \cdot h + q) - 2c\sqrt{K_a}$$

در روابط فوق:

K_p و K_a : ضرایب فشار جانبی خاک
 P_a : فشار محرک وارد بر دیوار بر حسب t/m^2
 γ : وزن مخصوص طبیعی خاک به واحد t/m^3
 q : سربار قائم بر حسب t/m^2
 P_p : فشار مقاوم وارد بر دیوار بر حسب t/m^2
 h : تراز نقطه اعمال فشار P_a از سطح زمین به متر

7-2- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت استاتیکی

مقادیر ضرایب فشار محرک و مقاوم خاک (K_p و K_a) به روش کولمب برای دیوار با وجه پشتی قائم و خاکریز با سطح افقی در جدول 7-1 و فرمول های محاسبه ضرایب فشار محرک (K_a) و مقاوم (K_p) در پیوست 7 آورده شده است.

برای تعیین مؤلفه افقی ضرایب فشار محرک و یا مقاوم خاک باید اعداد حاصله در $\cos(\delta + \alpha)$ ضرب شود. α زاویه شیب دیوار نسبت به افق، β زاویه شیب سطح خاکریز پشت دیوار نسبت به افق و δ زاویه اصطکاک بین خاک و دیوار می باشد که مقدار آن (δ) در جهت اطمینان برابر صفر در نظر گرفته می شود.

7-3- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله)

ضرایب فشار محرک و مقاوم در هنگام زلزله به دلیل بوجود آمدن نیروهای اینرسی در امتدادهای قائم و افقی از روابط ارائه شده در پیوست 7 که به روابط مونونوبه-آکابه معروف می باشند، محاسبه می گردند. این روابط در واقع بسط رابطه کولمب با در نظر گیری اثرات ناشی از شتاب های شبه استاتیکی بر گوه کولمب در حالت محرک یا مقاوم می باشد.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 48 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

مطابق نشریه شماره 308 سازمان برنامه و بودجه کشور (بازنگری اول- سال 96) برای محاسبه ضریب فشار جانبی در شرایط زلزله به صورت استاتیکی، توصیه شده که مقدار ضریب زلزله افقی به صورت $K_h = a \cdot A$ در نظر گرفته شود. ضریب a با توجه به کنترل تغییر شکل افقی سازه حائل قابل تعیین می باشد. این مقدار بین $0.5 A$ (دیوارهای انعطاف پذیر مانند دیوارهای طره ای) و $1.0 A$ (دیوارهای صلب با قابلیت جابجایی محدود مانند دیوارهای زیرزمین) متغیر است. A شتاب مبنای طرح می باشد. توصیه می شود در هنگام استفاده از ضرایب فشار مقاوم در حالت استاتیکی و دینامیکی متناسب با شرایط بارگذاری کوتاه مدت یا بلند مدت ضریب ایمنی مناسبی اعمال شود. مطابق رابطه زیر، زاویه θ محاسبه می گردد:

$$\theta = \tan^{-1} \left[\frac{K_h}{1 - K_v} \right]$$

در محاسبات ارائه شده $\delta=0$ (زاویه اصطکاک بین دیوار و خاک) فرض گردیده است. لازم بذکر است مقدار زاویه δ بر اساس معیارهایی مانند جنس مصالح پر کننده، تراکم لایه های خاکریز و نحوه اجرای دیوار در حین ساخت قابل تعیین می باشد و باید مشاور محترم بر اساس موارد فوق نسبت به مشخص نمودن آن اقدام نماید. به منظور عملکرد بهتر دیوار حائل توصیه می شود جهت پر کردن پشت دیوار از مصالح درشت دانه در رده خاک های GP, GW یا SW و SP استفاده شود. همچنین تعبیه مجاری زهکشی طولی در پشت دیوار ضروری می باشد تا از تجمع آب و نتیجتاً افزایش فشار وارده به دیواره های حائل جلوگیری به عمل آید. در جدول 1-7، ضرایب فشار جانبی خاک در حالات مقاوم، محرک و سکون در محل بسته ی $W-046$ در هر 2 ناحیه با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز دانه ای ارائه شده است. در شرایط زلزله عملکرد کوتاه مدت لایه های رسی ملاک بوده و با توجه به اینکه زاویه اصطکاک داخلی خاک در این حالت نزدیک صفر می باشد؛ ضرایب فشار جانبی خاک در حالت زلزله معادل یک خواهد بود.

جدول 1-7. ضرایب فشار جانبی برای لایه های خاک طبیعی با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز دانه ای

مقادیر عددی ضرایب فشار جانبی $\Phi = 30^\circ$ برای لایه خاکریز درشت دانه	علامت مشخصه	ضرایب فشار جانبی
0/50	K_0	ضریب فشار جانبی سکون
0/33	K_a	ضریب فشار جانبی محرک در حالت استاتیکی
3/00	K_p	ضریب فشار جانبی مقاوم در حالت استاتیکی

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 49 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

7-4- گودبرداری و پایداری شیب

جهت هرگونه گودبرداری قائم موقت در محدوده پروژه و در بالای سطح آب می توان از گودهای با دیواره قائم تا حداکثر عمق ایمن با توجه به رابطه زیر و در شرایط بدون سربار نزدیک گود استفاده کرد:

$$H_c = c \frac{N_s}{\gamma} H_a = \frac{H_c}{F.S.}$$

در معادله فوق داریم:

$$H_c = \text{حداکثر عمق گودبرداری قائم محاسباتی} \quad H_a = \text{حداکثر عمق گودبرداری قائم مجاز}$$

$$c = \text{چسبندگی زهکشی نشده} \quad N_s = \text{فاکتور پایداری}$$

$$F.S. = \text{ضریب اطمینان} \quad \gamma = \text{وزن مخصوص خاک}$$

با در نظرگیری عمق خاکبرداری، شرایط خاک طبیعی محل و با در نظر گرفتن ضریب اطمینان ($F.S.=1.5$) در صورت وجود ساختمان و هرگونه سربار، خاکبرداری قائم می بایست در فاصله ایمن حداقل 1/5 برابر عرض پی این سازه ها و عوارض انجام پذیرد. شیب مجاز خاکبرداری، در موقعیت W-046 در هر 2 ناحیه برای لایه های خاک تا عمق حداکثر یک متری در گمانه های ماشینی ($BH-FL-18$, $BH-WH-2$ ، $BH-FL-23$ ، $BH-FL-25$ و $EL-16$ الی $EL-20$) در محدوده میدان نفتی بینک بدون در نظر گرفتن اثر سربار سازه های مجاور، آب های جاری، اثر زلزله و با توجه به شرایط لایه های بستر به صورت قائم در کوتاه مدت برآورد شده است ولی در دراز مدت به دلیل کاهش قفل و بست میان ذرات، اثر هوازدگی همچنین تر و خشک شدن متوالی لایه ها، توصیه می شود عملیات محافظت بدنه ترانشه در نظر گرفته شود. پس از گذشت مدتی از گودبرداری به دلیل اثر هوازدگی، نفوذ رطوبت و کاهش قفل و بست میان ذرات، وقوع ریزش های موضعی محتمل می باشد. در دراز مدت با توجه به شرایط لایه های بستر، شیب مجاز خاکبرداری تا عمق حداکثر یک متری به صورت 75-80 درجه برآورد می شود و در لایه یک متری سنگی اگرچه شیب پایدار آن در کوتاه مدت به صورت قائم می باشد لیکن به دلیل وجود درز و شکاف در این لایه و در طول مسیر، احتمال روی دادن ریزش های موضعی وجود دارد. لذا لازم است پس از این مدت نسبت به کاهش شیب مجاز در صورت عدم احداث سازه نگهدارنده، اقدام گردد. برای پایداری درازمدت شیب های مذکور باید حفاظت های سطحی برای جلوگیری از رسوخ آب و شسته شدن لایه ها صورت گیرد، در غیر این صورت احتمال وقوع ریزش به صورت کلی و موضعی در ترانشه ها، در درازمدت وجود دارد.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 50 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

5-7- روش های پایداری گود

برای پایداری گود و گودبرداری در حال حاضر از روش های گوناگونی بهره جسته می شود که البته همه آنها اصولی نبوده و نیاز به بررسی دقیق دارند. روش هایی که در زیر به آنها اشاره می شود، روش هایی هستند که در برخی از پروژه های مهم مورد استفاده قرار گرفته اند. تعدادی از این روش ها فقط در پروژه های خاص کاربرد داشته و در پروژه های کوچک توجیه اقتصادی ندارند.

1-5-7- روش دیوار برلنی

در این روش برای مهار حرکت و رانش خاک با تمهیدات خاصی از خاک های اطراف استفاده می شود. ابتدا در حاشیه زمینی که قرار است درون آن گودبرداری شود، به فواصل معین چاه هایی حفر گشته پروفیل های I شکل درون آن قرار داده می شوند به منظور تامین گیرداری، انتهای این پروفیل ها به مقدار 0/25-0/35 ارتفاع گود به پائین تر از رقوم کف گود ادامه یافته سپس با بتن ریزی در محل خود کاملاً مستقر می شوند. پس از استقرار پروفیل ها عملیات گودبرداری آغاز می شود. بین پروفیل های فوق پانل های بتنی کار گذاشته می شود برای جلوگیری از ریزش خاک در بدنه گود چاهک هایی به قطر مناسب حفر و درون آن یک یا چند میلگرد قرار داده می شود. سپس در آن بتن تزریق می شود. در نهایت پانل های بتنی باروش خاصی به میلگردهای مذکور متصل می شوند. طول این چاهک ها با توجه به نوع خاک و پارامترهای فیزیکی و مکانیکی آن تعیین می گردد و در حدود 5-10 متر است.

• معایب:

به دلیل قرارگیری در حریم ملک های مجاور، در سطح شهر نمی توان از این روش بهره گرفت.
به دلیل این که عملیات حفاری به صورت مرحله ای انجام می شود عملیات گودبرداری نیاز به زمان زیادی دارد.

2-5-7- روش انکراژ (Anchoring):

در این روش حفاری به صورت مرحله ای و از بالا به پائین انجام می شود. در هر مرحله به کمک دستگاه های حفاری ویژه ای چاهک های افقی یا مایل درون جداره گود اجرا می شود. سپس درون چاهک حفر شده کابل های مخصوصی قرار داده و انتهای آن با عمل تزریق کاملاً در خاک مهار می گردد. پس از آن کابل های مذکور توسط جک های ویژه با نیروی مشخصی کشیده و با اتصالات ویژه ای در جداره گود مهار می شوند. در نهایت نیز درون چاهک ها تزریق شده و بعد از گیرش آن مرحله بعدی حفاری آغاز می شود. مقداری که در هر پله خاکبرداری می شود بستگی به نوع خاک و فاصله چاهک ها دارد و معمولاً می توان آن را بین 2-3 متر اختیار کرد.

• معایب:

D01

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 51 از 62
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

- علاوه بر دارا بودن معایب روش میخکوبی به دلیل استفاده از تجهیزات ویژه حفاری هزینه عملیات حفاری بالا خواهد بود.



- مزایا:
- به علت آنکه عملیات تزریق در خاک صورت می گیرد خواص خاک بهبود پیدا می کند.
- با اجرای این سیستم از خود خاک برای مهار نیروی رانشی استفاده می شود.
- از این روش برای گودبرداری های طویل با عمق کم می توان به خوبی بهره گرفت.

3-5-7- روش میخکوبی (Nailing)

این روش مشابه روش انکراژ است با این تفاوت که المان های قائم اجرا نمی شوند. در سیستم میخکوبی پس از اجرای سوراخ های افقی یا مایل میلگردهای محاسبه شده در آن تعبیه و دوغاب به درون آن تزریق می گردد. سپس با آرماتور بندی بدنه دیواره و انجام عملیات بتن پاشی، آرماتورهای افقی اجرا شده محکم می شوند. اجرای نوارهای زهکش پشت صفحه بتنی جهت انتقال و کاهش فشار آب نفوذی الزامی است. این فرآیند در هر مرحله خاکبرداری به عمق 2 الی 3 متر تا انتها تکرار می شود.

- مزایا:
- اثرات تخریب زیست محیطی آن به مراتب از سایر روش ها کمتر است.
- به خصوص در مقایسه با روش های مهار بندی فضای کمتری از کارگاه را اشغال می کنند.
- قابلیت نصب نسبتا سریع و همچنین نیاز به مصالح سازه ای کمتری نسبت به روش میل مهار دارد.
- قابلیت انعطاف پذیری دیوارهای میخکوبی شده بالا است، به نحوی که سیستم خود را با نشست های اختلافی و کلی نسبتا بزرگ منطبق می نمایند.

هزینه شاتکریت Facing (جبهه کار) در آن به مراتب کمتر از هزینه سیستم های Facing در سایر روش ها است.

- معایب:
- به منظور اجرای این سیستم نیاز به افراد متخصص و باتجربه است.
- در شرایطی که کنترل دقیق تغییر شکل لازم است، این روش مناسب نمی باشد. این تغییر شکل ها می تواند با ایجاد پیش کشش کاهش یابد ولی هزینه اجرای آن نسبتا بالا است.
- نفوذ به زمین مجاور نیازمند اخذ مجوز می باشد.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 52 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

4-5-7- روش دیوار دیافراگمی (Diaphragm wall):

در این روش به کمک دستگاه های ویژه ای ابتدا در محل محور دیواره نگهبان حفاری انجام و به طور همزمان برای جلوگیری از ریزش خاک درون آن با گل بنتونیت و سیمان پر می شود بعد از اتمام خاکبرداری قفسه آرماتورها درون شیار قرار داده و درون آن با بتن پلاستیک پر می شود دیواره حاصل برابر بوده و می توان از آن به عنوان دیوار حائل نیز استفاده کرد.

• مزایا:

این روش دارای سرعت قابل ملاحظه ای است و از درجه اطمینان بالایی نیز برخوردار می باشد. دیوار حائل همزمان با دیوار نگهبان احداث می شود.

از این روش به خوبی می توان برای حفاری هایی که طول زیادی دارند استفاده کرد.

• معایب:

هزینه این روش بسیار زیاد است و در حجم کم گودبرداری مقرون به صرفه نیست.

چون دستگاه حفاری نیاز به فضای کار دارد لذا در محل هایی که دارای محدودیت جانبی هستند به سختی کار می کند.

هزینه اجرایی این روش در مقایسه با روش های دیگر بالاتر و در مواردی خارج از محدوده قابل قبول است.

4-5-7- روش مهار متقابل:

در این روش ابتدا چاهک هایی در فواصل معین، در دو طرف گود حفر و در درون این چاهک ها پروفیل H قرار داده می شود. می توان برای تثبیت بیشتر این پروفیل ها درون چاهک را با ملات سبک پر کرد. سپس عملیات گودبرداری بصورت قائم انجام می گیرد و به منظور مهار نیروی رانشی خاک در فواصل معینی بین دو طرف گود تیرهایی در بین پروفیل های عمودی قرار داده می شود در صورتی که خاک خیلی ریزشی باشد باید بین اعضا قائم الوارهای چوبی قرار داد.

• مزایا:

این روش یکی از روش های خوب و مطمئن برای گودبرداری هایی است که عرض گودبرداری کم و در ضمن سطح خاک در دو طرف گود یکسان باشد.

این روش بسیار سریع است.

این روش اقتصادی است.

• معایب:

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 53 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

از این روش می توان برای عرض های گودبرداری کم و حداکثر تا 10 متر استفاده کرد در صورت زیاد بودن عرض گود باید بین تیرهای افقی مهار بندی شود که باعث می شود فضای کار محدود شود این روش اختصاصاً برای کانالهای مختلف بسیار مناسب است.

6-5-7- روش اجرای شمع درجا:

در این روش در پیرامون زمینی که قرار است گودبرداری شود شمع های بتنی درجا در فواصل معینی نسبت به یکدیگر اجرا می شود این شمع ها فشار جانبی خاک را بصورت تیر یکسر گیردار تحمل می کنند. طول گیرداری لازم برای شمع ها را می توان $0/3 H$ در نظر گرفت (H ارتفاع گودبرداری است) بعد از اجرای این شمع ها، می توان عملیات گودبرداری را آغاز و بصورت قائم گودبرداری کرد.



• مزایا:

شمع های اجرا شده به عنوان دیوار حائل نیز عمل می کنند.
سرعت عملیات بالاست.

• معایب:

در صورتی که ارتفاع گودبرداری زیاد باشد، فواصل شمع ها کم و قطر لازم برای شمع زیاد خواهد بود با توجه به مطالعات اولیه انجام گرفته از این روش می توان برای گودبرداری تا 5 متر بخوبی بهره گرفت.
برای گودبرداری و پایداری سازی آن در تمامی نواحی و برای تمام ساختمان ها مخصوصاً ساختمان های مسکونی باید طرحی در نظر گرفته شود که روش اجرای آن آسان بوده قابلیت انعطاف بیشتری داشته باشد.
در شکل 1-7 و 2-7 تصاویری از اجرای سازه های نگهدارنده در گودبرداری نشان داده شده است.



شکل 7-1- تصاویری از سازه های نگهدارنده جهت گودبرداری (روش اجرای شمع و خرپا)

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 54 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01



شکل 7-2 - تصاویری از سازه های نگهدارنده جهت گودبرداری (روش نیلینگ و دیوار برلنی)

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 55 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فصل 8- جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی

8-1- جمع بندی و نتیجه گیری

- محدوده مورد مطالعه به شرح زیر است:

شامل 14 گمانه ماشینی به عمق حداکثر 15 متر و در سه بخش تاسیسات سرچاهی (WH-BH-2)، مسیر خط لوله جریان (BH-FL-18 الی BH-FL-25) و مسیر برق رسانی (EL-16 الی EL-20) می باشد.

ناحیه یک: شامل گمانه های ماشینی BH-FL-18 الی BH-FL-23 و BH-FL-25 می باشد. در این ناحیه در بعضی از گمانه های ماشینی بعد از عبور از لایه سطحی خاک ریز دانه رس با پلاستیسیته کم و خاک درشت دانه همراه با رس و سیلت در ادامه توالی لایه های سنگ رس (ClayStone) و مارن (Marl) مشاهده شده است.

ناحیه 2: در این ناحیه گمانه ماشینی BH-WH-2 بعد از گذر از خاک سطحی به ضخامت تقریبی 0/2 متر تا عمق 3 متری خاک ریز دانه رس با پلاستیسیته کم و در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی لایه های سنگ رس (ClayStone) و مارن (Marl) مشاهده شده است.

در گمانه ماشینی BH-EL-24 خاک دستی تا عمق انتهایی حفاری، مشاهده شده است.

حین انجام عملیات حفاری گمانه های ماشینی بسته ی W-046 تا عمق حداکثر 15 متر، سطح آب زیرزمینی مشاهده نشده است. . نظر به این که گذر زمان و تغییرات شرایط جوی در فصول مختلف سال می تواند منجر به تغییر در سطح آب ایستابی در محدوده پروژه شود، ضروری است تراز آب زیرزمینی پیش از شروع عملیات عمرانی و در حین آن به طور دقیق بررسی شود.

- نظر به اینکه در گمانه های ماشینی این سایت تراز آب زیرزمینی مشاهده نشده است. مطابق با آیین نامه به علت بالا بودن ضربات SPT، وقوع روانگرایی محتمل نمی باشد.
- جهت تعیین ضرائب زلزله، از ویرایش چهارم آئین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد 2800)، استفاده شده است. مطابق این آئین نامه، محل پروژه در محدوده با خطر نسبی زیاد قرار دارد که شتاب مبنای طرح معادل 0/3g معرفی شده است. براساس نتایج آزمایشات صحرایی SPT و بررسی های لایه های مشاهده شده در محل، آیین نامه ی استاندارد لرزه ای 2800 خاک منطقه مورد مطالعه در از نوع II می باشد.

8-2- توصیه فنی

- در اجرای شالوده ها می بایست کلیه اصول فنی از جمله اجرای صحیح درزهای اتصال سازه ای، مسطح بودن تراز شالوده در هنگام بتن ریزی، رعایت پوشش لازم بتنی و سایر موارد ایمنی رعایت شود. در محل هایی که جهت قرار گرفتن شالوده گودبرداری می گردد، متراکم نمودن خاک ضرورتی ندارد ولیکن لازم است قبل از



 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 56 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

بتن ریزی شالوده، بتن مگر (Lean Concrete) به ضخامت حداقل 10 سانتیمتر در سریع ترین زمان بر روی سطح خاکبرداری شده ریخته شود.

- میزان نفوذپذیری در لایه های خاک متراکم و سنگ مشاهده شده در گمانه های ماشینی بسته ی W-046 ناچیز و در حدود 10^{-7} الی 10^{-9} سانتیمتر بر ثانیه می باشد. لازم به ذکر است به دلیل تراکم بالای لایه های خاکی و لایه های سنگی انجام آزمایش نفوذپذیری مقدور نمی باشد و برای دستیابی به این پارامتر باید آزمایشات صحرایی و در محل انجام شود.

- به منظور جلوگیری از اثر فرسایشی رطوبت بر خاک زیر شالوده توصیه می گردد شیب بندی اطراف شالوده- ها به نحوی اجرا شود که از تجمع و نفوذ آب های سطحی به زیر شالوده جلوگیری شود و چنانچه احتمال نفوذ آب از بالادست وجود دارد با طرح زهکش های مناسب از نفوذ آب به محدوده شالوده جلوگیری شود.
- محاسبات عمق یخبندان در گزارش هیدرولوژی ارائه شده است.
- لایه خاک سطحی به ضخامت حداکثر 50 سانتیمتر (در گمانه ماشینی BH-FL24 به عمق 3 متر) در محل بعضی از گمانه های ماشینی مشاهده شده است. ضخامت این لایه خاک در پیمایش طولی گمانه های ماشینی در پیوست 1-2 ارائه شده است.

- لایه زیر اساس معمولاً اولین قشر است که روی بستر آماده شده روسازی راه قرار می گیرد. مصالح مصرفی برای زیراساس شنی از بستر رودخانه ها، مسیل های قدیمی، تپه های شن و ماسه ای یا واریزه ها و برای زیر اساس سنگی از سنگ های استخراج شده از معادن سنگ یا قلوه سنگ های طبیعی که در سنگ شکن شکسته شده و سپس سرند می شوند به دست می آید این لایه باید دارای مشخصات فنی زیر باشد:

- الف: دانه بندی مصالح مصرفی که به روش آشتو T27 تعیین می گردد باید در محدوده یکی از دانه بندی های داده شده در جدول شماره 1-8 باشد:

- جدول 1-8. دانه بندی مصالح زیراساس شنی و سنگی*

درصد وزنی رد شده از هر الک				نوع دانه بندی
IV	III	II	I	
-	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)
۱۰۰	-	۱۰۰-۹۰	-	۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)
۱۰۰-۹۰	۹۵-۷۵	۹۰-۷۵	۸۰-۷۵	۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
۷۵-۴۰	۷۰-۴۰	۶۵-۳۰	۶۵-۳۰	۹/۵ میلیمتر (۰.۶ اینچ)
۶۰-۴۰	۶۰-۳۰	۶۰-۳۰	۵۵-۲۵	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۴۸-۲۸	۴۵-۲۰	۵۰-۲۰	۴۰-۱۵	۲ میلیمتر (شماره ۱۰)
۲۸-۱۴	۳۰-۱۵	۳۰-۱۰	۲۰-۸	۰/۴۲۵ میلیمتر (شماره ۴۰)

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 57 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

۰۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)*	۸-۲	۱۲-۳	۱۲-۵	۱۲-۵
---------------------------	-----	------	------	------

*: انواع دیگر مصالح زیراساس در نشریه 101 سازمان برنامه و بودجه کشور ارائه شده است.

- ب: حد روانی و دامنه خمیری مطابق آزمایش های آشتو، T_{89} و T_{90} ، نباید به ترتیب از 25 درصد و 6 درصد تجاوز نماید.
- پ: ارزش ماسه ای مطابق آزمایش آشتو TI_{76} نباید از 25 درصد کمتر باشد.
- ت: درصد سایش به روش لس آنجلس (آشتو T_{96}) نباید از 50 تجاوز نماید.
- ث: تحمل باربری مصالح که با روش TI_{93} یا $ASTM D1883$ در آزمایشگاه بر روی نمونه هایی که با تراکم 100 درصد و به روش آشتو TI_{80} طبقه D انجام می شود، نباید از 30 درصد کمتر باشد.
- برای هر پروژه نوع مصالح لایه اساس باید در دفترچه مشخصات فنی خصوصی قید شود. مصالح تهیه شده باید بدون مواد آلی و گیاهی بوده و از سنگدانه های سخت و مقاوم تشکیل شده باشند. مشخصات فنی این مصالح به شرح زیر است:
- الف: دانه بندی مصالح مصرفی باید با یکی از دانه بندی های مندرج در جدول 2-8 مطابقت نموده و پیوسته و یکنواخت باشد.
- ب: حد روانی و دامنه خمیری مطابق آزمایش های آشتو، T_{89} و T_{90} ، نباید به ترتیب از 25 درصد و 4 درصد تجاوز نماید.
- پ: ارزش ماسه ای بر اساس آزمایش آشتو TI_{76} نباید از 40٪ کمتر باشد.
- ت: حداقل 75 درصد مصالح مانده روی الک 4/75 میلیمتر (شماره 4) باید در دو جبهه شکسته شده باشد (شکستگی طبیعی ملاک عمل نمی باشد).
- ث: درصد سایش مصالح به روش لس آنجلس (آشتو T_{96}) نباید از 45٪ تجاوز نماید.
- ج: درصد افت وزنی مصالح با آزمایش آشتو TI_{04} و با سولفات سدیم در پنج نوبت نباید از 12٪ تجاوز نماید.
- چ: تحمل باربری مصالح (CBR) که با روش $ASTM D1883$ و با تراکم آزمایشگاهی آشتو TI_{80} اندازه گیری می شود نباید از 80٪ کمتر باشد.
- ح: حداکثر ضریب تورق مصالح با روش $BS812$ نباید از 35٪ تجاوز نماید.
- خ: درصد دانه های پولکی و سوزنی موجود در مصالح درشت دانه نباید مجموعاً از 15 درصد تجاوز نماید. دانه های سوزنی و پولکی به سنگدانه هایی با ابعاد بیشتر از 9/5 میلیمتر اطلاق می شود که نسبت درازا به متوسط ضخامت سنگدانه از 5 تجاوز نماید.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 58 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

- جهت آماده سازی و تسطیح بستر می توان به نشریات و استانداردهای رایج کشور از جمله نشریه 101 سازمان برنامه و بودجه کشور و مبحث هفتم مراجعه نمود. لیکن در حالت کلی و به صورت خلاصه، روش آماده سازی برای پی ریزی به شرح زیر پیشنهاد می گردد:
- الف) قبل از تسطیح و آماده سازی اراضی برای پی ریزی، باید ترازهای طبیعی زمین با روش های مناسب نقشه برداری، برداشت شود.
- ب) پس از نقشه برداری باید نقشه تسطیح تهیه شود. نقشه تسطیح باید با توجه به تراز زمین های مجاور و شیب لازم برای زهکشی، تراز پی ها و عمق مدفون آنها، طراحی گردد.
- ج) چنانچه میزان خاک نباتی موجود در خاک زیر پی بیش از 3 درصد باشد، لازم است تا قبل از احداث پی و در مراحل آماده سازی ساختگاه، خاک فوق برداشته شود.
- د) اگر تسطیح اراضی با خاکریزی همراه است، اجرای خاکریز مهندسی در لایه های کم ضخامت و انجام عملیات تراکم با مشخصاتی که طراح مشخص می کند، ضروری است.
- ه) تخمین نشست خاکریز مهندسی در اثر وزن خودش، افزون بر نشست طبیعی زمین بر اثر وزن خاکریز و سازه ضروری است.

جدول 8-2. دانه بندی مصالح اساس*

درصد وزنی رد شده از هر الک					شماره الک نوع دانه بندی
I	II	III	IV	V	
100	100	100	-	-	50 میلیمتر (2 اینچ)
100-95	-	-	100	-	37/5 میلیمتر (1/5 اینچ)
80-60	85-70	95-75	100-70	100	25 میلیمتر (1 اینچ)
92-70	80-60	-	90-60	-	19 میلیمتر (0/75 اینچ)
70-50	65-30	75-40	75-45	85-50	9/5 میلیمتر (0/375 اینچ)
55-35	55-25	60-30	60-30	65-35	4/75 میلیمتر (شماره 4)
-	40-15	45-20	50-20	50-25	2 میلیمتر (شماره 10)
25-12	-	-	-	-	0/6 میلیمتر (شماره 30)
-	20-8	30-15	30-10	30-15	0/425 میلیمتر (شماره 40)
8-2	8-2	8-2	8-2	8-2	0/075 میلیمتر (شماره 200)*

*: انواع دیگر مصالح اساس در نشریه 101 سازمان برنامه و بودجه کشور ارائه شده است.

- (و) احداث سازه سنگین بر روی خاکریز متشکل از خاک رس و لای یا ماسه ریزدانه مجاز نیست.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 59 از 62
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

- (ز) در تسطیح ارضی باید به زهکشی سطحی و زیرسطحی توجه شود. مسیرهای ورود آب به زمین باید تعیین گردد و زهکش مناسب در امتداد عمود بر مسیر آب احداث شود.
- (ح) اگر عمق قسمت خاکریز پرکننده کمتر از 30 سانتیمتر باشد، نیازی به گزارش تایید شده نمی باشد و رسیدن به حداقل درصد تراکم بدست آمده از آزمایش پروکتور اصلاح شده مطابق با آیین نامه های معتبر کافیهست.
- (ط) اگر طراح قصد دارد پی را بر روی زمین متراکم شده بنا کند، لازم است مشخصات فنی روش کار را تعیین و سپس پیمانکار آنها را زیرنظر دستگاه نظارت انجام دهد.
- (ی) شیب دار کردن سایت به منظور خروج آب های سطحی نیز ضروری می باشد.

(ک) در ارتباط با لایه های موجود در محل، با توجه به وجود لایه های رسی و سیلتی که دارای قابلیت تغییر حجم در مواجهه با آب هستند استفاده از آنها برای خاکریزهای غیر باربر در صورتی مجاز است که در طول عمر مفید ساختمان احتمال رسوخ آب به داخل آنها وجود نداشته باشد. در غیر این صورت لازم است لایه های مذکور با سیمان یا آهک تثبیت گردند.

- با توجه به قرارگیری محل پروژه در سواحل خلیج فارس و نتایج آزمایش شیمیایی، براساس جدول 9-پ1-1 و ضوابط طرح مخلوط و خواص بتن برای شرایط محیطی در سواحل جنوبی کشور مبحث نهم مقررات ملی ساختمان همچنین بر مبنای آیین نامه بتن ایران - آبا (نشریه 120-1400) سازه های بتن آرمه موجود، در رده سازه های بتنی در معرض نمک های زیاد موجود در هوا و بدون تماس مستقیم با آب دریا یا پاشش و مشابه سازه های نزدیک ساحل قرار دارند. در صورت رعایت حداقل ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها و استفاده از مواد افزودنی شیمیایی و معدنی مناسب و اتخاذ سایر تدابیر حفاظتی ویژه به منظور افزایش پایداری بتن، سازه های بتن آرمه موجود، در رده سازه های بتنی در معرض نمک های کم موجود در هوا و مشابه سازه های دور از ساحل قرار می گیرند. با فرض استفاده از کاور و پوشش سطحی مناسب، پیشنهاد می گردد از سیمان پرتلند نوع II با مواد پوزولانی یا سرباره یا سیمان های آمیخته با حداقل مقدار مواد سیمانی 300 kg/m^3 (نسبت آب به سیمان نباید از 0/55 تجاوز کند) و حداقل رده ی بتن (مقاومت مشخصه) C25 استفاده شود. در نهایت نیز طرح اختلاط مصوب توسط شرکت ذی صلاح با در نظر گرفتن کلیه توصیه های آیین نامه جهت اجرای بتن با مقاومت مشخص باید در نظر گرفته شود. لازم است تا جهت انتخاب سیمان مناسب در بتن ریزی ها، موارد ذکر شده در آیین نامه بتن ایران (بتن ریزی در مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان) و سایر نشریات و دستورالعمل های مرتبط با این امر در سواحل جنوبی کشور مانند نشریات 428 و 434 سازمان تحقیقات مسکن و شهرسازی مدنظر قرار داشته باشد. تعیین مقاومت

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 60 از 62
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

بتن برای استفاده در طراحی های سازه ای از مشخصه های طراحی سازه و در اختیار طراح سازه است. مهندس مشاور ژئوتکنیک بر اساس نتایج آزمایشات شیمی و مقادیر حداقل درج شده در استانداردهای موجود، می تواند پیشنهاد نماید. لذا اعلام دقیق مقاومت بتن در صلاحیت مهندس طراح سازه است.

• روش های عمومی تثبیت بستر راه ها:

کیفیت خاک بستر، میزان تحمل باربری، حساسیت و آسیب پذیری آن در برابر عوامل جوی در انتخاب لایه های روسازی نقش تعیین کننده دارد. در اثر عبور بارترافیکی کرنش های فشاری قائم در بالای بستر روسازی ایجاد می شود، هرگاه مقدار این کرنش ها از مقدار مجاز بزرگتر باشد می تواند منجر به شیار افتادگی در روسازی شود. به منظور اصلاح و بهبود خواص فیزیکی و مهندسی خاک ها به روش های گوناگون تثبیت بستر راه ها امکان پذیر است. بستر روسازی راه، سطح لایه متراکم شده خاکریزها، برش ها و یا زمین طبیعی موجود و یا اصلاح شده است. این بستر طبق مشخصات و شرایط لازم آماده شده و اولین قشر روسازی راه روی آن قرار می گیرد. بستر روسازی، که نهایتاً پی روسازی راه محسوب می شود، کلیه بارهای وارده ناشی از جسم روسازی و وسایل نقلیه روی آن را تحمل می کند. برخی از خاک ها به علت مشخصات فنی نامطلوب و یا دارا بودن مقادیر قابل توجهی رس یا لای برای عملیات راه سازی نامناسب محسوب می شوند. اینگونه خاک ها به دلیل حساسیت و ناپایداری در برابر رطوبت، مقاومت کم و تراکم پذیری مشکلات فراوانی را از نظر فنی و اقتصادی در راه سازی ایجاد می کنند و نیازمند تثبیت هستند. به طور کلی تمام خاک هایی که در طبقه بندی آشتو از $A-1$ تا $A-7$ تقسیم بندی شده اند که شامل ماسه و شن با قلوه سنگ، ماسه ریز و ماسه و شن رس دار و یا لای دار می باشد، می توانند برای بستر روسازی راه مناسب باشند. با وجود آن که خاک های گروه $A-4$ تا $A-7$ این طبقه بندی (خاک های رس دار و لای دار)، در شرایط خشک از مقاومت کافی برخوردارند ولی در مناطق پربارش و شرایط اشباع و یخبندان، به ویژه برای ترافیک سنگین، مناسب نبوده و بهتر است با استفاده از مواد تثبیت کننده نظیر آهک، این مصالح را اصلاح و تقویت کرد. بستر روسازی بر حسب اینکه در برش خاکی و یا سنگی، خاکریز، مسیر موجود و یا سطح زمین طبیعی واقع شود باید به روش های مختلف آماده شده و در موارد لازم با مصالح مناسب تقویت گردد. به طور کلی خاک هایی که برای تثبیت بستر روسازی و لایه های زیرسازی مورد استفاده قرار می گیرند طبق مشخصات $ASTM D 4223$ نباید بیش از 25 درصد مصالح مانده روی الک شماره 4 داشته و ارزش ماسه ای آن ها کمتر از 25 درصد نباشد و در عین حال حاصلضرب دامنه خمیری خاک در درصد رد شده از الک شماره 200 از 60 درصد تجاوز نکند.

چنانچه مسیر یک راه از مناطقی که دارای خاک های نامرغوب باشد (طبقه بندی های ذکر شده) عبور کند، در اغلب موارد به تغییر مسیر راه یا تعویض خاک اقدام می گردد، هرگاه به عللی امکان تغییر مسیر راه و یا تعویض

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 61 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

خاک نباشد و یا اینکه هزینه تعویض خاک مقرون به صرفه نباشد باید روش اصلاح و بهبود خاک مورد بررسی قرار گیرد تا چنانچه از نظر فنی قابل توجیه باشد تثبیت بستر راه و خاکریزی انجام گردد.

باتوجه به نوع و مشخصات فنی بستر راهها اصلاح و بهبود خاکها به چند روش انجام می شود:

- ✓ تثبیت خاک و مصالح دانه ای با آهک
 - ✓ تثبیت خاک و مصالح شنی با سیمان پرتلند
 - ✓ تثبیت خاک و مصالح شنی با قیر
 - ✓ تثبیت خاکها با ترکیبی از مواد تثبیت کننده
 - ✓ در این بسته کاری به نظر می رسد خاک سطحی جهت بستر راهها مناسب نمی باشد و توصیه می شود براساس طراحی ترافیک روزانه و نوع مسیر نسبت به تعیین ضخامت خاک نامناسب اقدام شود.
- با در نظرگیری شرایط، روش اصلاح و بهبود بستر راهها مورد بررسی قرار خواهد گرفت. شرح کامل روش های تثبیت لایه های خاکریز و روسازی راهها در نشریه 268 سازمان برنامه و بودجه کشور قابل مشاهده است.

•

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی، خطوط جریانی، و تسهیلات برق رسانی مربوط به موقعیت W046S							
شماره پیمان:	Geotechnical Investigation Report- W046S							شماره صفحه : 62 از 62
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W046S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فصل 9-

پیوست ها

پیوست ۱

تصاویر و مستندات پروژه



FL-13-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-14-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-15-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-16-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-17-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-18-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)

PRJ: طريق نفطي بينك	Run	DEPTH		C.R	R.Q.D		SIZE	R.M
	No	FROM	To		%	%		
B.H. FL-19 Box No 1	1	0.00	0.20	100	-	-	101	Bag → 0.50 1.00
	2	0.20	0.50	100	-	-	101	S.P.T → 0.1.00 1.38
	3	0.50	1.00	100	-	-	101	
	4	1.00	1.50	100	-	-	101	Bag → 0.1.50 2.00
	5	1.50	1.80	100	-	-	101	
	6	1.80	2.50	100	0	0	101	Bag → 0.2.50 3.00
	7	2.50	3.00	100	0	0	101	
D: $\frac{0.00}{10:3.00}$								



FL-19-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)

PRJ: طريق نفطي بينك	Run No	DEPTH		C.R	R.Q.D		SIZE mm	R.M	
		FROM	To		%	%			
B.H. FL-20 Box No 1	1	0.00	0.40	100	-	-	101	Bag → 0.0.50	1.00
	2	0.40	0.80	100	0	0	101	Bag → 0.1.50	2.00
	3	0.80	1.10	100	0	0	101	Bag → 0.2.50	3.00
	4	1.10	1.80	100	0	0	101		
	5	1.80	2.50	100	0	0	101		
	6	2.50	3.00	100	0	0	101		
D: $\frac{0.00}{10:3.00}$									

FL-20-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-21-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-22-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-23-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-24-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-25-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



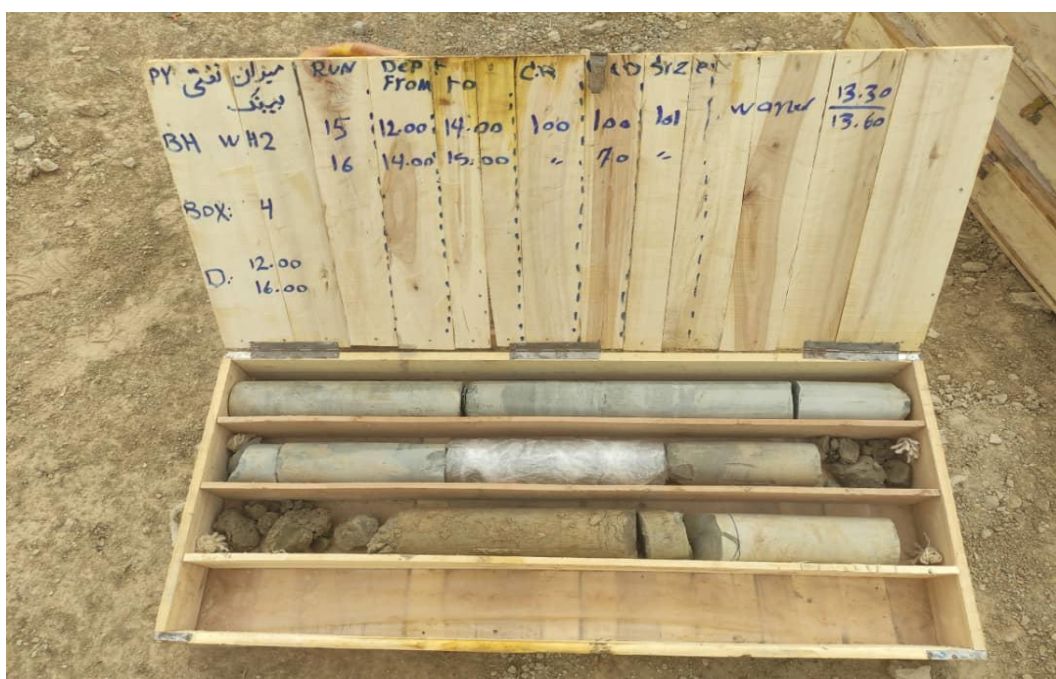
WH-2-CoreBox 1-Depth (0.0-4.0 m)



WH-2-CoreBox 2-Depth (4.0-8.0 m)



WH-2-CoreBox 3-Depth (8.0-12.0 m)



WH-2-CoreBox 4-Depth (12.0-16.0 m)



پیوست ۲

شرح پیمایش طولی گمانه های ماشینی



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-13

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____

AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____

AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 435362 Y: 3293991

AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		Fat Clay, moist, brown, stiff										
		Marl, gray to brown, completely weathered										
			CR	(0)					42	25	17	99
			SS		67/0.10							
2			CR	(0)					41	26	15	95
3		Marl, gray, fresh	UD	(46)					31	21	10	97
			SS		67/0.05							

Bottom of borehole at 3.05 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-14

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____

AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____

AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 435614 Y: 3293562

AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		Sandy Silt, (ML), brown, dry, hard	CR						NP	NP	NP	44
			SS		67/0.05							
2		SiltStone, dark gray, moderately to highly weathered,	CR (65)						NP	NP	NP	11
			SS		67/0.04							
3		SiltStone, dark gray, moderately to highly weathered,	CR (40)						NP	NP	NP	14
			SS		67/0.04							

Bottom of borehole at 3.04 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-15

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NUMBER 589

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

DRILLING METHOD _____

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____

NOTES X: 435881 Y : 3293146

PROJECT NAME Binak

PROJECT LOCATION Booshehr

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

GROUND WATER LEVELS:
AT TIME OF DRILLING ---
AT END OF DRILLING ---
AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		Silty Clay, (CL-ML), light brown, dry, hard										
		Clay Stone, grayish brown, completely weathered	CR	(0)					43	26	17	100
			SS		67/0.05							
2		Clay Stone to Marl, gray, fresh to slightly weathered	UD	(100)					45	26	19	100
			SS		67/0.03							
			UD	(100)					42	25	17	17
3			SS		67/0.04							

Bottom of borehole at 3.04 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-16

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____

AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____

AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 436102 Y: 3292702

AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		Sand, grayish brown, dry to moist, very dense	CR	(0)	67/0.08				NP	NP	NP	39
			SS									
2		highly to moderately sandstone, grayish brown	CR	(70)	67/0.05				NP	NP	NP	23
			SS									
3			CR	(75)	67/0.04				NP	NP	NP	88
			SS									

Bottom of borehole at 3.04 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-17

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____

AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____

AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 436203 Y : 3292213

AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		Silty Sand, (SM), light gray to brown, dry, very dense										
			CR						NP	NP	NP	58
2		SandStone, dark gray, completely weathered	SS		67/0.07							
		SandStone, dark gray, fresh	UD (92)						NP	NP	NP	12
			SS		67/0.03							
3			UD (100)						NP	NP	NP	14
			SS		67/0.03							

Bottom of borehole at 3.03 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-18

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____ PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____ GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____ AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____ AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 436397 Y: 3291754 AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		Fill Material										
		SILTY SAND, (SM) 2.7 % gravel, 51.5 % sand, 45.8 % fines, grayish brown, dry to moist, very dense	CR				1.76	11	NP	NP	NP	46
2		LEAN CLAY WITH SAND, (CL) 2.9 % gravel, 18.2 % sand, 78.9 % fines, grayish brown, dry to moist, hard	SS		67/0.05							
			CR						27	19	8	79
3		SILTY GRAVEL WITH SAND, (GM) 47.7 % gravel, 17.4 % sand, 34.9 % fines, grayish brown, dry to moist, very dense, after 24 hours soaking in water some cemented lumps remained as gravel particles	SS		67/0.07							
			CR				1.90	10	NP	NP	NP	35
			SS		67/0.06							

Bottom of borehole at 3.06 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-19

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____ PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____ GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____ AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____ AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 436654 Y: 3291358 AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		SILTY, CLAYEY SAND, (SC-SM) 12.9%gravel, 44.3%sand, 42.8%finest, brown, dry to moist, very dense	CR				1.80	10	26	19	7	43
2		LEAN CLAY, (CL) 2.8%gravel, 5.2%sand, 92%finest, brown, dry to moist, hard	SPT		16-26-50/0.08							
			CR						40	20	20	92
			SS		67/0.09							
3		LEAN CLAY (completely weathered Marl), (CL) 0.7%gravel, 5.0%sand, 94.3%finest, gray, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(0)			1.87	10	36	24	12	94
			SS		67/0.07							

Bottom of borehole at 3.07 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-20

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____

AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____

AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 436568 Y : 3290941

AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		Fill Material										
		LEAN CLAY (completely weathered Marl), (CL) 0.0%gravel, 1.9%sand, 98.1%finest, light gray, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(0)			1.82	9	49	27	22	98
2		SILT (completely weathered Marl), (ML) 0.0%gravel, 1.0%sand, 99.9%finest, light gray brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as ML	SS		67/0.10							
			CR	(0)			1.85	11	46	28	18	99
3		LEAN CLAY (completely weathered Marl), (CL) 0.0%gravel, 0.7%sand, 99.3%finest, light gray, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	SS		67/0.08							
			CR	(0)					44	25	19	99
			SS		67/0.06							

Bottom of borehole at 3.06 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-21

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____ PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____ GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____ AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____ AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 437199 Y: 3290500 AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
		Fill Material										
1		LEAN CLAY (completely weathered Marl), (CL) 0.1%gravel, 14.0%sand, 85.9%finest, light gray, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(0)			1.77	10	30	19	11	86
		LEAN CLAY with SAND (completely weathered Marl), (CL) 0.0%gravel, 16.7%sand, 83.3%finest, gray, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	SPT		50/0.07							
2			CR	(0)					27	18	9	83
		SILTY CLAY with SAND (completely weathered Marl), (CL-ML) 0.1%gravel, 19.4%sand, 80.5%finest, gray, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL-ML	SS		67/0.06							
3			CR	(0)			1.82	10	26	19	7	81
			SS		67/0.05							

Bottom of borehole at 3.05 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-22

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____

AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____

AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 437608 Y : 3290233

AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		Fill Material										
		LEAN CLAY (completely weathered Marl), (CL) 0.0%gravel, 2.4%sand, 97.6%finest, light brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(0)					41	25	16	98
			SS		67/0.10							
2		MARL, (CL) 1.8%gravel, 3.4%sand, 94.8%finest, gray, dry to moist, fresh, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	UD	(100)			1.87	9	46	26	20	96
			SS		67/0.08							
3			UD	(100)			1.75	11	47	26	21	94
			SS		67/0.05							

Bottom of borehole at 3.05 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-23

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____ PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____ GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____ AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____ AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 438049 Y: 3290007 AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		Fill Material										
		LEAN CLAY (completely weathered Marl), (CL) 0.4%gravel, 4.3%sand, 95.7%finest, light brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(0)			1.73	11	41	23	18	95
		MARL, (CL) 0.4%gravel, 2.6%sand, 97%finest, light brown, dry to moist, slightly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	SS		67/0.06							
			CR	(0)			1.91	9	47	25	22	96
2			SS		67/0.04							
			CR	(0)								
3			CR	(0)					43	26	17	98
			SS		67/0.04							

Bottom of borehole at 3.04 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-24

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____

AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____

AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 438359 Y: 3290344

AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		Fill material										
		SANDY LEAN CLAY, (CL) 14.1 % gravel, 16.4 % sand, 65.5 % fines, brown, dry to moist, stiff	CR						35	19	16	70
			SPT		14-16-18 (34)							
2		SANDY LEAN CLAY WITH GRAVEL, (CL) 16.1 % gravel, 19.3 % sand, 64.6 % fines, brown, dry to moist, stiff	CR				1.75	9	33	20	13	65
			SPT		10-7-8 (15)							
3		LEAN CLAY, (CL) 0.3 % gravel, 8.7 % sand, 91 % fines, grayish brown, dry to moist, stiff	CR				1.79	11	36	21	15	91
			SPT		10-7-8 (15)							

Bottom of borehole at 3.45 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-FL-25

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____

AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____

AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 438739 Y: 3290574

AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		LEAN CLAY WITH SAND, (CL) 3.9 % gravel, 13 % sand, 83.1 % fines, dark gray, dry to moist, hard	CR									
			SS		67/0.14							
2		LEAN CLAY, (CL) 1.4 % gravel, 4 % sand, 94.6 % fines, dark gray, dry to moist, hard	CR				1.86	8	45	22	23	95
			SS		67/0.11							
3		LEAN CLAY, (CL) 0.4 % gravel, 4.7 % sand, 94.9 % fines, dark gray, dry to moist, hard	CR				1.92	10	46	23	23	95
			SS		67/0.06							

Bottom of borehole at 3.06 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER BH-WH-2

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____		PROJECT NAME <u>Binak</u>	
PROJECT NUMBER <u>589</u>		PROJECT LOCATION <u>Booshehr</u>	
DATE STARTED _____	COMPLETED _____	GROUND ELEVATION _____	HOLE SIZE _____
DRILLING CONTRACTOR <u>Baran Geotechnics</u>		GROUND WATER LEVELS:	
DRILLING METHOD _____		AT TIME OF DRILLING ---	
LOGGED BY _____		AT END OF DRILLING ---	
NOTES <u>X: 435603 Y: 3294378</u>		AFTER DRILLING ---	

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
		Fill Material										
		LEAN CLAY, (CL) 0 % gravel, 0.6 % sand, 99.4 % fines, light brown, dry to moist, hard	CR						48	26	22	99
2			SS CR		50-48-52 (100)				47	26	21	99
			SS		37-42- 67/0.10							
4		CLAYSTONE, (CL) 0.0%gravel, 0.4%sand, 99.6%fines, light brown, dry to moist, slightly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	SS		67/0.10							
			CR (60)						35	20	15	100
			SS (85)		67/0.02				34	20	14	99
			UD (85)				1.89	9	35	19	16	100
6			UD (70)						34	19	15	100
			SS		67/0.02							
8		MARL, (CL) 0.0%gravel, 1.4%sand, 98.6%fines, gray, dry to moist, fresh, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	UD (80)				1.95	11	38	22	16	98
			SS (87)		67/0.03				37	22	15	99
10			UD (100)									
12			SS		67/0.01							
			UD (100)						35	20	15	100
14		CLAYSTONE, (CL) 0.0%gravel, 0.4%sand, 99.6%fines, light brown, dry to moist, moderately weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL										
Bottom of borehole at 15.01 meters.			SS		67/0.01							



Barangeotechnic

BORING NUMBER EL-16

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____

AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____

AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 436866 Y: 3291167

AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		SILTY, CLAYEY SAND, (SC-SM) 12.9%gravel, 49.4%sand, 47.7%finest, brown, dry to moist, very dense	CR									
			SS		67/0.10				24	17	7	38
2		LEAN CLAY WITH SAND, (CL) 4.4 % gravel, 11.6 % sand, 84 % finest, brown, dry to moist, hard	CR				1.79	11	37	18	19	83
			SS		67/0.06							
3			CR									
			SS		67/0.07				34	19	15	85

Bottom of borehole at 3.07 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER EL-17

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____	PROJECT NAME <u>Binak</u>
PROJECT NUMBER <u>589</u>	PROJECT LOCATION <u>Booshehr</u>
DATE STARTED _____ COMPLETED _____	GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____
DRILLING CONTRACTOR <u>Baran Geotechnics</u>	GROUND WATER LEVELS:
DRILLING METHOD _____	AT TIME OF DRILLING <u>---</u>
LOGGED BY _____ CHECKED BY _____	AT END OF DRILLING <u>---</u>
NOTES <u>X: 436594 Y: 3291826</u>	AFTER DRILLING <u>---</u>

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		SILTY SAND, (SM) 5.8 % gravel, 70.6 % sand, 23.6 % fines, brown, dry to moist, very dense	CR									
			SS		67/0.09		1.69	11	NP	NP	NP	24
2		SANDY LEAN CLAY, (CL) 2.6 % gravel, 28.3 % sand, 69.2 % fines, brown, dry to moist, hard	CR									
			SS		67/0.08				29	18	11	69
3		Silty Gravel with sand, GM (completely weathered Silt Stone) 36.3% gravel, 25.1% sand, 38.6% fines, brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as GM and some cemented lumps remained as gravel particles	CR									
			SS		67/0.06		1.73	8	NP	NP	NP	39

Bottom of borehole at 3.06 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER EL-18

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____ PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____ GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____ AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____ AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 436302 Y: 3292465 AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		SILTY SAND, (SM) 4.35 % gravel, 64.65 % sand, 31 % fines, brown, dry to moist, very dense	CR									
			SS		67/0.11							39
2		SILTY CLAY with SAND, (CL-ML) 1.1%gravel, 26.3%sand, 72.6%fines, dark brown, dry to moist, hard	CR				1.80	10	27	20	7	73
			SS		67/0.08							
3		SILT (highly weathered SiltStone), (ML) 0.8%gravel, 11.6%sand, 87.6%fines, brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as ML	CR									
			SS		67/0.10							88

Bottom of borehole at 3.10 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER EL-19

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____ PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____ GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____ AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____ AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 435969 Y: 3293194 AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)		
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX			
1		LEAN CLAY, (CL) 0 % gravel, 0 % sand, 100 % fines, brown, dry to moist, hard	 CR						1.76	12	43	26	17	100
		 SS	67/0.12											
2		CLAYSTONE, (CL) 0.0%gravel, 0.0%sand, 100%fines, grayish brown, dry to moist, completely weahered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	 CR						1.83	10	45	26	19	100
		 SS	67/0.08											
3		CLAYSTONE, (GC) 77.6%gravel, 5.4%sand, 17%fines, gray, dry to moist, fresh, after 24 hours soaking in water the sample is classified as GC and some cemented lamps remained as gravel particles	 CR								42	25	17	17
		 SS	67/0.07											

Bottom of borehole at 3.07 meters.



Barangeotechnic

BORING NUMBER EL-20

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD _____

AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY _____ CHECKED BY _____

AT END OF DRILLING ---

NOTES X: 435685 Y: 3294168

AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		LEAN CLAY, (CL) 0 % gravel, 1.1 % sand, 98.9 % fines, brown, dry to moist, hard	CR									
			SS		67/0.08		1.71	10	42	25	17	99
2		SILT, (ML) 0.2 % gravel, 5.2 % sand, 94.4 % fines, brown, dry to moist, hard	CR									
			SS		67/0.07		1.67	12	41	26	15	95
3		LEAN CLAY, (CL) 0.4 % gravel, 2.9 % sand, 96.7 % fines, brown, dry to moist, hard	CR									
			SS		67/0.05				31	21	10	97

Bottom of borehole at 3.05 meters.



Barangeotechnics

KEY TO SYMBOLS

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

LITHOLOGIC SYMBOLS (Unified Soil Classification System)



Marl: Marl



CL: USCS Low Plasticity Clay



CL-ML: USCS Low Plasticity Silty Clay



GC: USCS Clayey Gravel



GM: USCS Silty Gravel



ML: USCS Silt



SC-SM: USCS Clayey Sand



SM: USCS Silty Sand



TOPSOIL: Fill Material

SAMPLER SYMBOLS



Core Sample



Standard Penetration Test



Split Spoon



Undisturbed Sample

WELL CONSTRUCTION SYMBOLS

ABBREVIATIONS

LL - LIQUID LIMIT (%)
PI - PLASTIC INDEX (%)
W - MOISTURE CONTENT (%)
DD - DRY DENSITY (PCF)
NP - NON PLASTIC
-200 - PERCENT PASSING NO. 200 SIEVE
PP - POCKET PENETROMETER (TSF)

TV - TORVANE
PID - PHOTOIONIZATION DETECTOR
UC - UNCONFINED COMPRESSION
ppm - PARTS PER MILLION

▽ Water Level at Time
Drilling, or as Shown
▼ Water Level at End of
Drilling, or as Shown
▽ Water Level After 24
Hours, or as Shown

پیوست ۳

آزمایشات صحرایی

پیوست ۱-۳

آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی



Geoelectrical Resistivity Test

CLIENT _____

PROJECT NAME _____

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

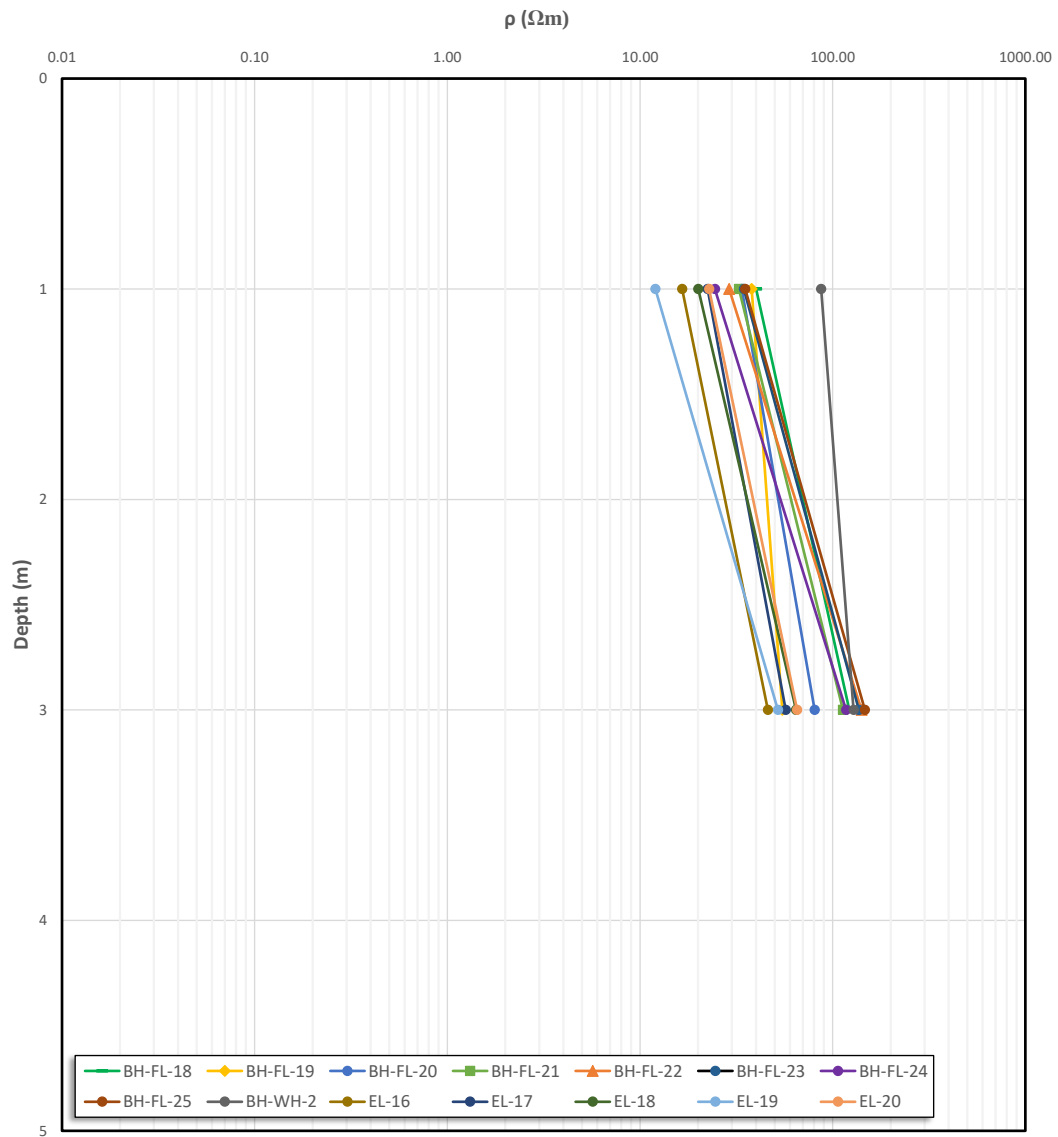
PROJECT NUMBER _____

589

PROJECT LOCATION _____

یوشهر

Variation of Apparant Electrical Resistivity in W-046



پیوست ۲-۳

آزمایش بارگذاری صفحه



Plate Load Test Results

Client:

Consultant:

Project:

شرکت مهندسين مشاور باران خاک و پی
مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی
بینک

Plate dimension:

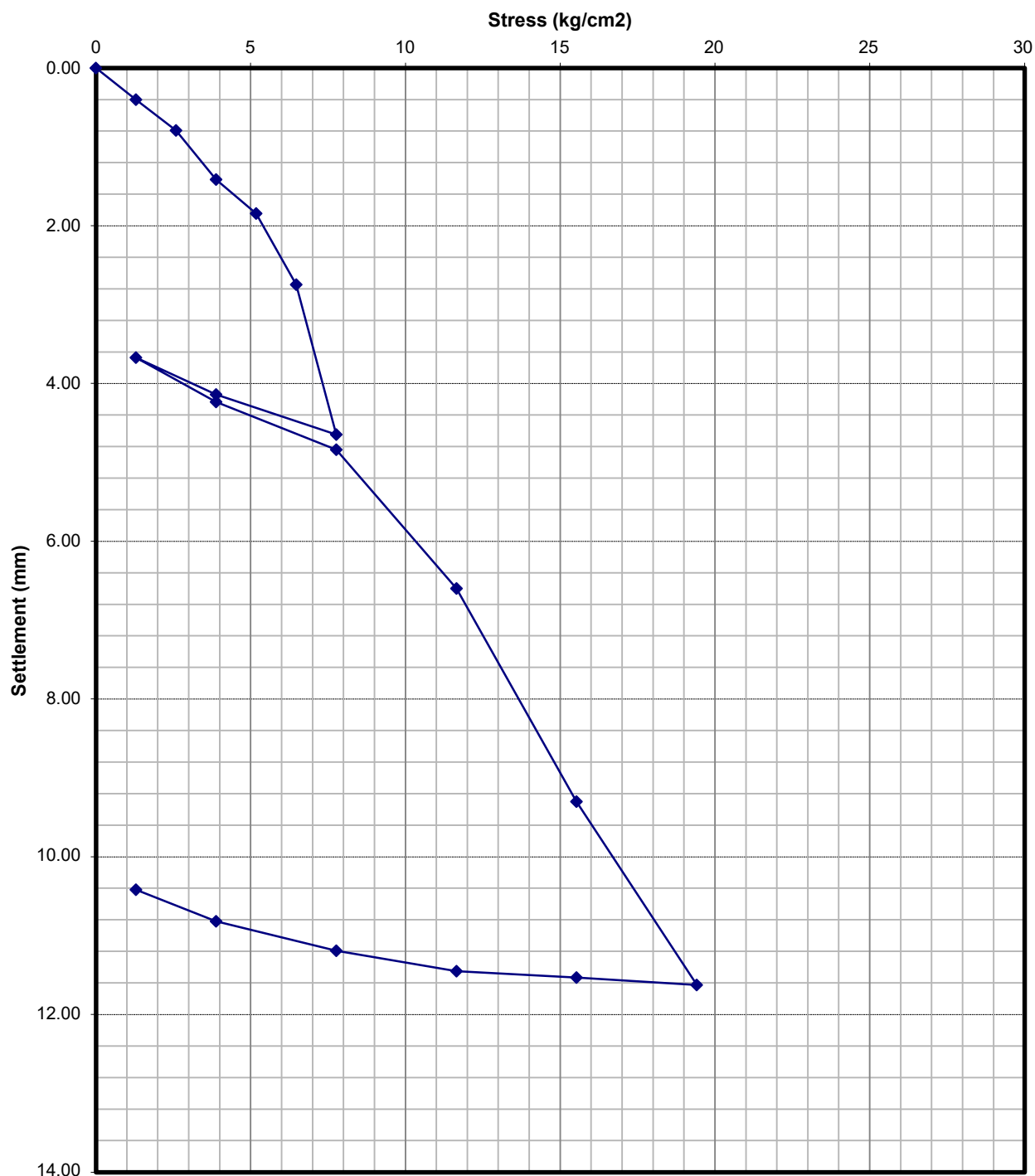
30 cm

Testpit No.:

PLT-W46--BH-WH-2

Depth:

1.25 m



پیوست ۳-۳

آزمایش CBR



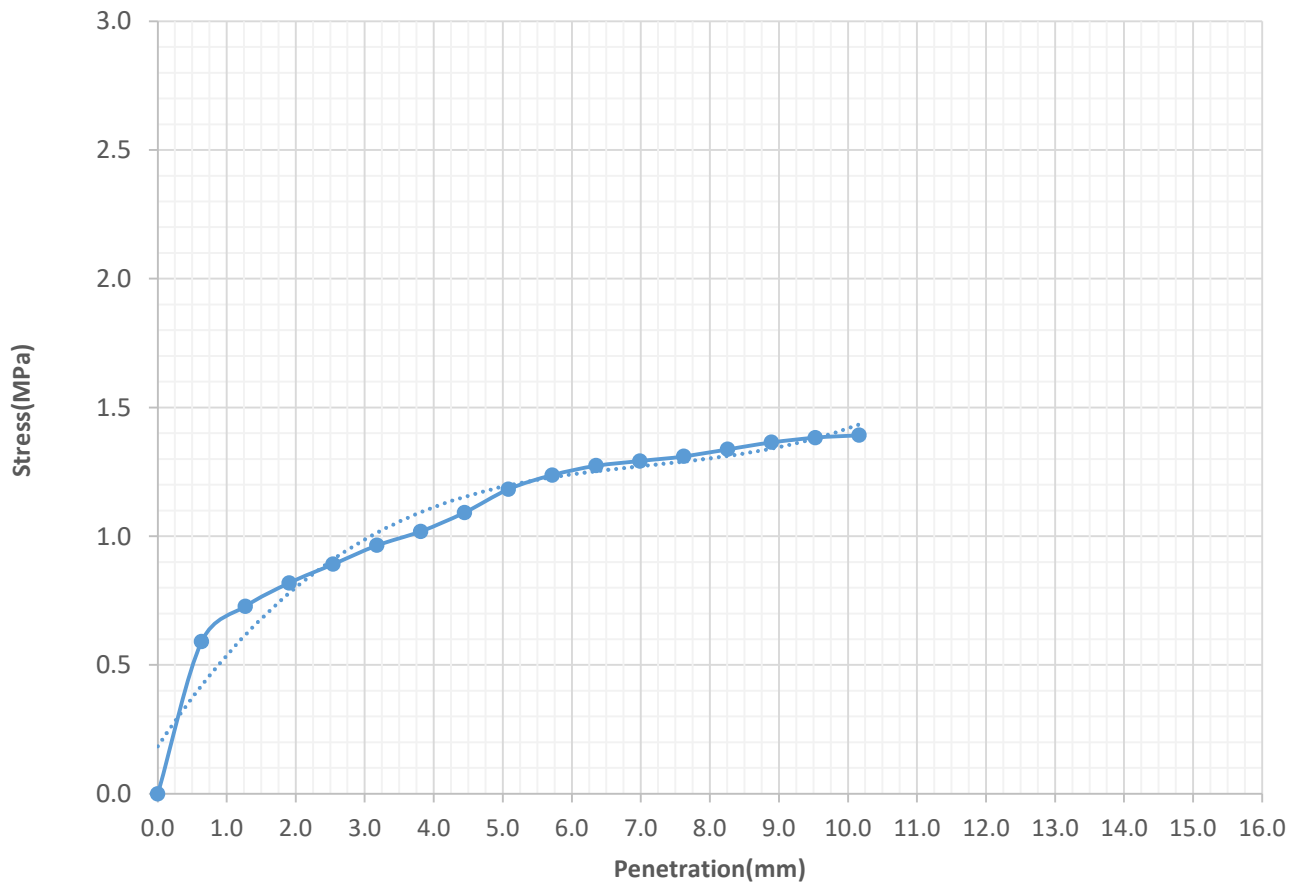
Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place (ASTM D4429)

Project Name: مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک

Location: CBR1-W-046

Client:

Depth: 0.0 cm



CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

12.9

%

Penetration-5.08 mm

11.5

%



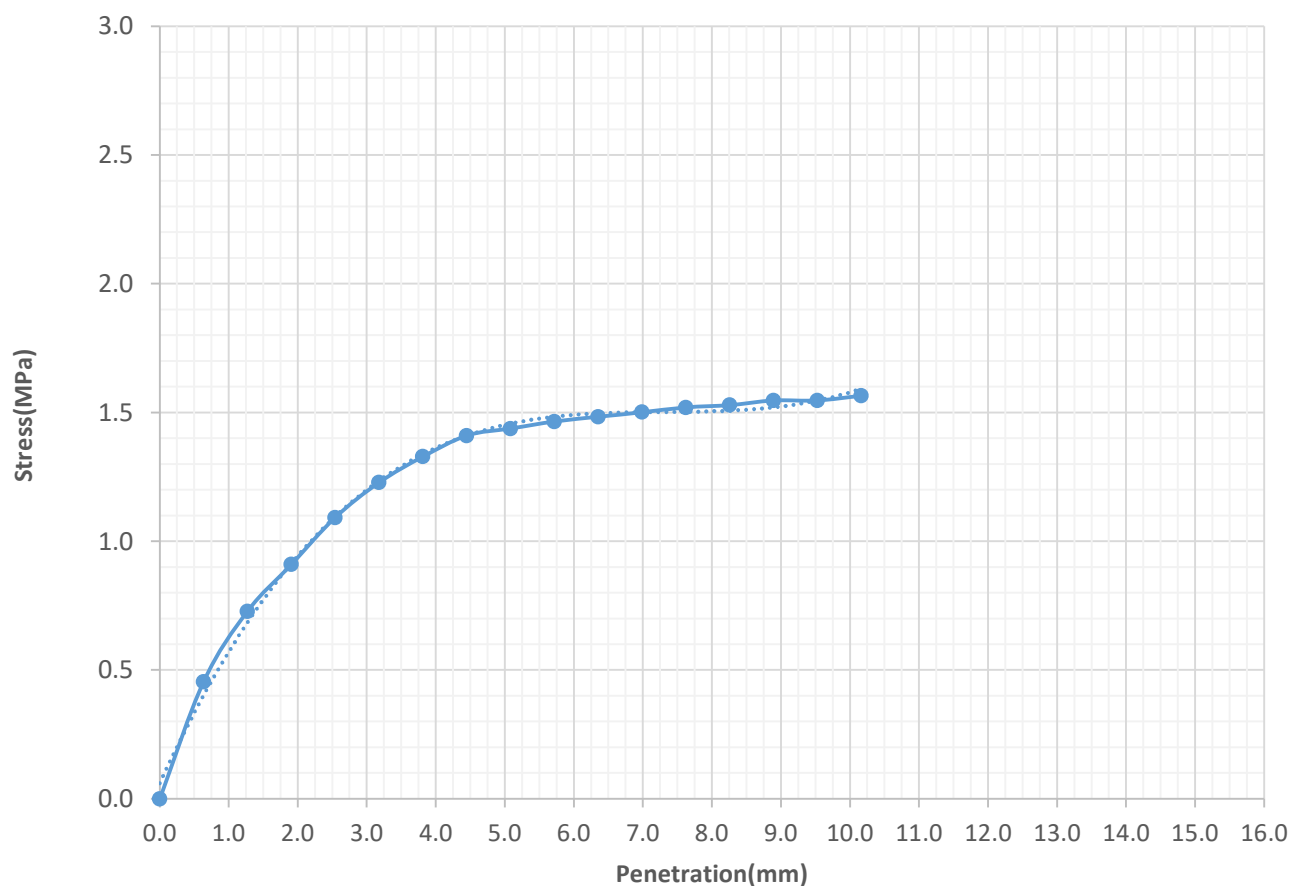
Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place (ASTM D4429)

Project Name: مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک

Location: CBR2-W-046

Client:

Depth: 0.0 cm



CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

15.8

%

Penetration-5.08 mm

14.0

%



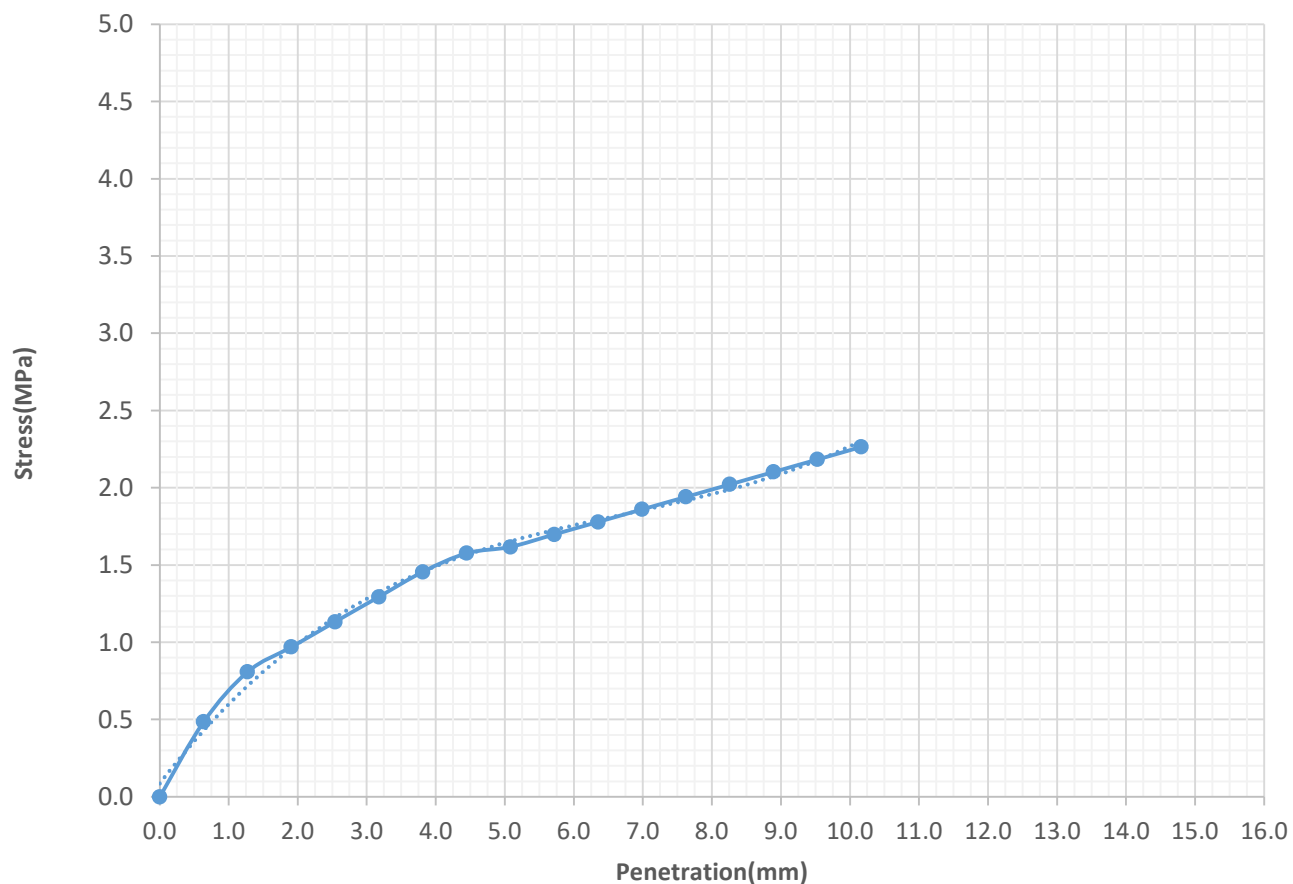
Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place (ASTM D4429)

Project Name: مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک

Location: CBR3-W-046

Client:

Depth: 0.0 cm



CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

16.4

%

Penetration-5.08 mm

15.7

%

پیوست ۳-۴

آزمایش اندازه گیری دمای خاک

Soil Temperature Measurement



Client:

Project: مطالعات ژئوتکنیک پروژہ بینک

Date: 30 Oct-27 Dec 2021 / 1 Jan-20 Jun 2022

Site: بوشهر

NO.	Date	Location	Time	Depth (m)	Temperature (°C)
BH-WH2	28-Feb-22	X: 435603 Y: 3294378	7:00 AM	1	16.2
			12:00 PM	1	19.7
			7:00 PM	1	17.5
BH-FL-18	25-Dec-21	X: 436397 Y: 3291754	7:00 AM	1	19.6
			12:00 PM	1	23
			7:00 PM	1	21.4
BH-FL-19	27-Dec-21	X: 436654 Y: 3291358	7:00 AM	1	18.3
			12:00 PM	1	22
			7:00 PM	1	19
BH-FL-20	27-Dec-21	X: 436568 Y: 3290941	7:00 AM	1	17.1
			12:00 PM	1	19
			7:00 PM	1	18.4
BH-FL-21	30-Oct-21	X: 437199 Y: 3290500	7:00 AM	1	21
			12:00 PM	1	23.6
			7:00 PM	1	23
BH-FL-22	7-Jan-22	X: 437608 Y: 3290233	7:00 AM	1	36.5
			12:00 PM	1	44.3
			7:00 PM	1	38
BH-FL-23	7-Jan-22	X: 438049 Y: 3290007	7:00 AM	1	21.3
			12:00 PM	1	24
			7:00 PM	1	22.8
BH-FL-24	1-Jan-22	X: 438359 Y: 3290344	7:00 AM	1	35
			12:00 PM	1	44.1
			7:00 PM	1	38.1
BH-FL-25	1-Jan-22	X: 438739 Y: 3290574	7:00 AM	1	20.9
			12:00 PM	1	24
			7:00 PM	1	22
BH-EL-16	19-Jun-22	X: 436866 Y: 3291167	7:00 AM	1	35.4
			12:00 PM	1	43.9
			7:00 PM	1	39
BH-EL-17	19-Jun-22	X: 436594 Y: 3291826	7:00 AM	1	37.2
			12:00 PM	1	44.8
			7:00 PM	1	34.1
BH-EL-18	20-Jun-22	X: 436302 Y: 3292465	7:00 AM	1	41
			12:00 PM	1	45.1
			7:00 PM	1	44.5
BH-EL-19	20-Jun-22	X: 435969 Y: 3293194	7:00 AM	1	38.6
			12:00 PM	1	44.7
			7:00 PM	1	37.2
BH-EL-20	20-Jun-22	X: 435685 Y: 3294168	7:00 AM	1	39
			12:00 PM	1	44.4
			7:00 PM	1	40.7

پیوست ۴

آزمایشات آزمایشگاهی و مقادیر پیشنهادی

پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

پیوست ۱-۴

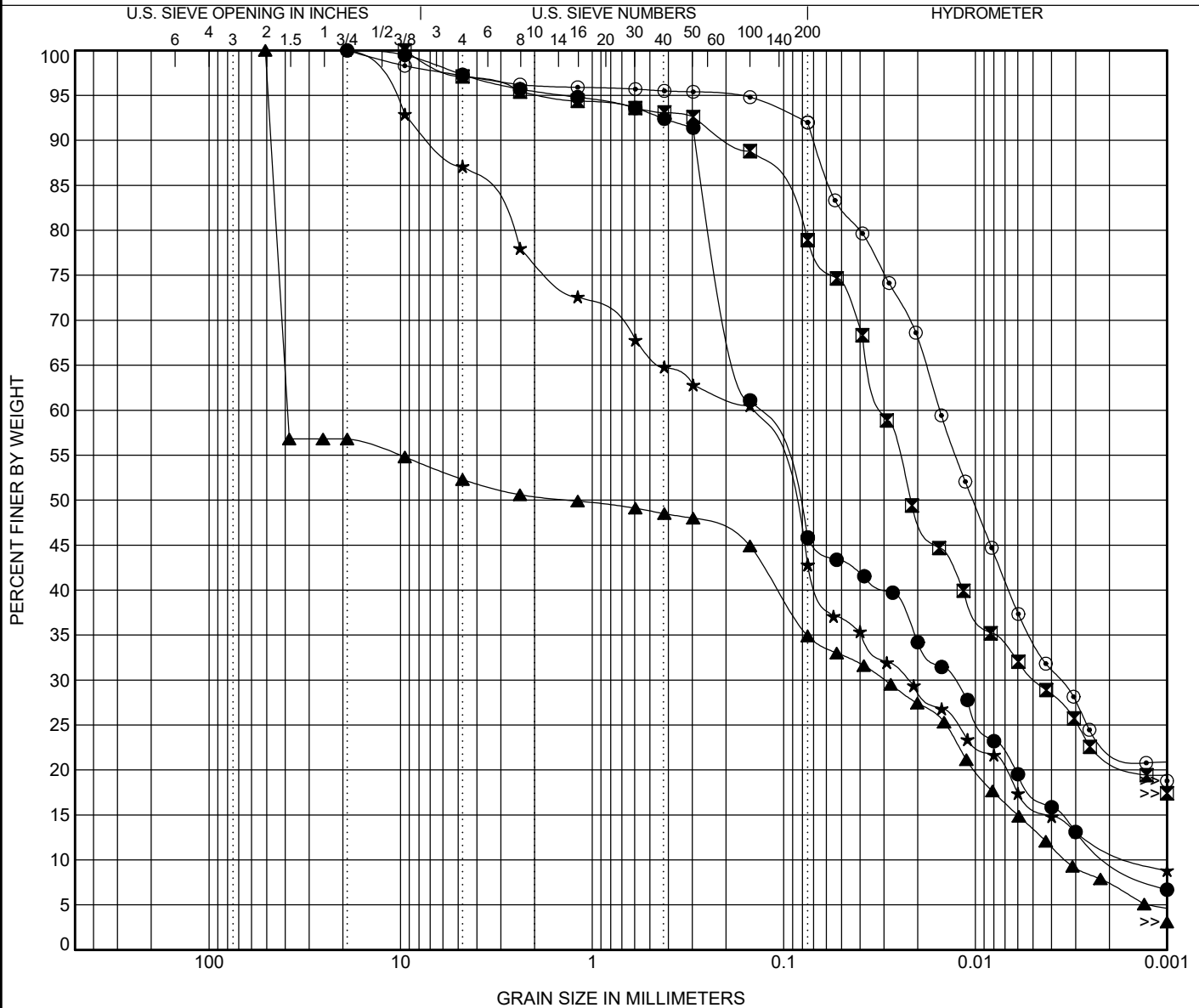
آزمایش دانه بندی



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME BinakPROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

Borehole	Depth	Classification					LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-FL-18	0.50	SILTY SAND(SM)					NP	NP	NP	0.70	80.98
☒ BH-FL-18	1.50	LEAN CLAY with SAND(CL)					27	19	8		
▲ BH-FL-18	2.50	SILTY GRAVEL with SAND(GM)					NP	NP	NP	0.011	1512.06
★ BH-FL-19	0.50	SILTY, CLAYEY SAND(SC-SM)					26	19	7	2.59	108.73
⊙ BH-FL-19	1.50	LEAN CLAY(CI)					40	20	20		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay		
● BH-FL-18	0.50	19	0.143	0.013	0.002	2.7	51.5	35.1	10.7		
☒ BH-FL-18	1.50	9.51	0.03	0.005		2.9	18.2	57.4	21.5		
▲ BH-FL-18	2.50	50.8	38.921	0.03	0.003	47.7	17.4	27.6	7.3		
★ BH-FL-19	0.50	19	0.147	0.023	0.001	12.9	44.3	31.3	11.5		
⊙ BH-FL-19	1.50	19	0.015	0.004		2.8	5.2	68.8	23.2		



Barangeotechnics

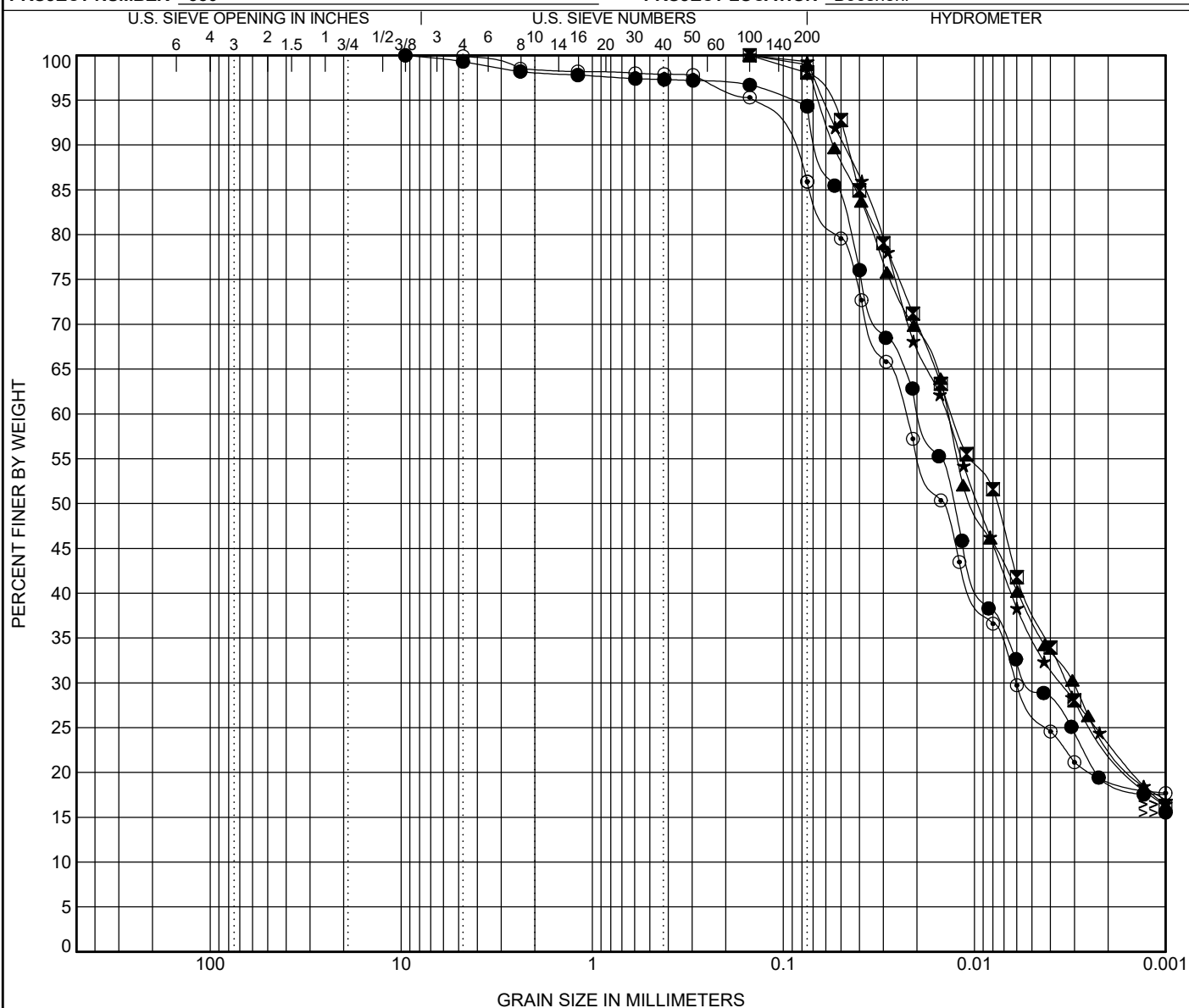
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-FL-19	2.50	LEAN CLAY(CI)				36	24	12		
☒ BH-FL-20	0.50	LEAN CLAY(CI)				49	27	22		
▲ BH-FL-20	1.50	SILT(ML)				46	28	18		
★ BH-FL-20	2.50	LEAN CLAY(CI)				44	25	19		
◎ BH-FL-21	0.50	LEAN CLAY(CI)				30	19	11		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-19	2.50	9.51	0.019	0.005		0.7	5.0	75.3	19.0	
☒ BH-FL-20	0.50	0.15	0.013	0.003		0.0	1.9	74.4	23.7	
▲ BH-FL-20	1.50	0.15	0.014	0.003		0.0	1.0	75.5	23.5	
★ BH-FL-20	2.50	0.15	0.014	0.004		0.0	0.7	76.0	23.3	
◎ BH-FL-21	0.50	9.51	0.023	0.006		0.1	14.0	66.0	19.9	



Barangeotechnics

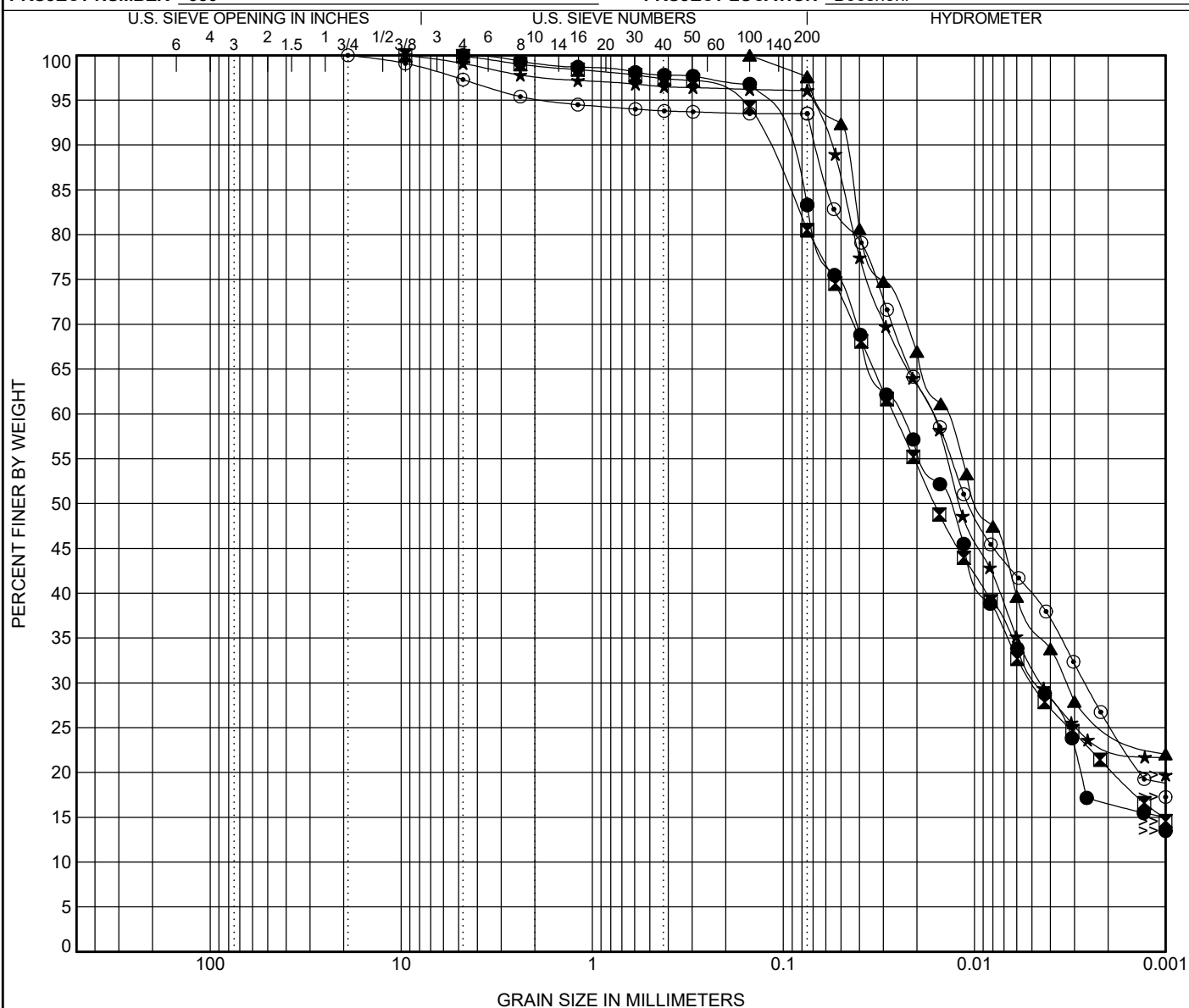
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-FL-21	1.50	LEAN CLAY with SAND(CL)				27	18	9		
☒ BH-FL-21	2.50	SILTY CLAY with SAND(CL-ML)				26	19	7		
▲ BH-FL-22	0.50	LEAN CLAY(CI)				41	25	16		
★ BH-FL-22	1.60	LEAN CLAY(CI)				46	26	20		
◎ BH-FL-22	2.60	LEAN CLAY(CI)				47	26	21		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-21	1.50	4.75	0.025	0.005		0.0	16.7	66.8	16.5	
☒ BH-FL-21	2.50	9.51	0.026	0.005		0.1	19.4	60.0	20.5	
▲ BH-FL-22	0.50	0.15	0.014	0.003		0.0	2.4	71.8	25.8	
★ BH-FL-22	1.60	9.51	0.017	0.005		0.9	3.0	73.2	22.9	
◎ BH-FL-22	2.60	19	0.016	0.003		2.7	3.8	68.0	25.5	



Barangeotechnics

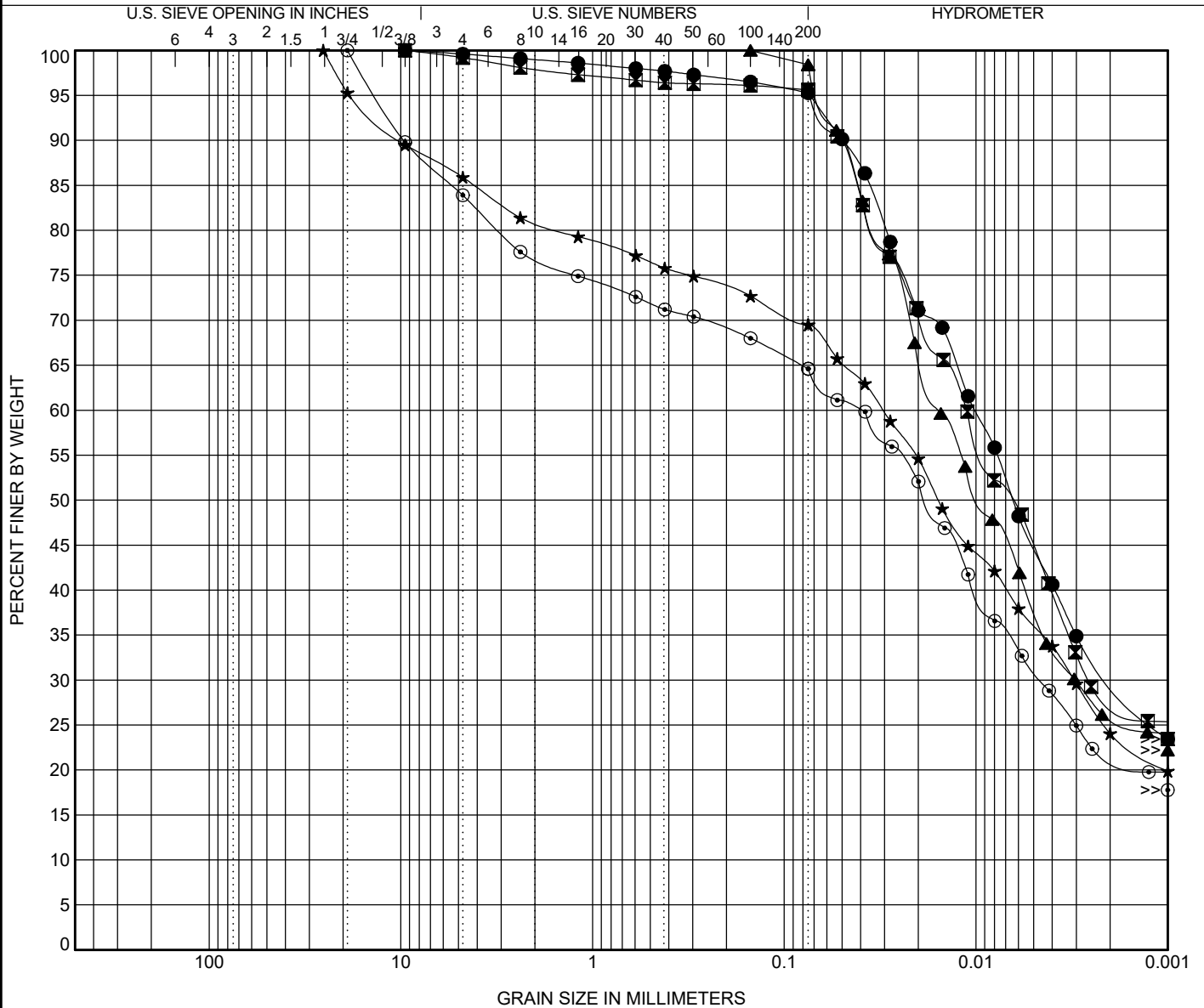
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-FL-23	0.50	LEAN CLAY(CI)				41	23	18		
☒ BH-FL-23	1.50	LEAN CLAY(CI)				47	25	22		
▲ BH-FL-23	2.50	LEAN CLAY(CI)				43	26	17		
★ BH-FL-24	0.50	SANDY LEAN CLAY(CI)				35	19	16		
◎ BH-FL-24	1.50	SANDY LEAN CLAY with GRAVEL(CI)				33	20	13		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-23	0.50	9.51	0.01	0.002		0.4	4.3	64.6	30.7	
☒ BH-FL-23	1.50	9.51	0.011	0.003		0.8	3.6	67.6	28.0	
▲ BH-FL-23	2.50	0.15	0.015	0.003		0.0	1.6	72.6	25.8	
★ BH-FL-24	0.50	25.4	0.031	0.003		14.1	16.4	45.5	24.0	
◎ BH-FL-24	1.50	19	0.04	0.005		16.1	19.3	43.1	21.5	



Barangeotechnics

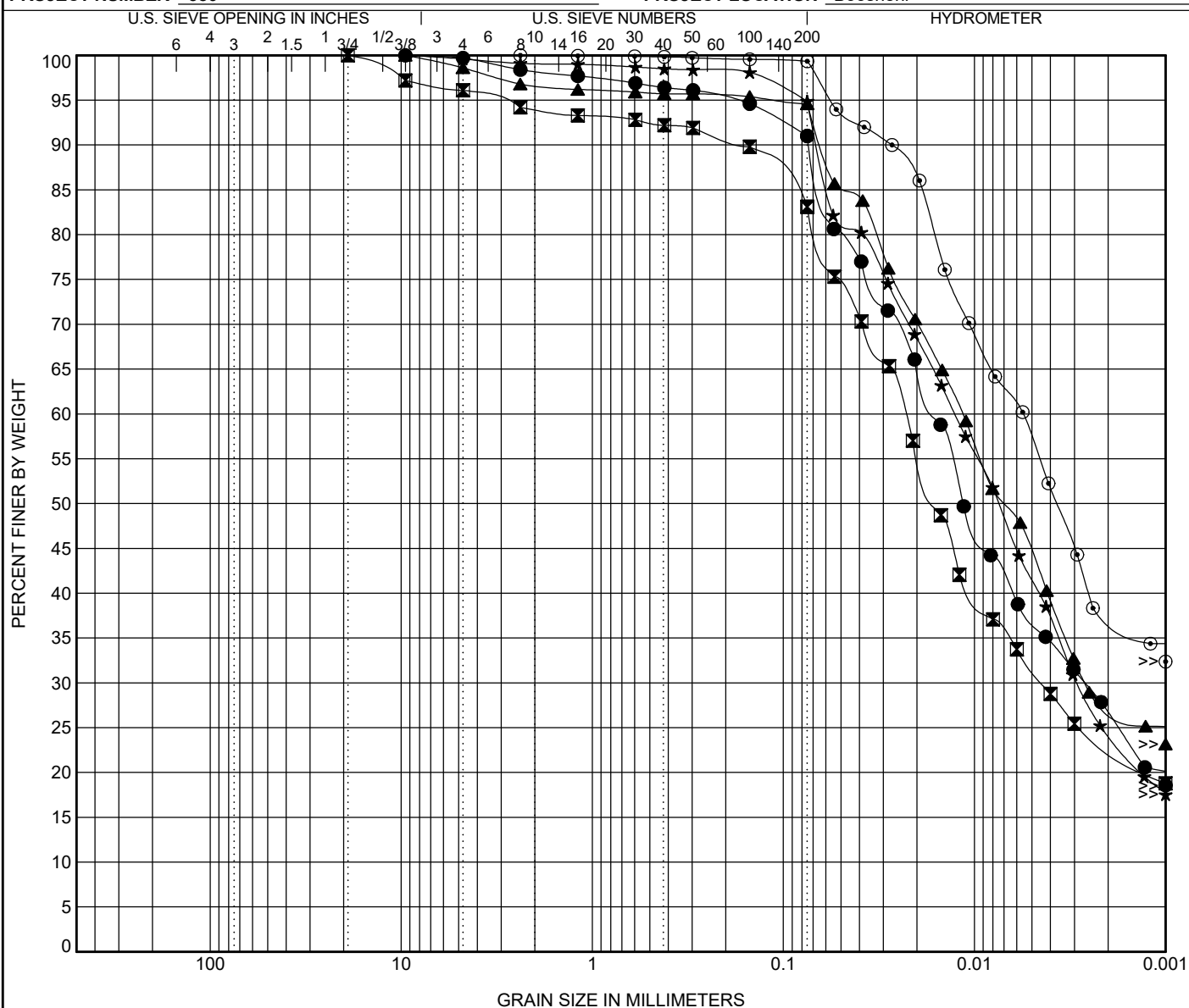
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-FL-24	2.50	LEAN CLAY(CI)				36	21	15		
☒ BH-FL-25	0.50	LEAN CLAY with SAND(CI)				31	20	11		
▲ BH-FL-25	1.50	LEAN CLAY(CI)				45	22	23		
★ BH-FL-25	2.50	LEAN CLAY(CI)				46	23	23		
◎ BH-WH-2	0.20	LEAN CLAY(CI)				48	26	22		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-24	2.50	9.51	0.016	0.003		0.3	8.7	64.3	26.7	
☒ BH-FL-25	0.50	19	0.023	0.004		3.9	13.0	60.1	23.0	
▲ BH-FL-25	1.50	9.51	0.012	0.003		1.4	4.0	66.9	27.7	
★ BH-FL-25	2.50	9.51	0.013	0.003		0.4	4.7	70.7	24.2	
◎ BH-WH-2	0.20	2.38	0.006			0.0	0.7	62.0	37.3	



Barangeotechnics

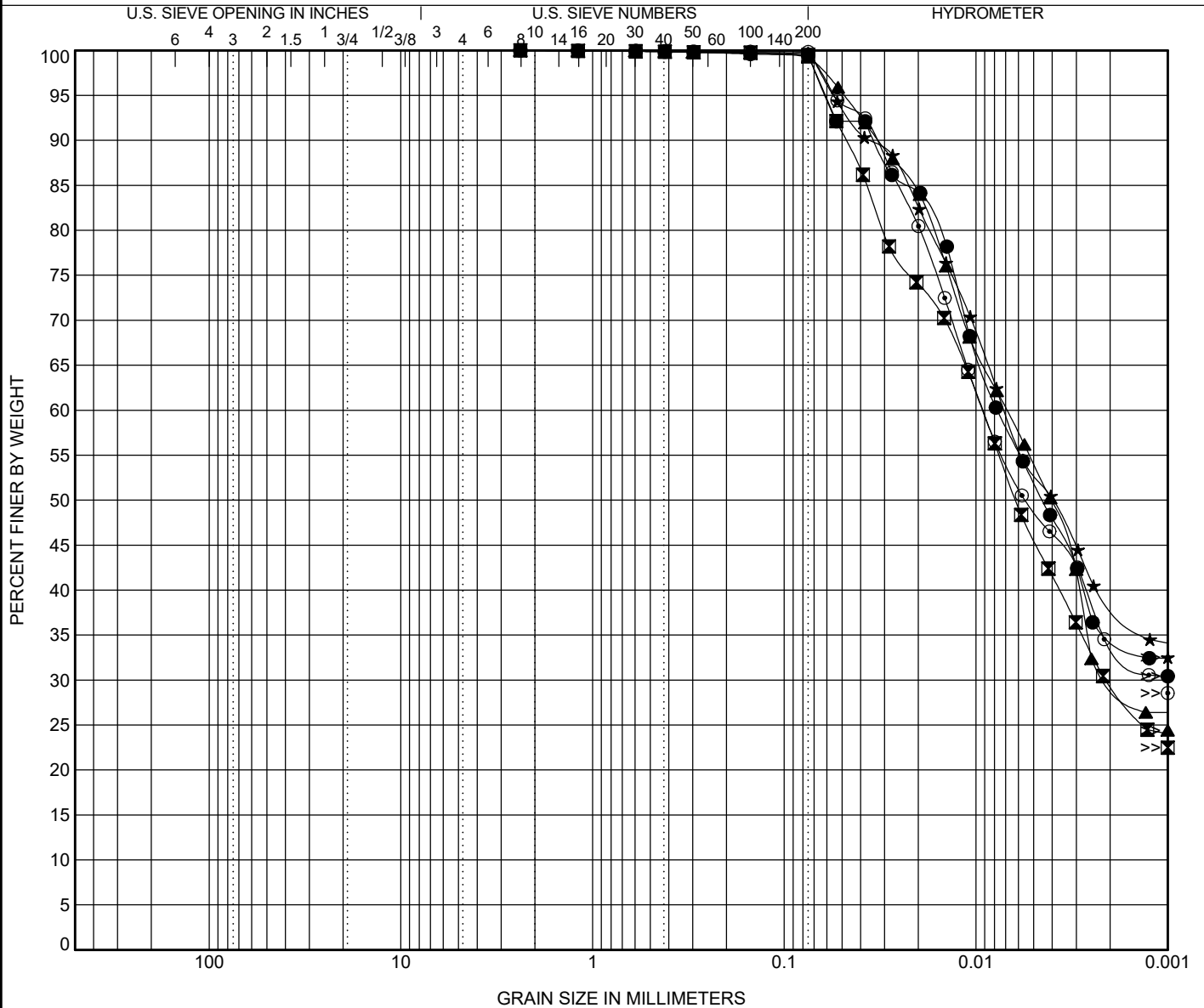
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification					LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-WH-2	1.25	LEAN CLAY(CI)					47	26	21		
☒ BH-WH-2	3.70	LEAN CLAY(CI)					35	20	15		
▲ BH-WH-2	4.05	LEAN CLAY(CI)					34	20	14		
★ BH-WH-2	5.10	LEAN CLAY(CI)					35	19	16		
◎ BH-WH-2	6.25	LEAN CLAY(CI)					34	19	15		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay		
● BH-WH-2	1.25	2.38	0.008			0.0	0.5	64.3	35.2		
☒ BH-WH-2	3.70	2.38	0.009	0.002		0.0	0.5	70.0	29.5		
▲ BH-WH-2	4.05	2.38	0.007	0.002		0.0	0.7	68.9	30.3		
★ BH-WH-2	5.10	2.38	0.007			0.0	0.3	61.0	38.7		
◎ BH-WH-2	6.25	2.38	0.009	0.001		0.0	0.2	65.8	34.0		



Barangeotechnics

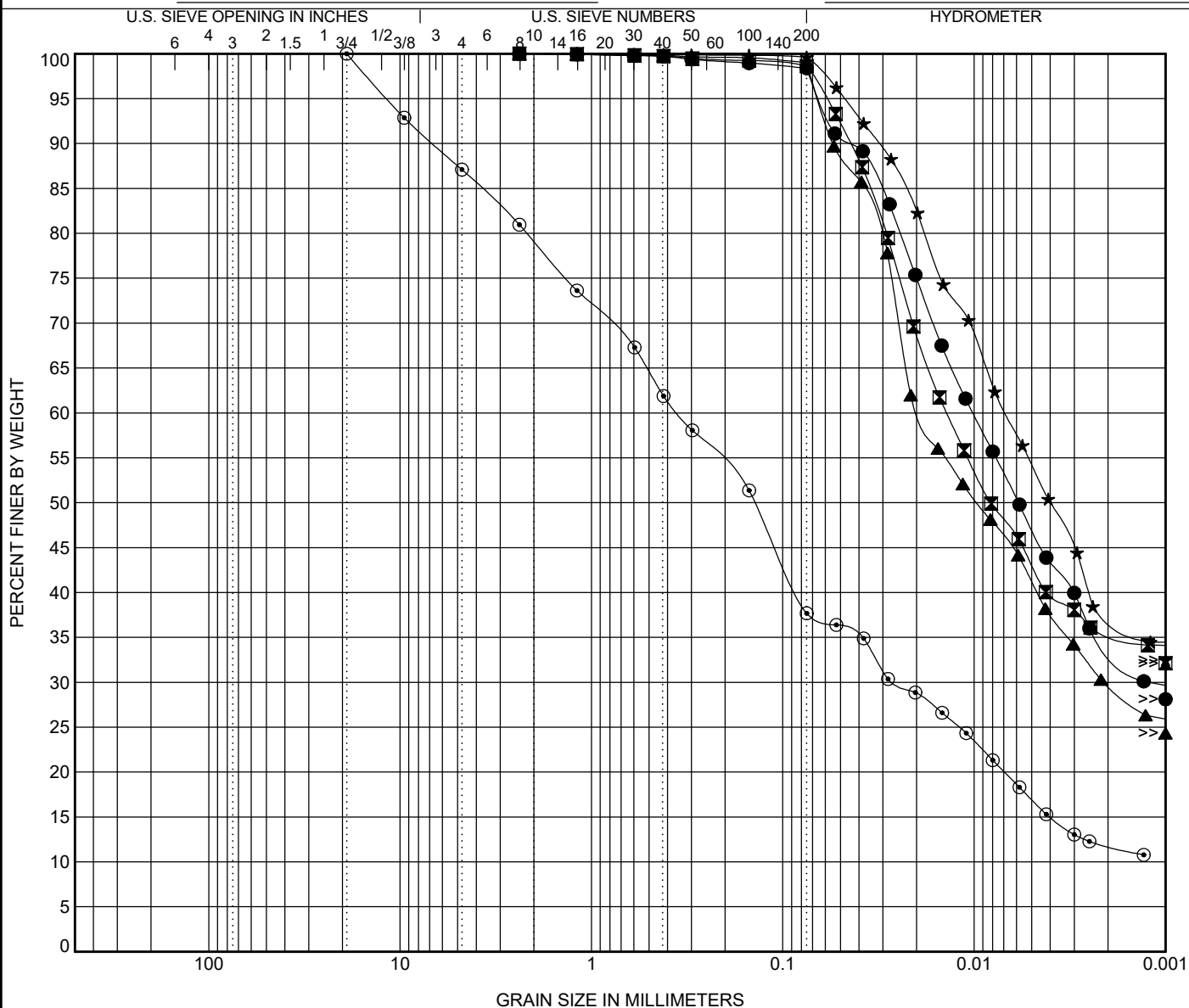
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

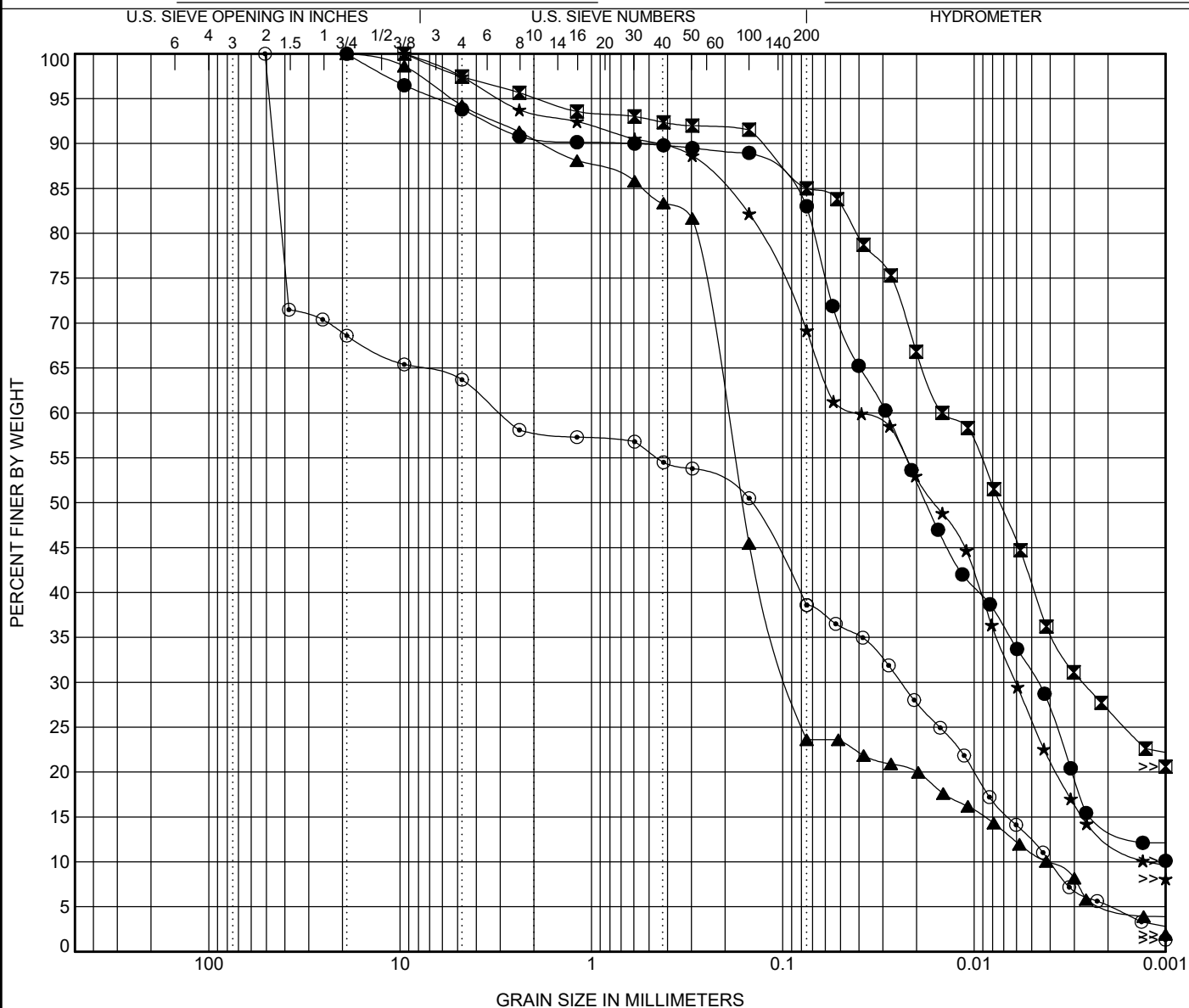
Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-WH-2	8.15	LEAN CLAY(CI)				38	22	16		
▣ BH-WH-2	9.15	LEAN CLAY(CI)				37	22	15		
▲ BH-WH-2	11.50	LEAN CLAY(CI)				39	22	17		
★ BH-WH-2	13.30	LEAN CLAY(CI)				35	20	15		
◎ EL-16	0.70	SILTY, CLAYEY SAND(SC-SM)				24	17	7		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-WH-2	8.15	2.38	0.01	0.001		0.0	1.6	64.4	34.0	
▣ BH-WH-2	9.15	2.38	0.014			0.0	1.4	63.1	35.5	
▲ BH-WH-2	11.50	2.38	0.019	0.002		0.0	1.0	69.3	29.7	
★ BH-WH-2	13.30	1.19	0.007			0.0	0.4	62.2	37.4	
◎ EL-16	0.70	19	0.354	0.026		12.9	49.4	25.9	11.8	



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____

PROJECT NAME BinakPROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr



Barangeotechnics

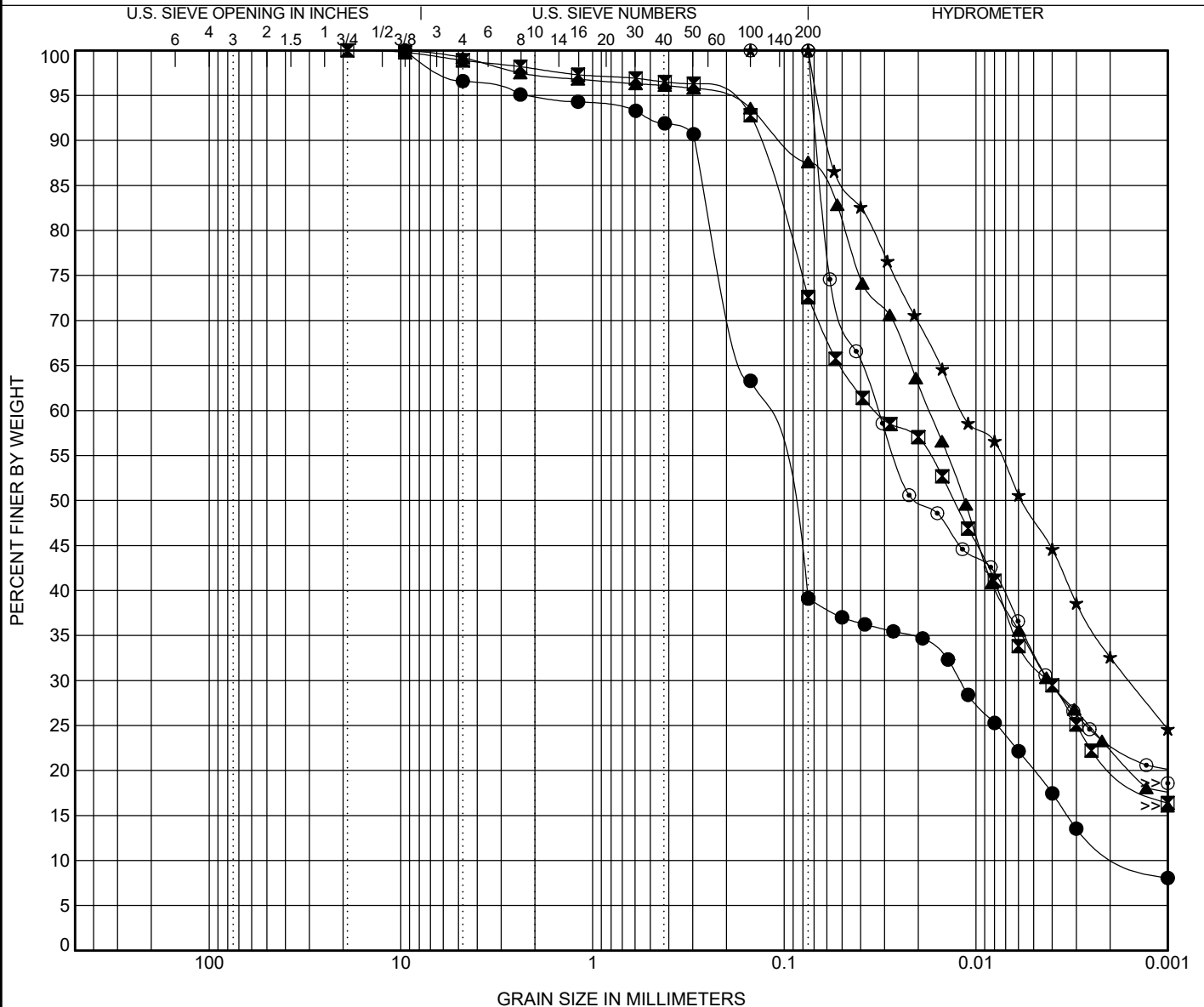
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

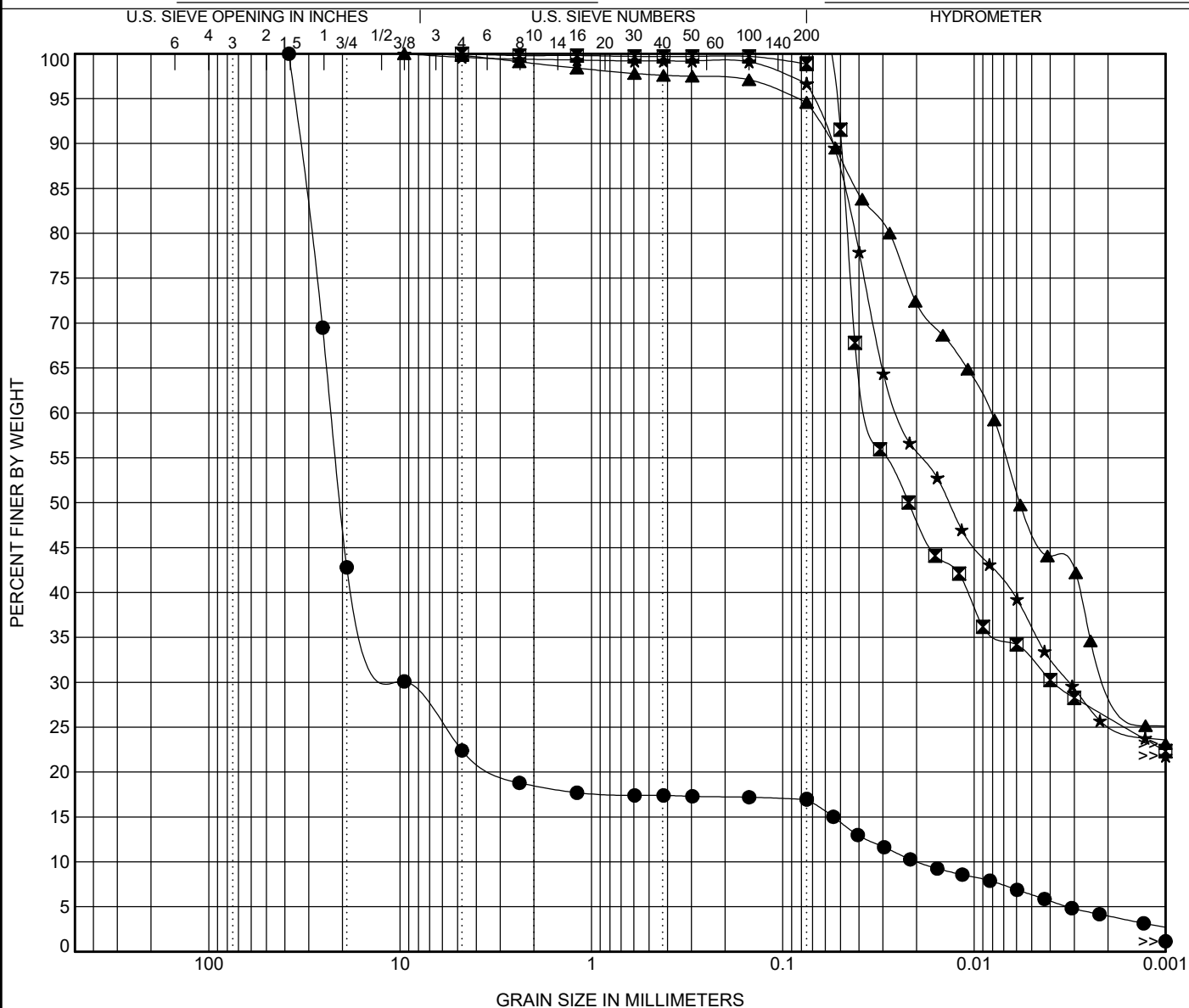
Borehole	Depth	Classification					LL	PL	PI	Cc	Cu
● EL-18	0.70	SILTY SAND(SM)					NP	NP	NP	0.73	92.48
☒ EL-18	1.70	SILTY CLAY with SAND(CL-ML)					27	20	7		
▲ EL-18	2.70	SILT(ML)					NP	NP	NP		
★ EL-19	0.70	LEAN CLAY(CI)					43	26	17		
◎ EL-19	1.70	LEAN CLAY(CI)					45	26	19		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay		
● EL-18	0.70	9.51	0.136	0.012	0.001	3.4	57.5	27.6	11.5		
☒ EL-18	1.70	19	0.033	0.004		1.1	26.3	51.8	20.8		
▲ EL-18	2.70	9.51	0.018	0.004		0.8	11.6	65.2	22.4		
★ EL-19	0.70	0.15	0.012	0.002		0.0	0.0	67.4	32.6		
◎ EL-19	1.70	0.15	0.033	0.004		0.0	0.0	76.8	23.2		



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____

PROJECT NAME BinakPROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

پیوست ۲-۴

آزمایش حدود اتربرگ



Barangeotechnics

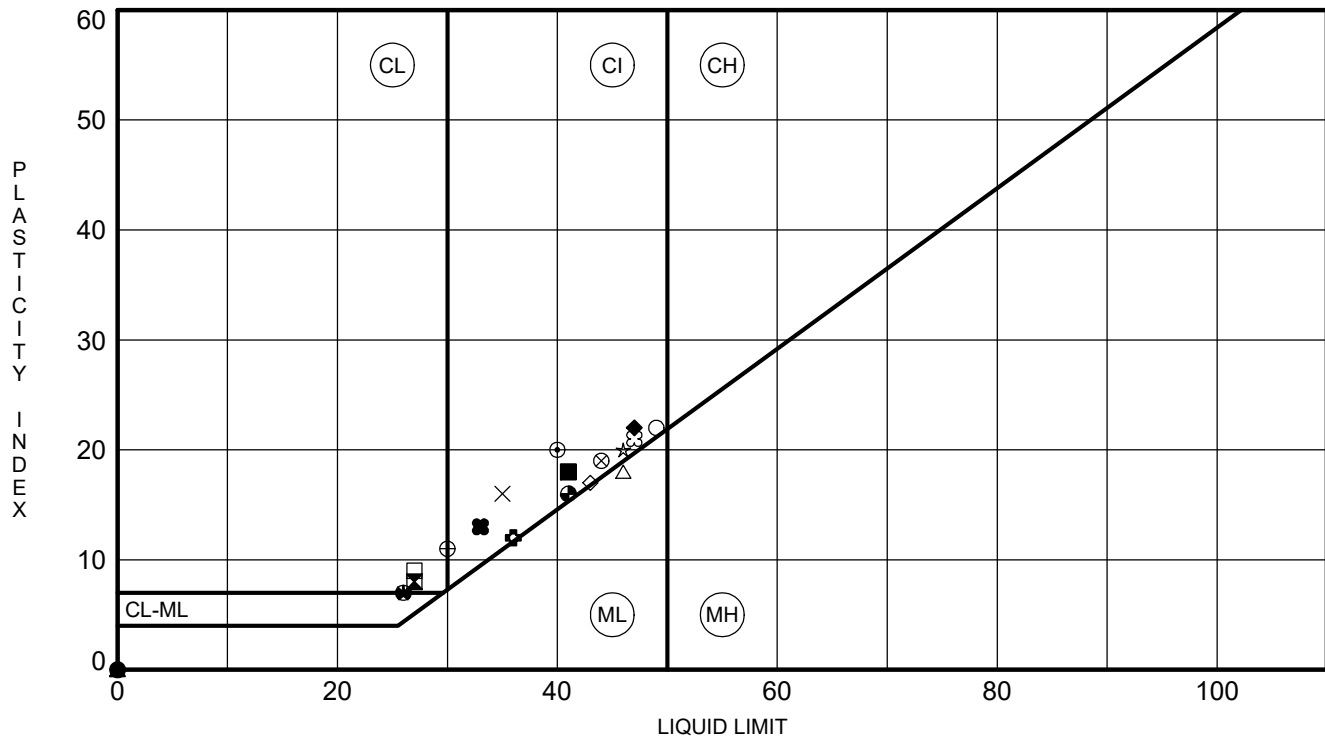
ATTERBERG LIMITS' RESULTS

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



Borehole	Depth	LL	PL	PI	Fines	Classification
● BH-FL-18	0.50	NP	NP	NP	46	SILTY SAND(SM)
⊠ BH-FL-18	1.50	27	19	8	79	LEAN CLAY with SAND(CL)
▲ BH-FL-18	2.50	NP	NP	NP	35	SILTY GRAVEL with SAND(GM)
★ BH-FL-19	0.50	26	19	7	43	SILTY, CLAYEY SAND(SC-SM)
⊙ BH-FL-19	1.50	40	20	20	92	LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-FL-19	2.50	36	24	12	94	LEAN CLAY(CI)
○ BH-FL-20	0.50	49	27	22	98	LEAN CLAY(CI)
△ BH-FL-20	1.50	46	28	18	99	SILT(ML)
⊗ BH-FL-20	2.50	44	25	19	99	LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-FL-21	0.50	30	19	11	86	LEAN CLAY(CI)
□ BH-FL-21	1.50	27	18	9	83	LEAN CLAY with SAND(CL)
⊙ BH-FL-21	2.50	26	19	7	81	SILTY CLAY with SAND(CL-ML)
⊕ BH-FL-22	0.50	41	25	16	98	LEAN CLAY(CI)
☆ BH-FL-22	1.60	46	26	20	96	LEAN CLAY(CI)
⊗ BH-FL-22	2.60	47	26	21	94	LEAN CLAY(CI)
■ BH-FL-23	0.50	41	23	18	95	LEAN CLAY(CI)
◆ BH-FL-23	1.50	47	25	22	96	LEAN CLAY(CI)
◇ BH-FL-23	2.50	43	26	17	98	LEAN CLAY(CI)
× BH-FL-24	0.50	35	19	16	70	SANDY LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-FL-24	1.50	33	20	13	65	SANDY LEAN CLAY with GRAVEL(CI)



Barangeotechnics

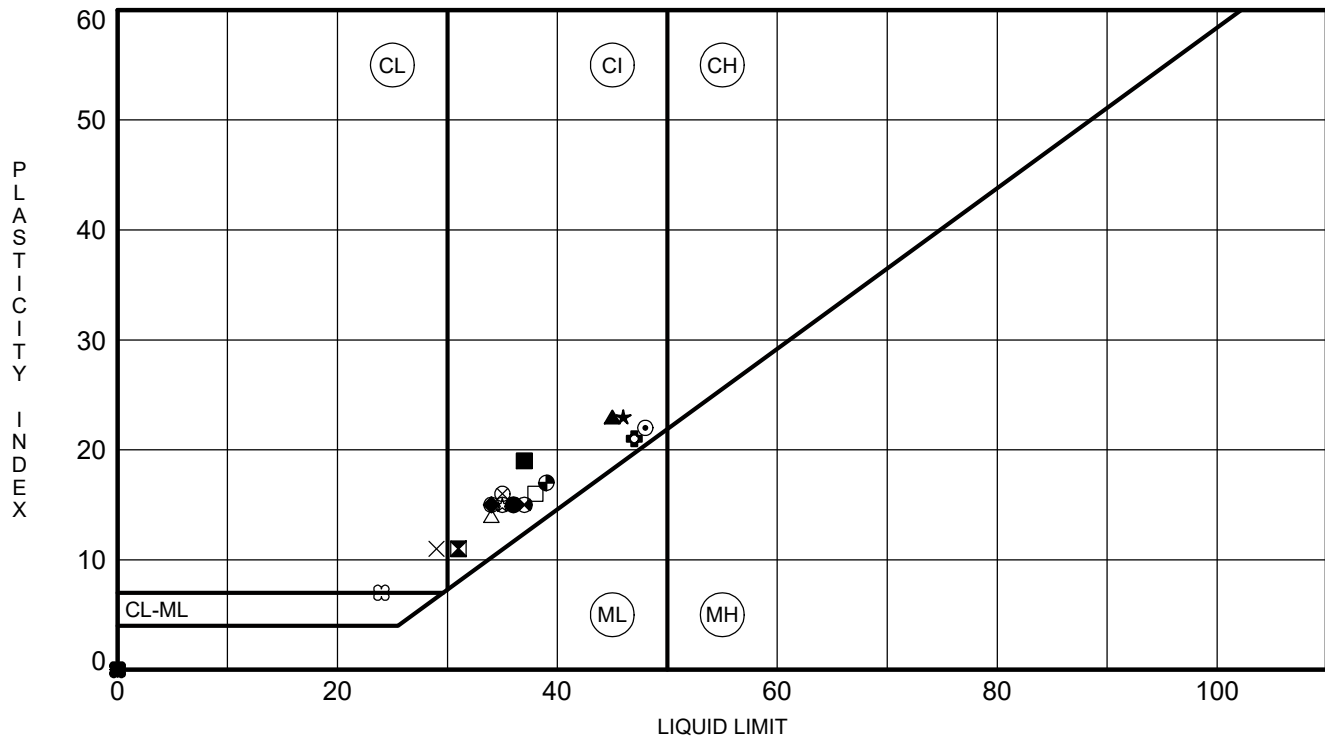
ATTERBERG LIMITS' RESULTS

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



Borehole	Depth	LL	PL	PI	Fines	Classification
● BH-FL-24	2.50	36	21	15	91	LEAN CLAY(CI)
⊠ BH-FL-25	0.50	31	20	11	83	LEAN CLAY with SAND(CI)
▲ BH-FL-25	1.50	45	22	23	95	LEAN CLAY(CI)
★ BH-FL-25	2.50	46	23	23	95	LEAN CLAY(CI)
⊙ BH-WH-2	0.20	48	26	22	99	LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-WH-2	1.25	47	26	21	99	LEAN CLAY(CI)
○ BH-WH-2	3.70	35	20	15	100	LEAN CLAY(CI)
△ BH-WH-2	4.05	34	20	14	99	LEAN CLAY(CI)
⊗ BH-WH-2	5.10	35	19	16	100	LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-WH-2	6.25	34	19	15	100	LEAN CLAY(CI)
□ BH-WH-2	8.15	38	22	16	98	LEAN CLAY(CI)
⊙ BH-WH-2	9.15	37	22	15	99	LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-WH-2	11.50	39	22	17	99	LEAN CLAY(CI)
★ BH-WH-2	13.30	35	20	15	100	LEAN CLAY(CI)
⊗ EL-16	0.70	24	17	7	38	SILTY, CLAYEY SAND(SC-SM)
■ EL-16	1.70	37	18	19	83	LEAN CLAY with SAND(CI)
◆ EL-16	2.70	34	19	15	85	LEAN CLAY with SAND(CI)
◇ EL-17	0.70	NP	NP	NP	24	SILTY SAND(SM)
× EL-17	1.70	29	18	11	69	SANDY LEAN CLAY(CL)
⊗ EL-17	2.70	NP	NP	NP	39	SILTY GRAVEL with SAND(GM)

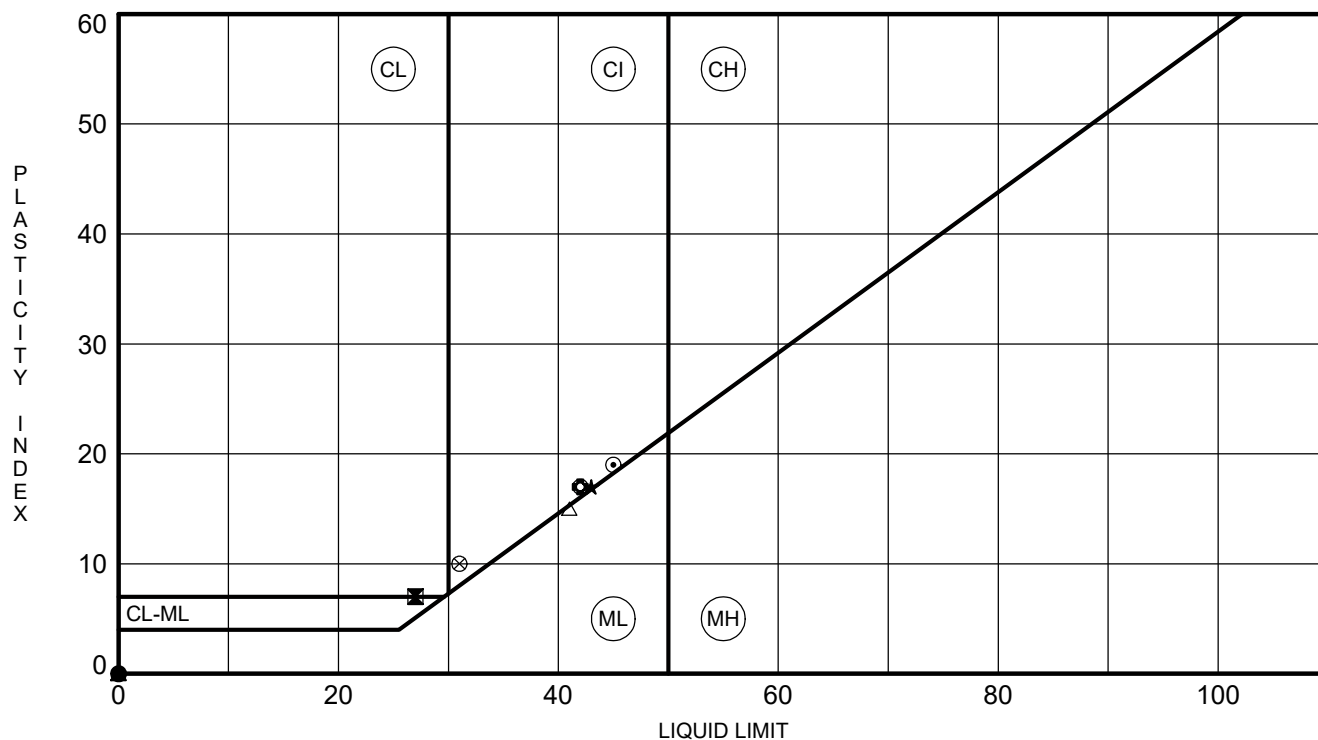


CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

[illegible]

ATTERBERGLIMITS 14010505-589-BINAK-W046-REV00.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 7/31/22

پیوست ۳-۴

آزمایش دانسیته و درصد رطوبت



Barangeotechnics

SUMMARY OF LABORATORY RESULTS

CLIENT _____

PROJECT NAME BinakPROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

Sheet 1 of 2

Borehole	Depth	Liquid Limit	Plastic Limit	Plasticity Index	Maximum Size (mm)	%<0.075 Sieve	Classification	Water Content (%)	Dry Density (Mg/m ³)	Saturation (%)	Void Ratio
BH-FL-18	0.5	NP	NP	NP	19	46	SM	11.1	1.76		
BH-FL-18	1.5	27	19	8	9.51	79	CL				
BH-FL-18	2.5	NP	NP	NP	50.8	35	GM	10.4	1.90		
BH-FL-19	0.5	26	19	7	19	43	SC-SM	10.3	1.80		
BH-FL-19	1.5	40	20	20	19	92	CI				
BH-FL-19	2.5	36	24	12	9.51	94	CI	9.8	1.87		
BH-FL-20	0.5	49	27	22	0.15	98	CI	8.5	1.82		
BH-FL-20	1.5	46	28	18	0.15	99	ML	11.2	1.85		
BH-FL-20	2.5	44	25	19	0.15	99	CI				
BH-FL-21	0.5	30	19	11	9.51	86	CI	9.5	1.77		
BH-FL-21	1.5	27	18	9	4.75	83	CL				
BH-FL-21	2.5	26	19	7	9.51	81	CL-ML	10.4	1.82		
BH-FL-22	0.5	41	25	16	0.15	98	CI				
BH-FL-22	1.6	46	26	20	9.51	96	CI	8.6	1.87		
BH-FL-22	2.6	47	26	21	19	94	CI	11.2	1.75		
BH-FL-23	0.5	41	23	18	9.51	95	CI	11.4	1.73		
BH-FL-23	1.5	47	25	22	9.51	96	CI	9.1	1.91		
BH-FL-23	2.5	43	26	17	0.15	98	CI				
BH-FL-24	0.5	35	19	16	25.4	70	CI				
BH-FL-24	1.5	33	20	13	19	65	CI	8.9	1.75		
BH-FL-24	2.5	36	21	15	9.51	91	CI	10.9	1.79		
BH-FL-25	0.5	31	20	11	19	83	CI				
BH-FL-25	1.5	45	22	23	9.51	95	CI	8.4	1.86		
BH-FL-25	2.5	46	23	23	9.51	95	CI	9.5	1.92		
BH-WH-2	0.2	48	26	22	2.38	99	CI				
BH-WH-2	1.3	47	26	21	2.38	99	CI				
BH-WH-2	3.7	35	20	15	2.38	100	CI				
BH-WH-2	4.1	34	20	14	2.38	99	CI				
BH-WH-2	5.1	35	19	16	2.38	100	CI	8.5	1.89		
BH-WH-2	6.3	34	19	15	2.38	100	CI				
BH-WH-2	8.2	38	22	16	2.38	98	CI	10.7	1.95		
BH-WH-2	9.2	37	22	15	2.38	99	CI				
BH-WH-2	11.5	39	22	17	2.38	99	CI				
BH-WH-2	13.3	35	20	15	1.19	100	CI				
EL-16	0.7	24	17	7	19	38	SC-SM				
EL-16	1.7	37	18	19	19	83	CI	11.0	1.79		
EL-16	2.7	34	19	15	9.51	85	CI				
EL-17	0.7	NP	NP	NP	19	24	SM	10.5	1.69		
EL-17	1.7	29	18	11	9.51	69	CL				
EL-17	2.7	NP	NP	NP	50.8	39	GM	8.3	1.73		
EL-18	0.7	NP	NP	NP	9.51	39	SM				
EL-18	1.7	27	20	7	19	73	CL-ML	9.9	1.80		



Barangeotechnics

SUMMARY OF LABORATORY RESULTS

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

Sheet 2 of 2

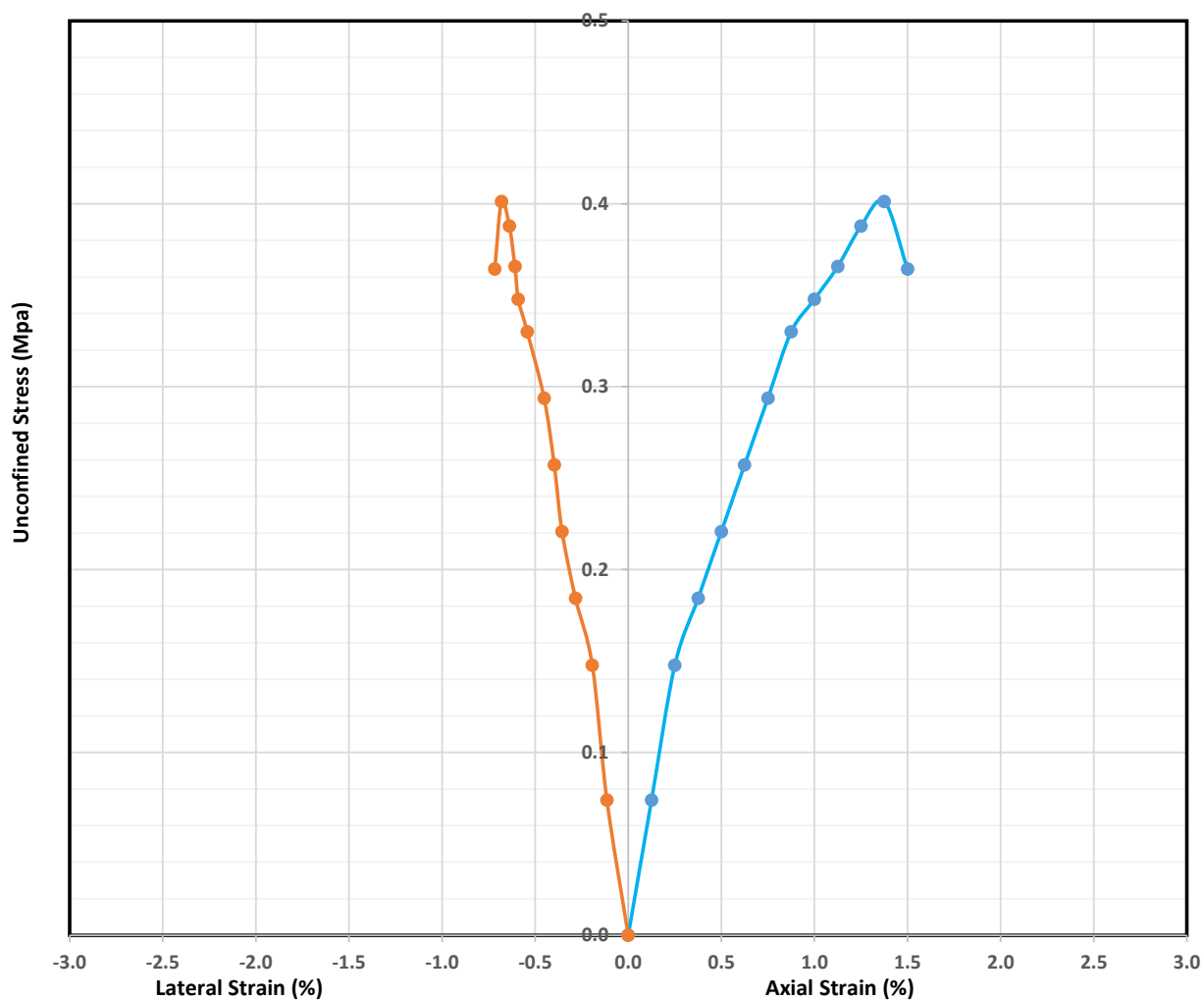
Borehole	Depth	Liquid Limit	Plastic Limit	Plasticity Index	Maximum Size (mm)	%<0.075 Sieve	Classification	Water Content (%)	Dry Density (Mg/m ³)	Saturation (%)	Void Ratio
EL-18	2.7	NP	NP	NP	9.51	88	ML				
EL-19	0.7	43	26	17	0.15	100	CI	11.5	1.76		
EL-19	1.7	45	26	19	0.15	100	CI	9.6	1.83		
EL-19	2.7	42	25	17	38.1	17	GC				
EL-20	0.7	42	25	17	4.75	99	CI	10.4	1.71		
EL-20	1.7	41	26	15	9.51	95	ML	11.8	1.67		
EL-20	2.7	31	21	10	9.51	97	CI				

پیوست ۴-۴

آزمایش تک محوری سنگ

Uniaxial Compression Test

CLIENT _____ PROJECT NAME _____ مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION _____ بوشهر

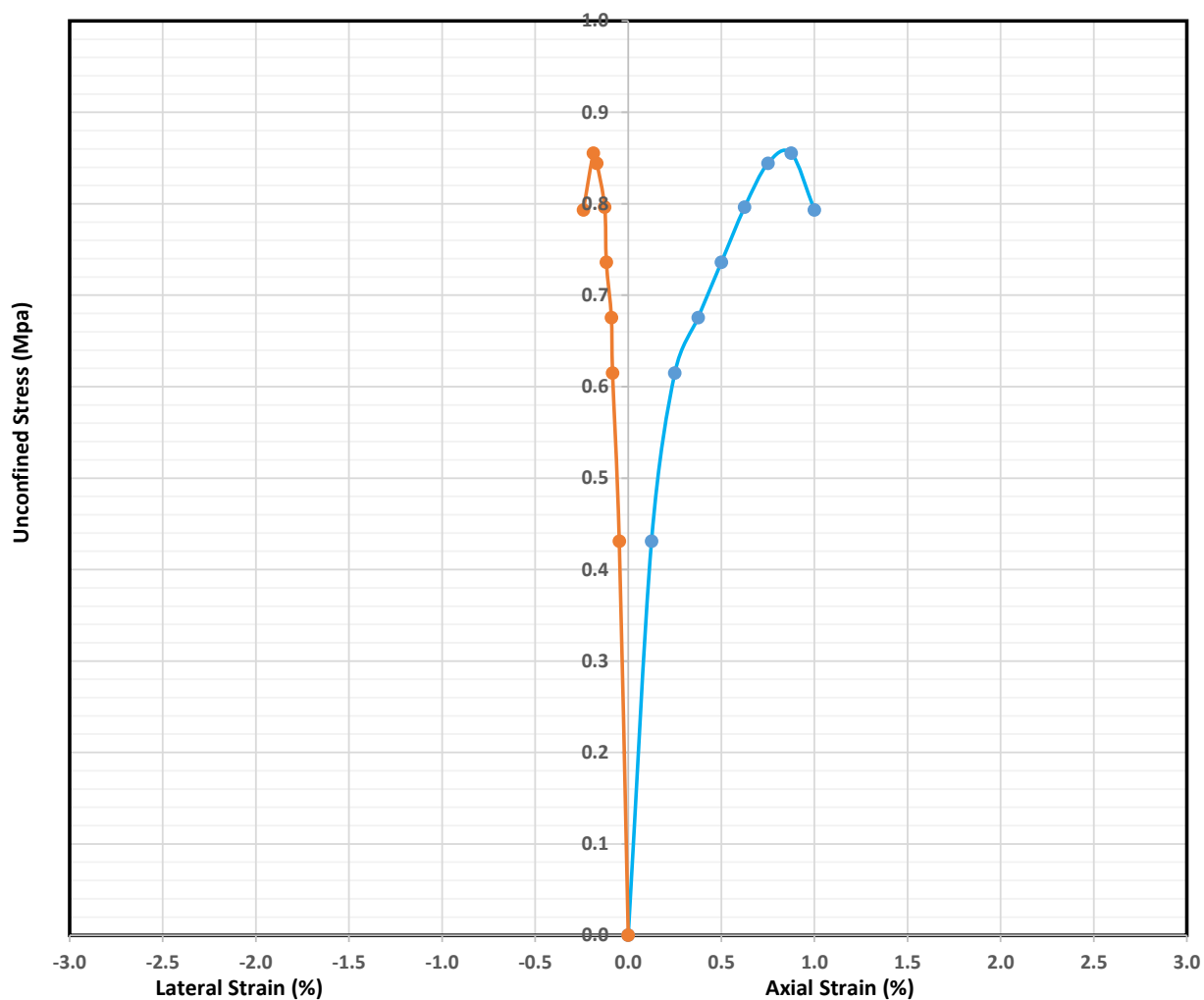


Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-FL-22	Bulk Density (kN/m ³):	20.33
Depth (m):	1.6-2.0	Dry Density (kN/m ³):	18.72
L (cm):	20.00	Moisture Content (%):	8.6
D (cm):	8.30	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.4

Uniaxial Compression Test

CLIENT _____ PROJECT NAME _____ مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION _____ یوشهر

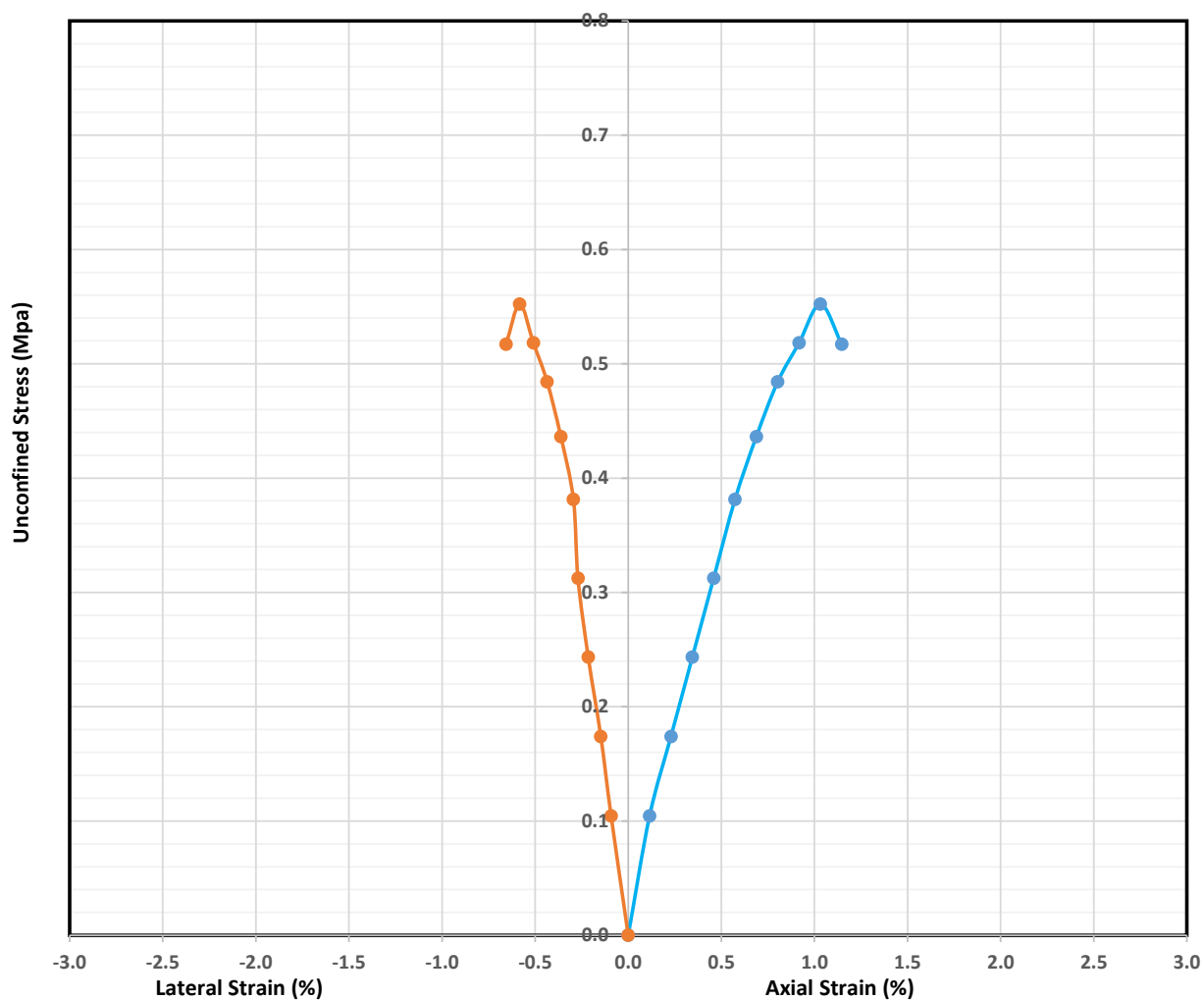


Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-FL-22	Bulk Density (kN/m ³):	19.49
Depth (m):	2.6-3.0	Dry Density (kN/m ³):	17.52
L (cm):	20.00	Moisture Content (%):	11.2
D (cm):	8.30	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.9

Uniaxial Compression Test

CLIENT _____ PROJECT NAME _____ مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION _____ بوشهر

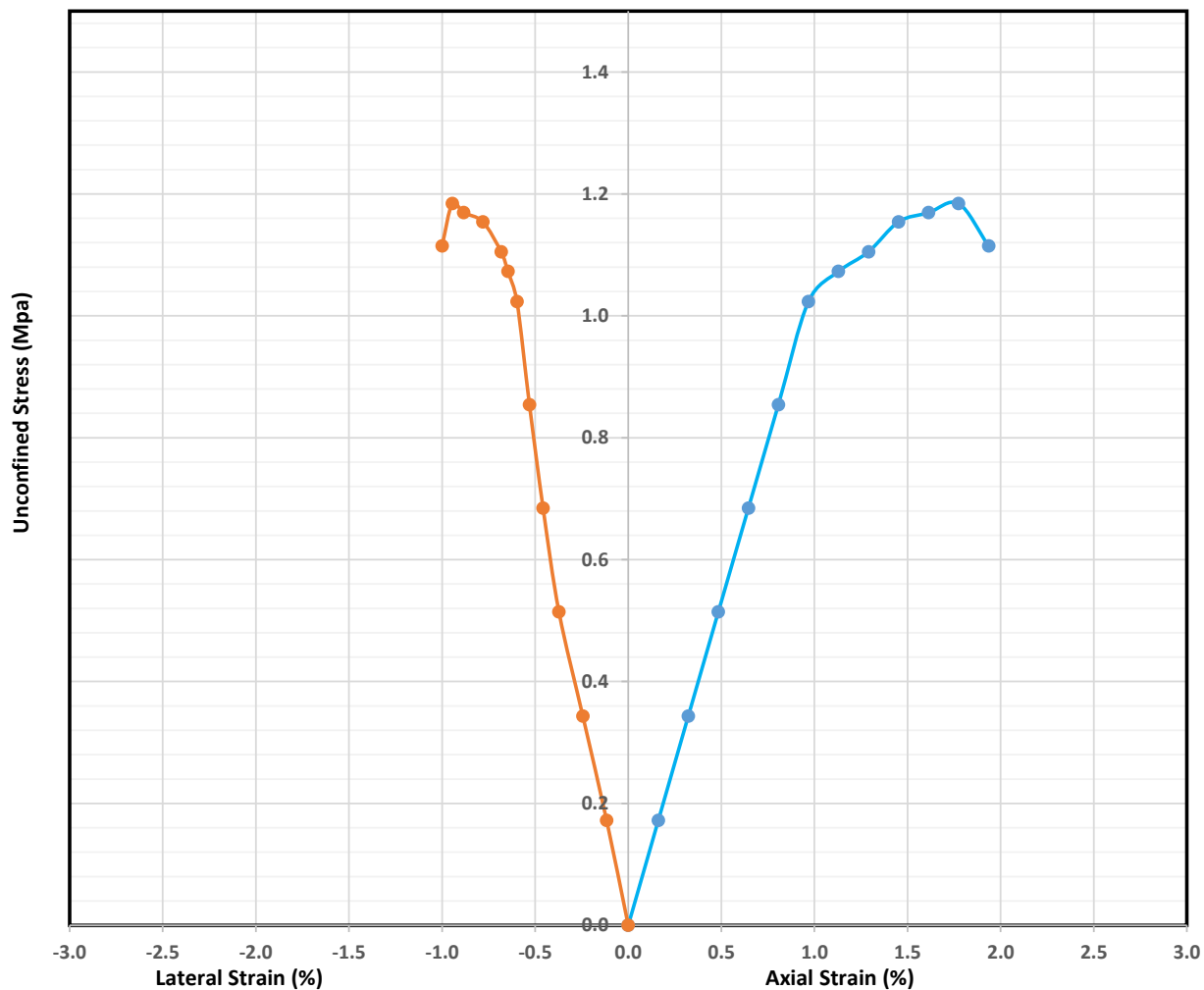


Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-FL-23	Bulk Density (kN/m ³):	20.84
Depth (m):	1.5-2.0	Dry Density (kN/m ³):	19.11
L (cm):	21.80	Moisture Content (%):	9.1
D (cm):	8.15	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.6

Uniaxial Compression Test

CLIENT _____ PROJECT NAME _____ مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION _____ بوشهر

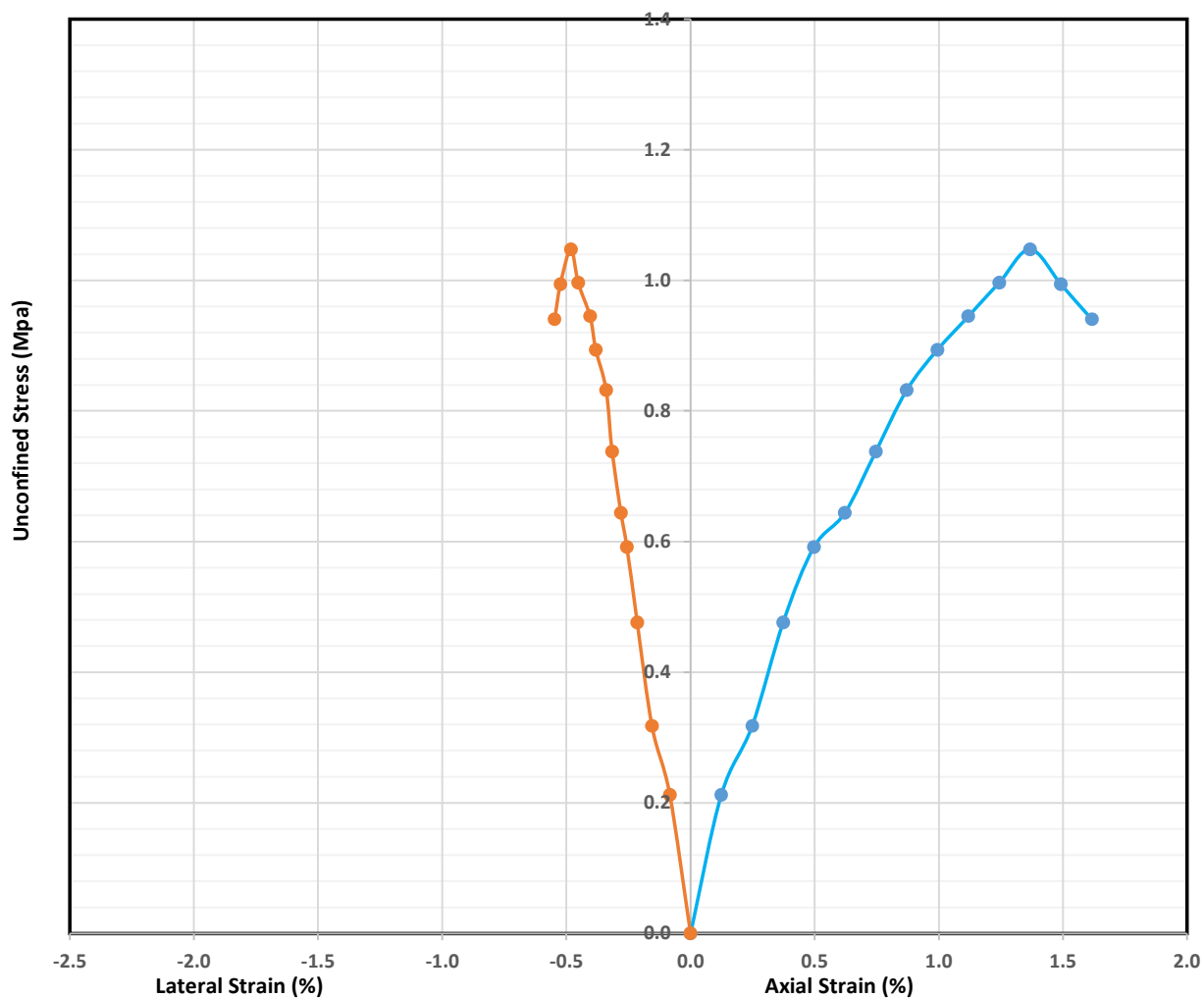


Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-FL-24	Bulk Density (kN/m ³):	19.68
Depth (m):	2.5-3.0	Dry Density (kN/m ³):	17.97
L (cm):	15.50	Moisture Content (%):	9.5
D (cm):	8.20	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	1.2

Uniaxial Compression Test

CLIENT _____ PROJECT NAME _____ مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION _____ یوشهر

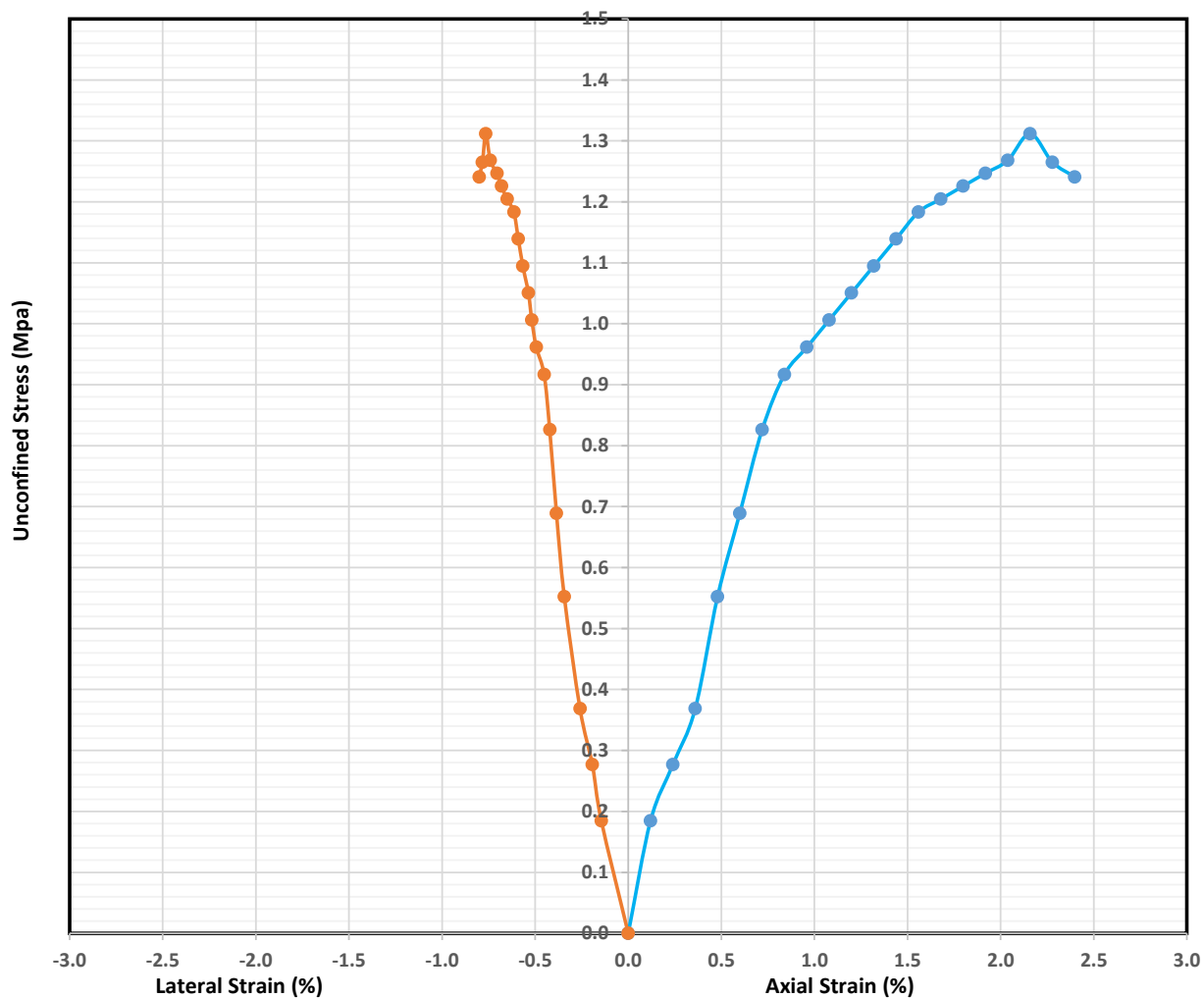


Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	WH-02	Bulk Density (kN/m ³):	20.48
Depth (m):	5.10-5.40	Dry Density (kN/m ³):	19.15
L (cm):	20.10	Moisture Content (%):	6.9
D (cm):	8.40	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	1.0

Uniaxial Compression Test

CLIENT _____ PROJECT NAME _____ مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION _____ بوشهر



Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	WH-02	Bulk Density (kN/m ³):	21.65
Depth (m):	8.15-8.50	Dry Density (kN/m ³):	19.56
L (cm):	20.85	Moisture Content (%):	10.7
D (cm):	8.30	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	1.3

پیوست ۴-۵

آزمایش بار نقطه ای

Point Load Test Result

Project Name:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

Client :



Project No.:

589

Borehole No.	Depth (m)	Load (kgf)	W (mm)	D (mm)	Is (Mpa.)	F	I ₅₀ (Mpa.)	UCT (approximately) (Mpa.)
BH-FL-20	1.5-2.0	12	88	100	0.01	1.37	0.01	0.32
BH-FL-21	0.5-1.0	5	86	80	0.01	1.24	0.01	0.16
BH-FL-21	2.5-3.0	15	87	93	0.01	1.32	0.02	0.42
BH-FL-23	0.5-1.0	8	78	88	0.01	1.29	0.01	0.26
BH-WH-02	4.05-4.3	20	81	85	0.02	1.27	0.03	0.64
BH-WH-02	6.25-6.5	22	80	90	0.02	1.30	0.03	0.69
BH-WH-02	9.15-9.5	21	82	85	0.02	1.27	0.03	0.66
BH-WH-02	11.5-11.83	25	82	89.5	0.03	1.30	0.03	0.76

Note:

$$D_e = 4A / \pi$$

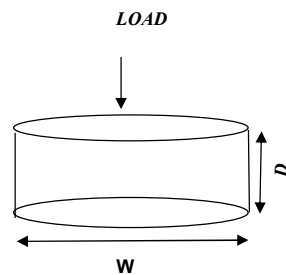
$$A = WD$$

$$I_s = \text{Calibrated Load/Area}$$

$$F = (D/50)^{0.45}$$

$$I_{50} = I_s * F$$

$$UCT \approx I_{50} * 22$$



پیوست ۴-۶

آزمایش برش مستقیم



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

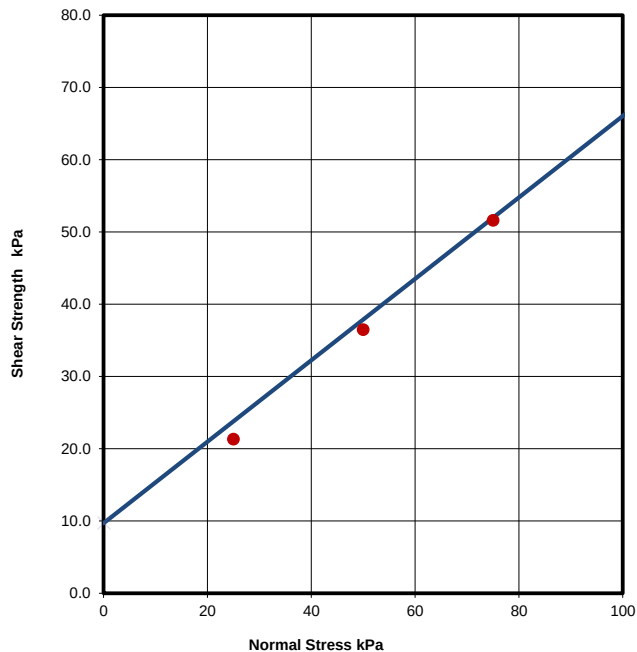
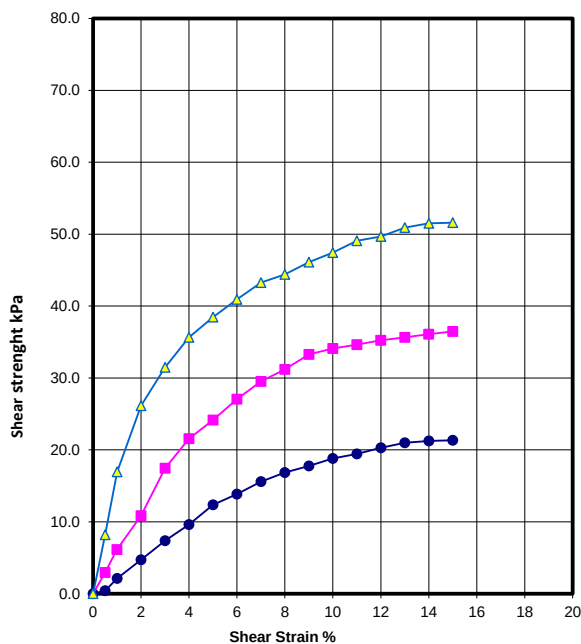
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	EL-16	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	1.7-2.0	Test Type:	Fast

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	3.0	3.0	3.0	Moisture (%):	10.9	11.2	11.1	Moisture (%):	11.8	11.9	8.7
B*L (cm*cm):	10*10	10*10	10*10	Saturation (%):	56.96	57.19	58.01	Saturation (%):	98.40	98.40	98.20
γ_d (kN/m ³):	17.58	17.45	18.60	Void Ratio:	0.51	0.52	0.51	Void Ratio:	0.32	0.32	0.23

Test Results	
C (kPa):	9.70
ϕ (Degree):	29



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

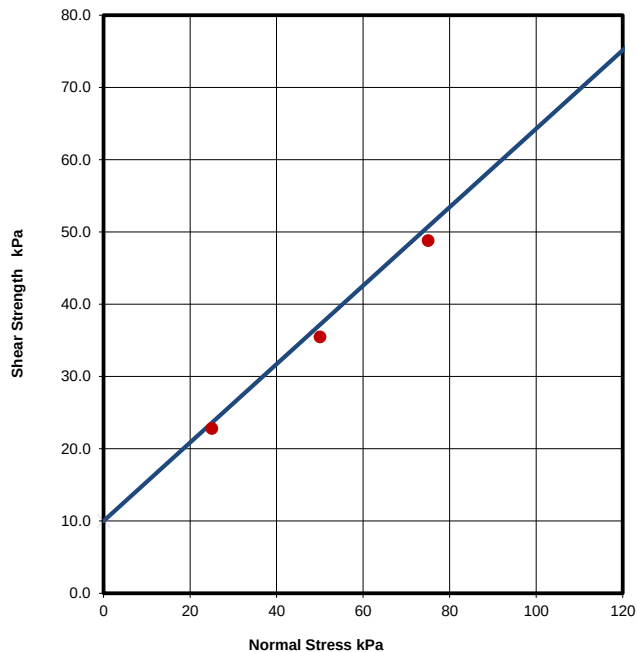
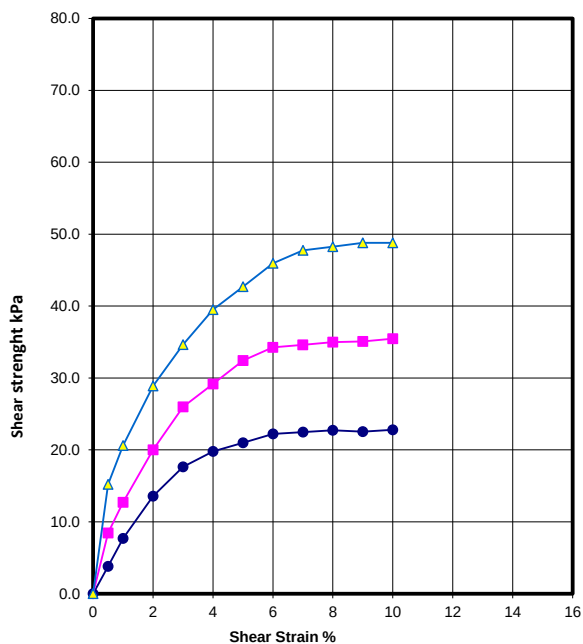
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	EL-17	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	0.7-1.0	Test Type:	Fast

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	3.0	3.0	3.0	Moisture (%):	10.0	10.1	10.0	Moisture (%):	21.3	21.7	22.9
B*L (cm*cm):	10*10	10*10	10*10	Saturation (%):	48.14	49.22	48.14	Saturation (%):	97.80	98.00	97.90
γ_d (kN/m ³):	17.09	17.17	17.18	Void Ratio:	0.55	0.54	0.55	Void Ratio:	0.58	0.59	0.62

Test Results

C (kPa):	10.00
ϕ (Degree):	29



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

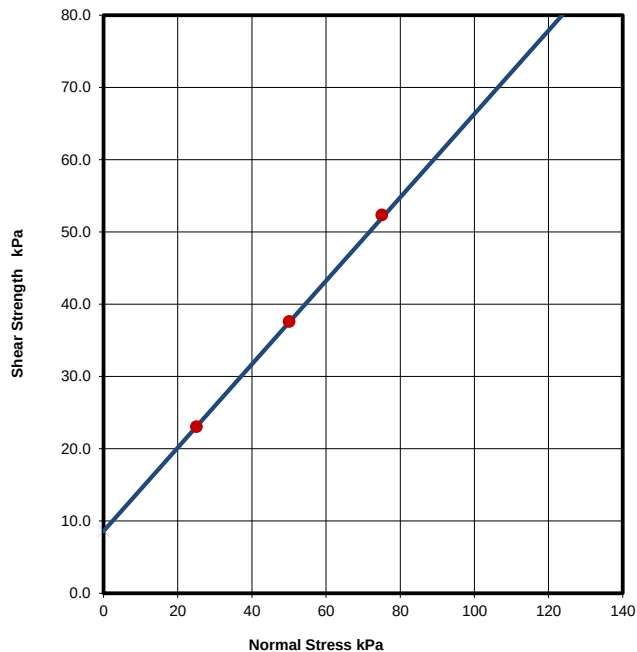
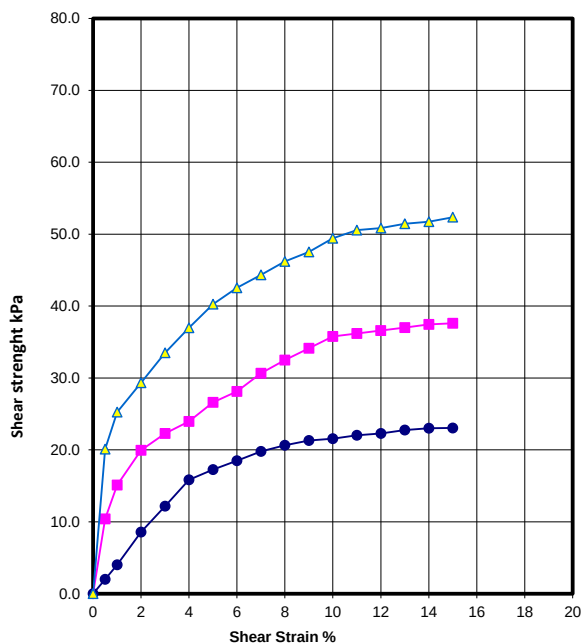
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	EL-17	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	2.7-3.0	Test Type:	Fast

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	3.0	3.0	3.0	Moisture (%):	8.5	8.6	8.8	Moisture (%):	11.9	12.0	11.8
B*L (cm*cm):	10*10	10*10	10*10	Saturation (%):	49.02	49.45	50.75	Saturation (%):	98.80	99.10	99.00
γ_d (kN/m ³):	18.16	18.14	18.11	Void Ratio:	0.46	0.46	0.46	Void Ratio:	0.32	0.32	0.31

Test Results	
C (kPa):	8.60
ϕ (Degree):	30



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

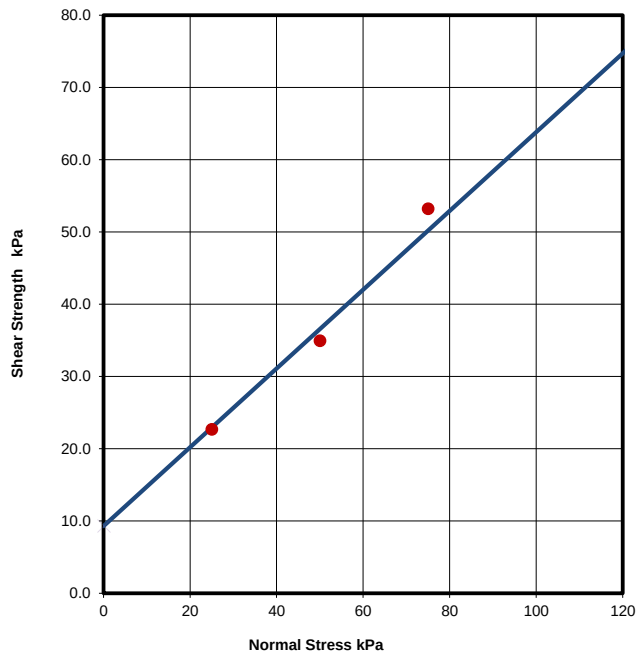
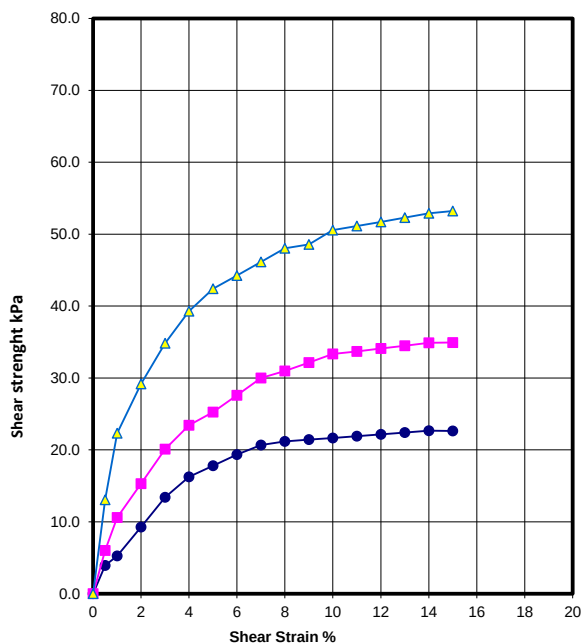
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	EL-18	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	1.7-2.0	Test Type:	Fast

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	3.0	3.0	3.0	Moisture (%):	10.0	9.9	9.8	Moisture (%):	15.3	14.8	13.7
B*L (cm*cm):	10*10	10*10	10*10	Saturation (%):	56.12	55.71	55.00	Saturation (%):	97.30	97.40	97.80
γ_d (kN/m ³):	18.00	18.02	18.12	Void Ratio:	0.47	0.47	0.47	Void Ratio:	0.42	0.40	0.37

Test Results

C (kPa):	9.30
ϕ (Degree):	28.6



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

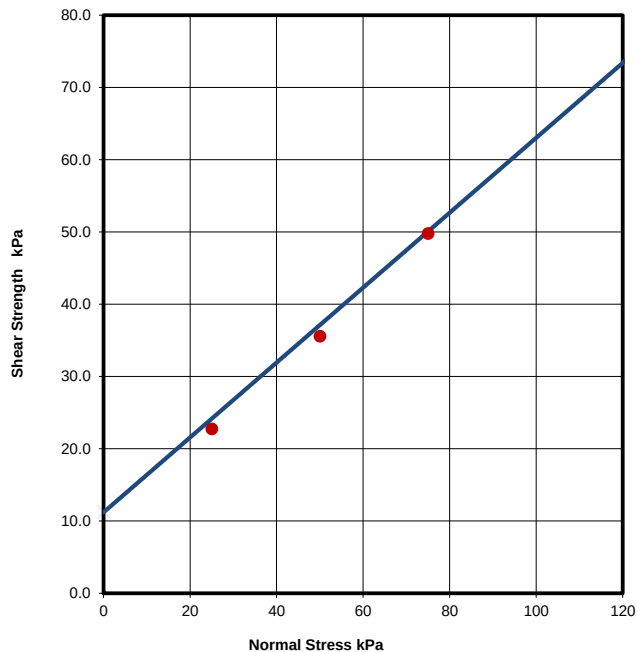
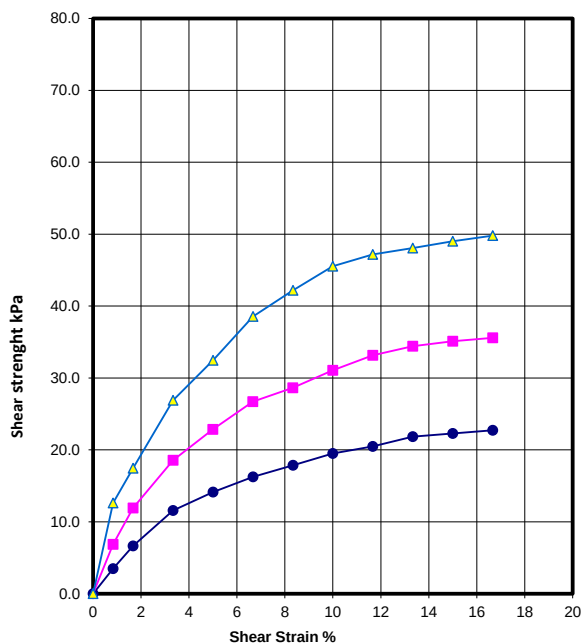
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	EL-19	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	0.7-1.0	Test Type:	Slow

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	2.0	2.0	2.0	Moisture (%):	11.4	11.5	11.6	Moisture (%):	15.9	24.4	20.9
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	59.68	59.15	60.73	Saturation (%):	98.70	98.80	98.80
γ_d (kN/m ³):	17.59	17.49	17.47	Void Ratio:	0.51	0.52	0.51	Void Ratio:	0.43	0.66	0.56

Test Results	
C (kPa):	11.20
ϕ (Degree):	27



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

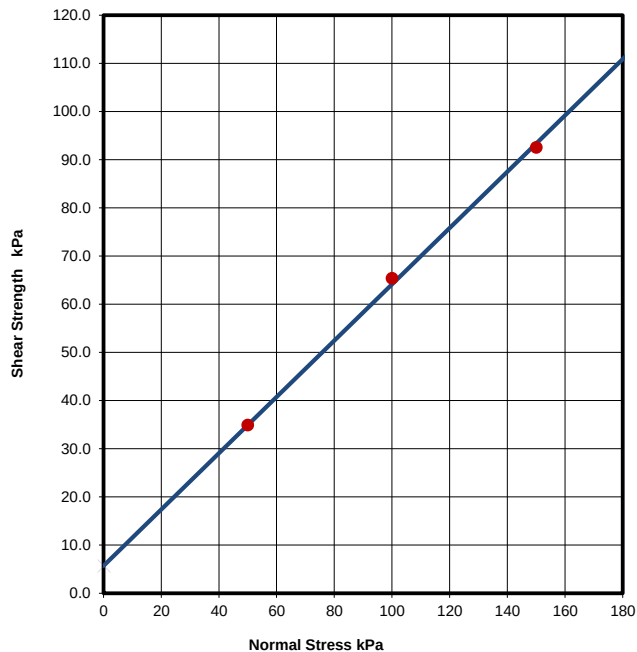
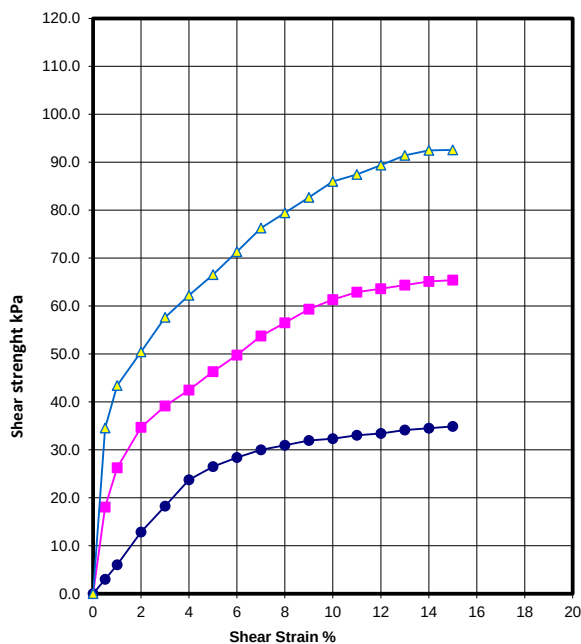
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	EL-19	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	2.7-3.0	Test Type:	Fast

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	3.0	3.0	3.0	Moisture (%):	9.5	9.6	9.5	Moisture (%):	11.2	11.1	11.0
B*L (cm*cm):	10*10	10*10	10*10	Saturation (%):	56.74	58.11	56.74	Saturation (%):	98.00	98.10	98.30
γ_d (kN/m ³):	18.36	18.43	18.36	Void Ratio:	0.44	0.44	0.44	Void Ratio:	0.30	0.30	0.30

Test Results

C (kPa):	5.70
ϕ (Degree):	30.3



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

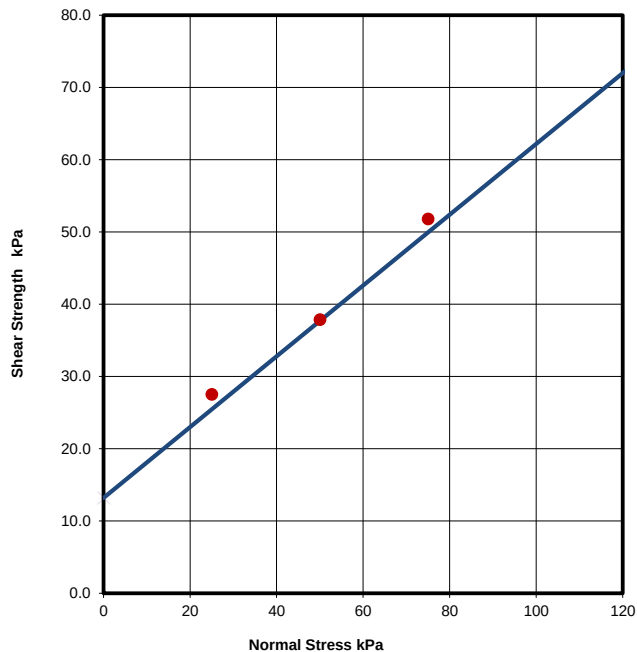
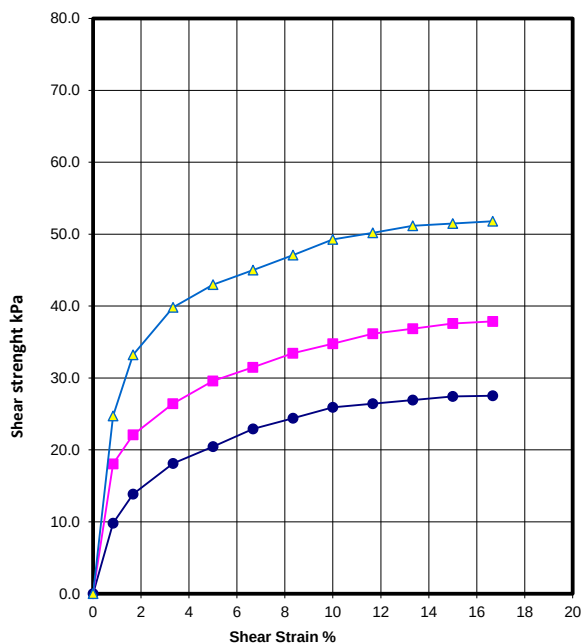
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	EL-20	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	0.7-1.0	Test Type:	Slow

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	2.2	2.2	2.2	Moisture (%):	10.3	10.5	10.2	Moisture (%):	24.4	25.8	25.7
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	49.94	49.90	49.46	Saturation (%):	97.60	97.90	97.40
γ_d (kN/m ³):	17.14	17.01	17.15	Void Ratio:	0.55	0.56	0.55	Void Ratio:	0.66	0.70	0.70

Test Results	
C (kPa):	13.20
ϕ (Degree):	26



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

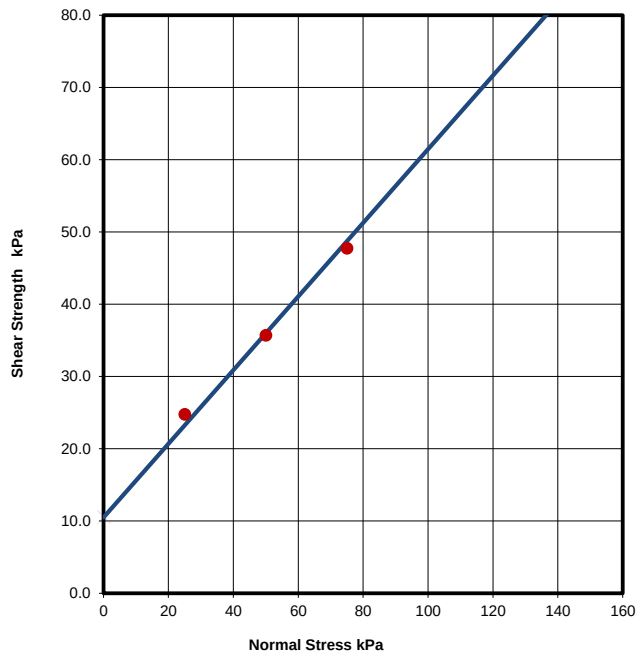
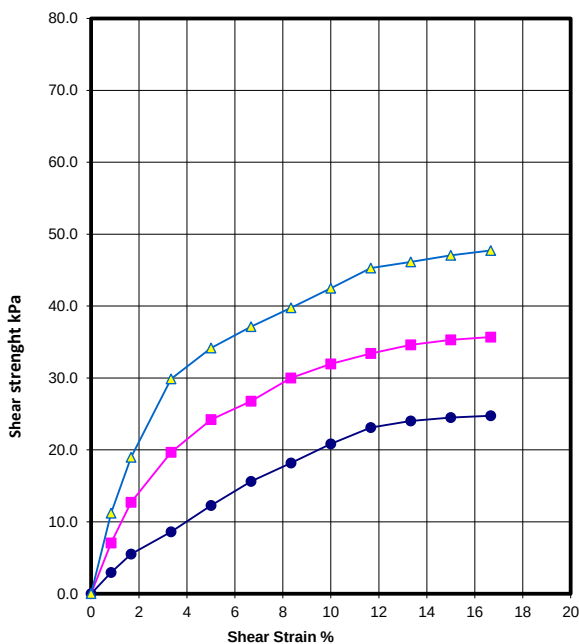
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	BH-FL-18	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	0.5-1.0	Test Type:	Slow

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	2.2	2.2	2.2	Moisture (%):	11.1	11.0	11.2	Moisture (%):	20.0	20.4	16.9
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	57.70	56.47	58.22	Saturation (%):	99.30	99.20	99.30
γ_d (kN/m ³):	17.55	17.48	18.60	Void Ratio:	0.51	0.52	0.51	Void Ratio:	0.53	0.54	0.45

Test Results	
C (kPa):	10.50
ϕ (Degree):	27

CLIENT

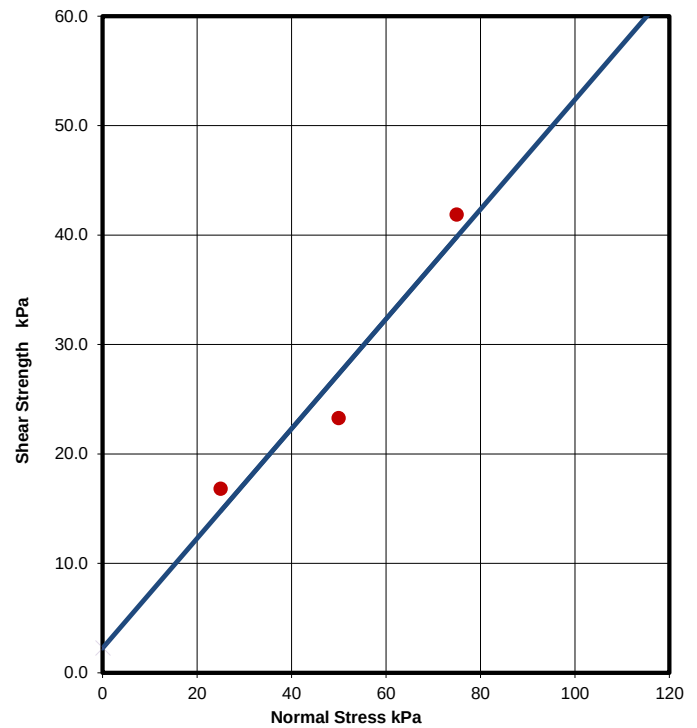
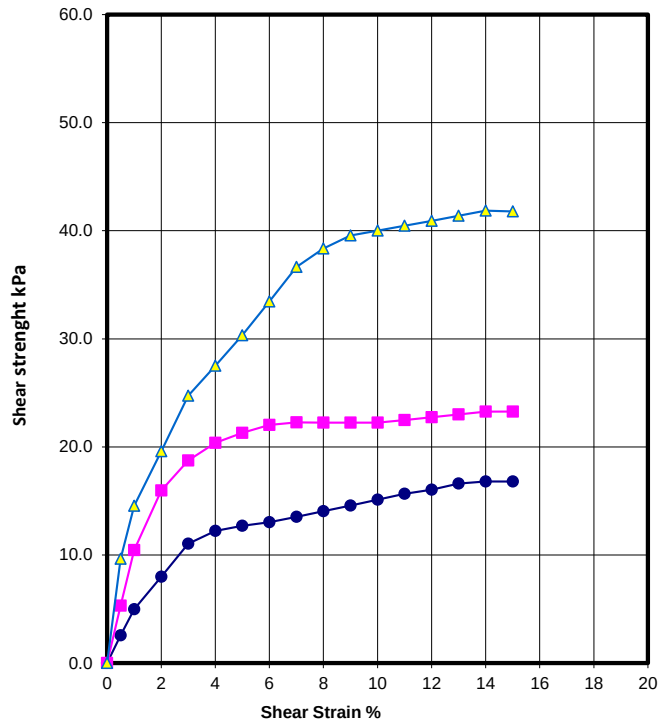
PROJECT NAME

مطالعات ژئوتکنیک بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION



Sample ID:	BH-FL-18	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	2.5-3.0	Test Type:	Fast

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	3.0	3.0	3.0	Moisture (%):	10.5	10.3	10.3	Moisture (%):	13.3	12.9	12.4
B*L (cm*cm):	10*10	10*10	10*10	Saturation (%):	74.29	73.75	72.67	Saturation (%):	94.68	94.03	91.83
γ_d (kN/m ³):	19.00	19.07	19.10	Void Ratio:	0.37	0.36	0.37	Void Ratio:	0.37	0.36	0.35

Test Results

C (kPa):	2.25
ϕ (Degree):	27



CLIENT

PROJECT NUMBER

589

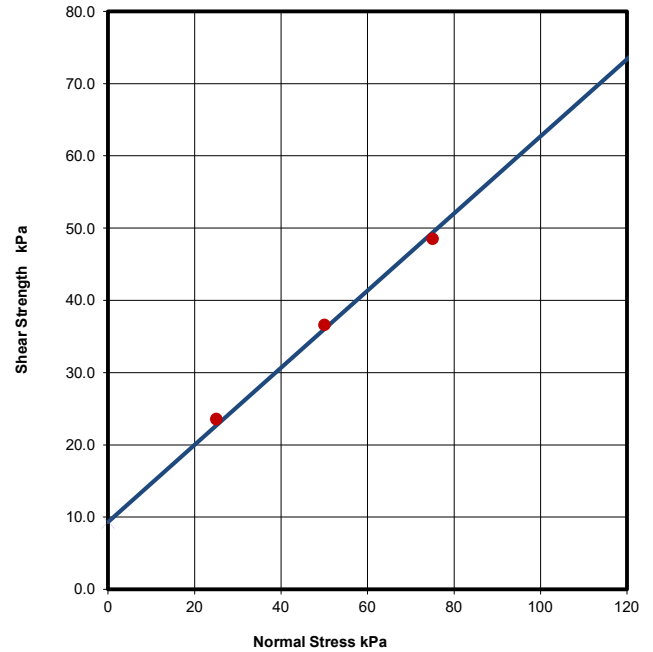
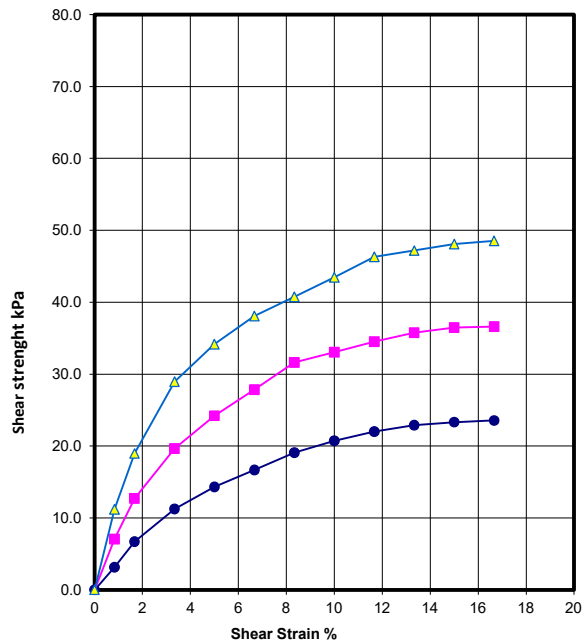
PROJECT NAME

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT LOCATION

بوشهر

Direct Shear Test



Borehole ID:	BH-FL-19	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	2.5-3.0	Test Type:	Slow

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	2.2	2.2	2.2	Moisture (%):	6.1	6.2	6.2	Moisture (%):	14.8	14.9	14.7
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	43.51	43.79	44.22	Saturation (%):	99.70	99.20	99.30
γ_d (kN/m ³):	19.32	19.31	19.40	Void Ratio:	0.37	0.37	0.37	Void Ratio:	0.39	0.40	0.39

Test Results

C (kPa):	9.30
ϕ (Degree):	28



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

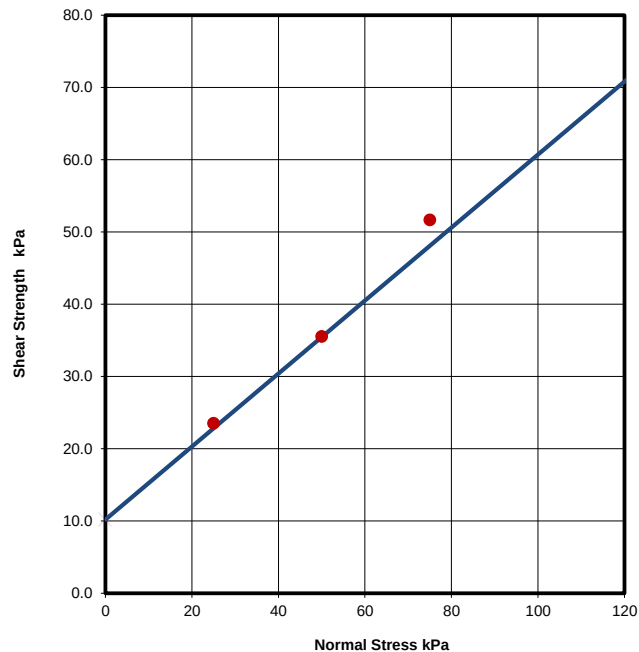
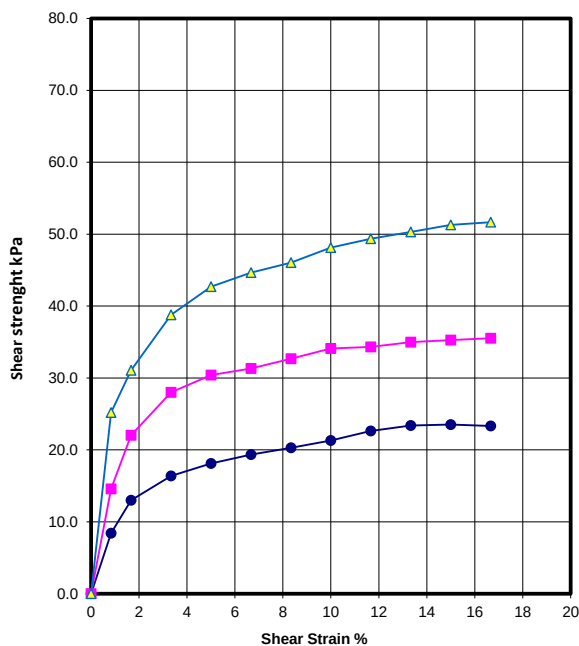
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	BH-FL-24	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	1.5-2.0	Test Type:	Slow

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	2.2	2.2	2.2	Moisture (%):	8.9	8.6	8.5	Moisture (%):	18.5	18.3	22.5
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	47.62	46.40	45.48	Saturation (%):	99.00	98.60	99.50
γ_d (kN/m ³):	17.72	17.77	17.79	Void Ratio:	0.50	0.49	0.50	Void Ratio:	0.50	0.49	0.60

Test Results	
C (kPa):	10.20
ϕ (Degree):	27



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

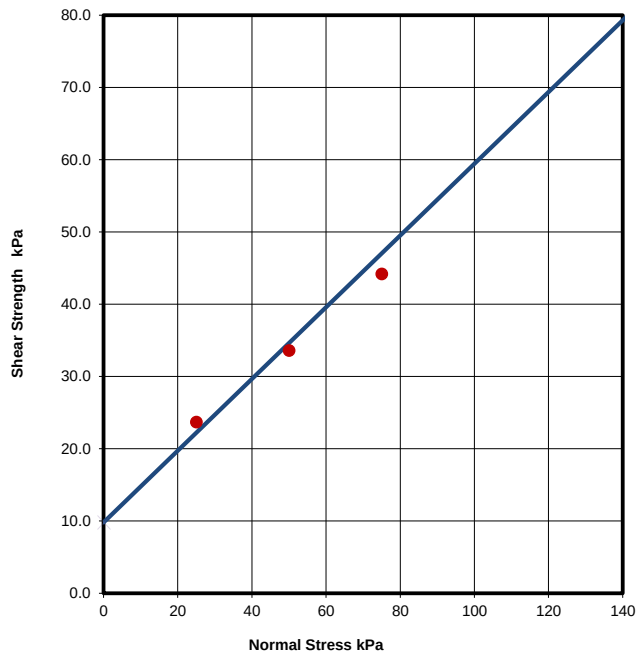
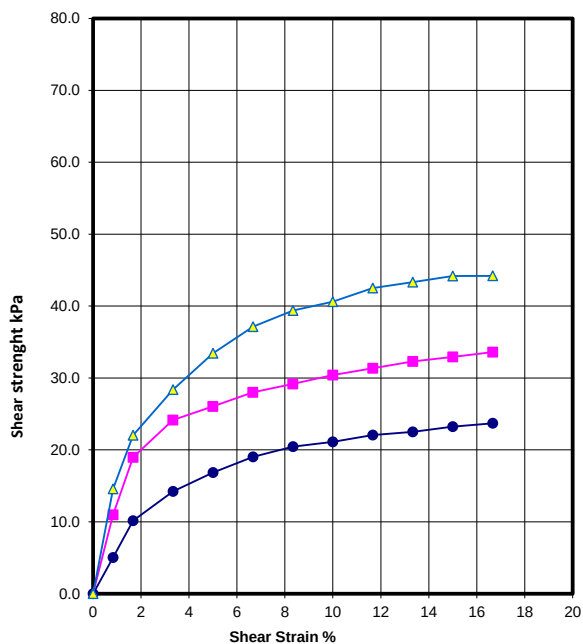
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	BH-FL-25	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	1.5-2.0	Test Type:	Slow

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	2.2	2.2	2.2	Moisture (%):	12.0	12.1	12.0	Moisture (%):	18.6	18.4	27.5
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	76.94	88.41	76.94	Saturation (%):	99.40	98.80	99.20
γ_d (kN/m ³):	18.75	19.45	18.66	Void Ratio:	0.41	0.36	0.41	Void Ratio:	0.50	0.50	0.73

Test Results	
C (kPa):	9.80
ϕ (Degree):	26

پیوست ۴-۸
آزمایش شیمیایی



Chemical Test –W-046 Soil

BH No:	Depth (m)	SO ₄ ⁻² (in Water) (%)	SO ₄ ⁻² (Total) (%)	CL ⁻ (%)	pH at 25° c
		(BS1377)	(BS1377)	(BS1377)	(ASTM4972)
BH-WH-2	1.25	0.177	1.356	1.02	7.9
BH-WH-2	3.7	0.172	1.125	1.03	8.0
BH-WH-2	4.05	0.163	1.065	0.580	8.1
BH-FL -18	1.5	0.165	1.036	0.62	8.2
BH-FL -20	0.50	0.176	0.892	0.581	8.1
BH-FL -23	0.50	0.164	1.029	1.01	7.8
BH-FL-25	0.50	0.159	1.448	0.528	8.1
BH-FL-25	1.0	0.158	1.452	0.61	8.0

پیوست ۴-۹

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه‌های خاک طبیعی - ناحیه 1

Layer type according to Unified method	Marl/ClayStone (CL)	Marl/ClayStone (CL)	Marl/ClayStone (CL)	Unit
Depth	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	m
Soil cohesion (C_u)	0.5-1.5	1.0-3.0	3.0-5.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.9-2.0	2.0-2.1	2.05-2.15	g/cm ³
Soil module of elasticity (E_s)	100-300	200-600	600-1000	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)	0.35-0.40	0.35-0.40	0.35-0.40	-

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه‌های خاک طبیعی - ناحیه 2

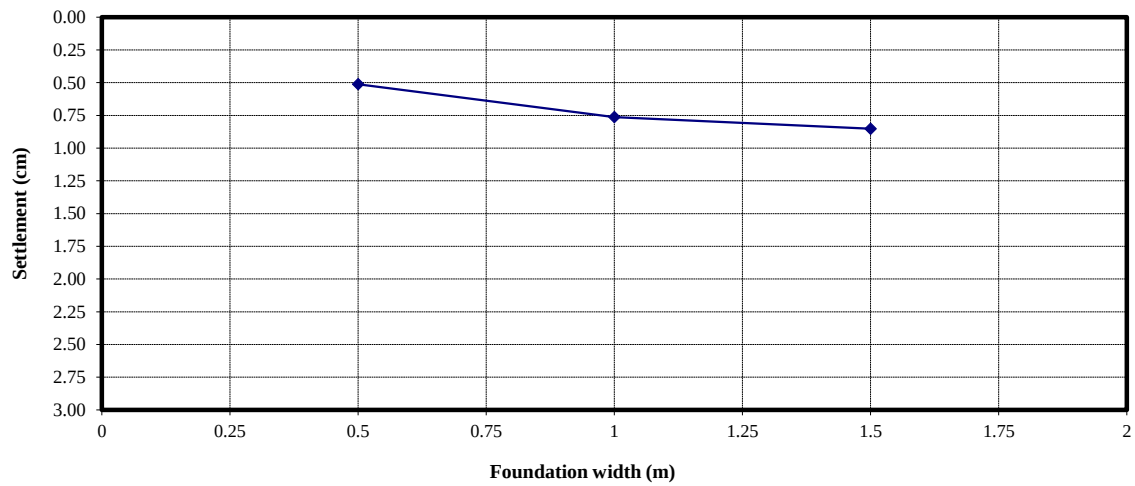
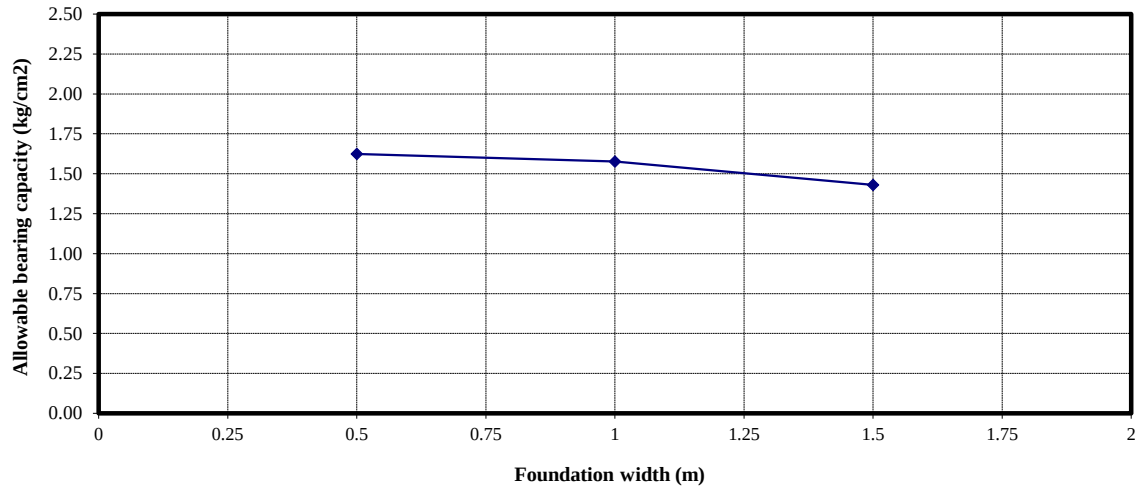
Layer type according to Unified method	Marl/ClayStone (CL)	Marl/ClayStone (CL)	Marl/ClayStone (CL)	Marl/ClayStone (CL)	Unit
Depth	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	4.0-15.0	m
Soil cohesion (C_u)	0.5-1.5	1.0-3.0	3.0-5.0	4.0-6.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.9-2.0	2.0-2.1	2.05-2.15	2.1-2.2	g/cm ³
Soil module of elasticity (E_s)	100-300	200-600	600-1000	800-1000	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)	0.35-0.40	0.35-0.40	0.35-0.40	0.35-0.40	-

پیوست ۵

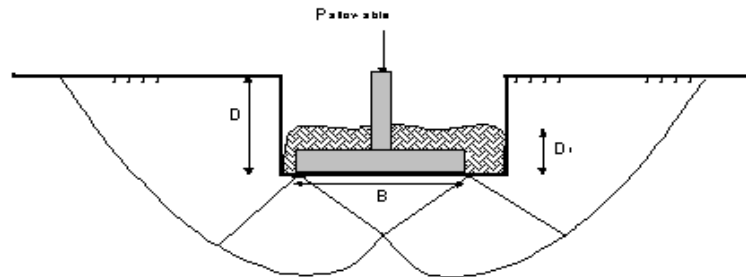
ظرفیت باربری پی های سطحی، مدول عکس العمل بستر و

ضرایب فشار جانبی برای لایه های خاک طبیعی

Strip Foundation - W-046- ZoneI



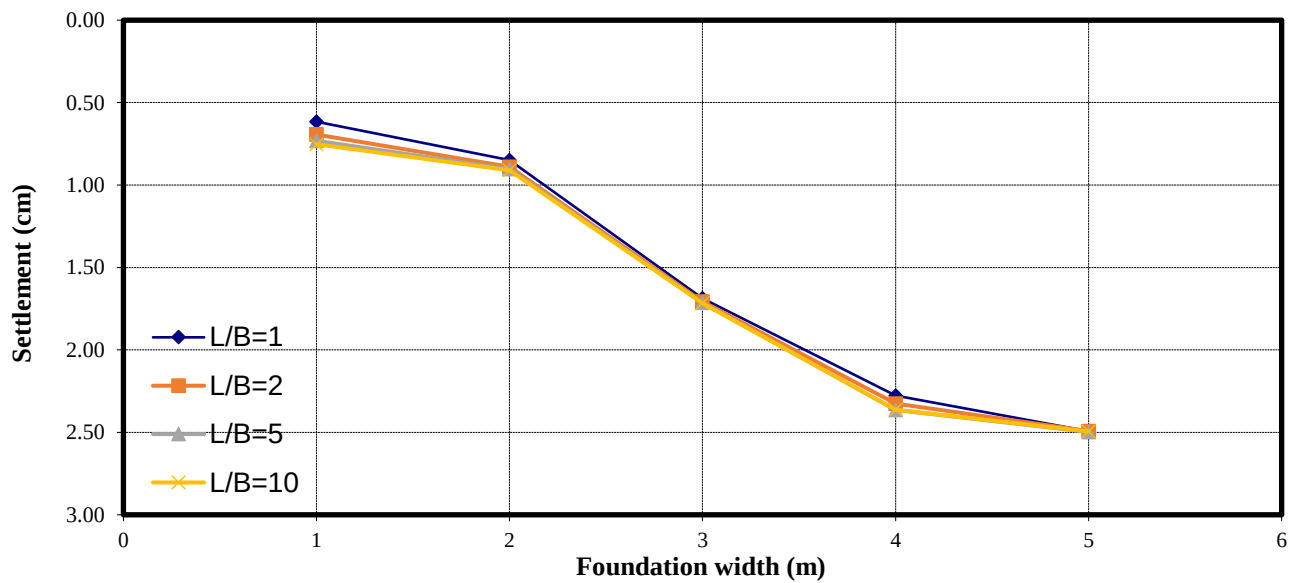
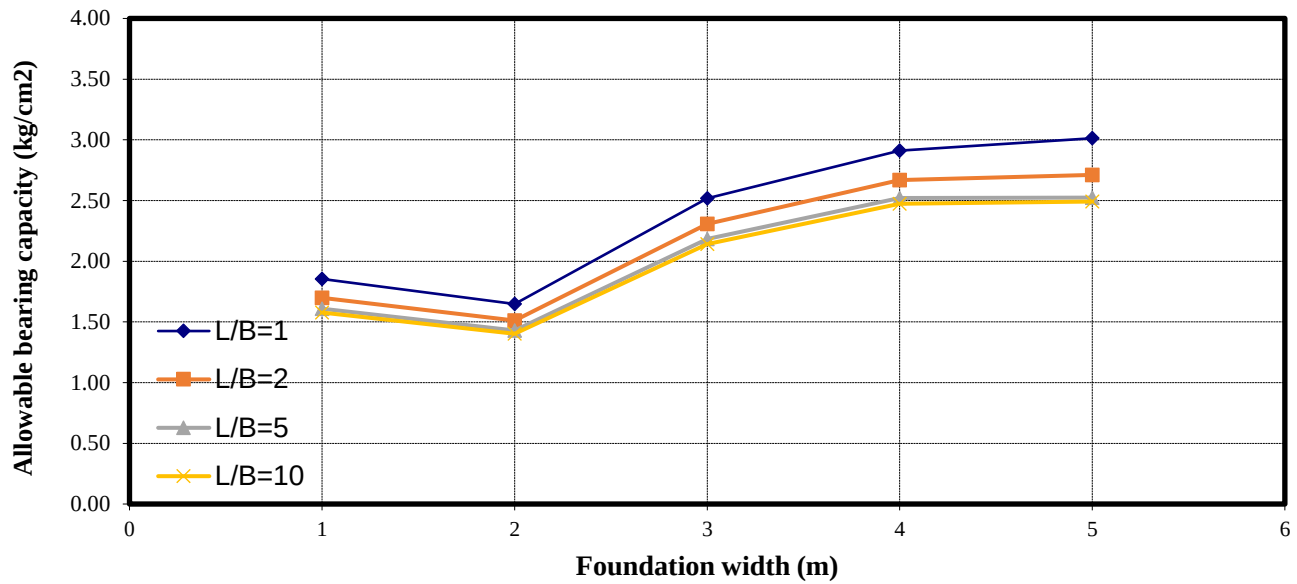
$L/B = 10$
 $D = 1m$
 $D_f = 1m$



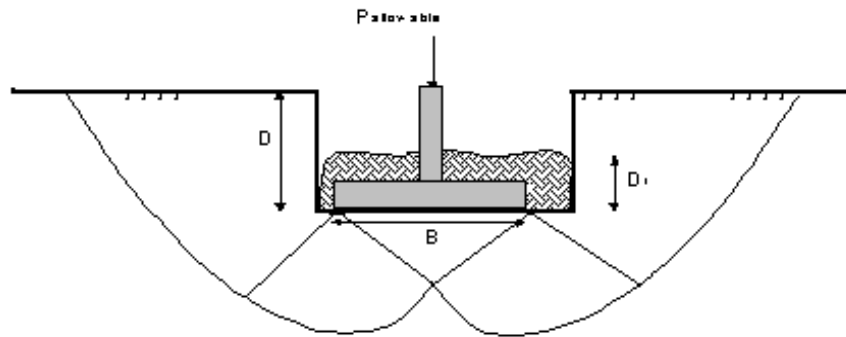
Notes:

D : Depth of footing with respect to ground surface
 D_f : Depth of footing embedment

Shallow Foundation - W-046- Zone II



$D = 1m$
 $D_f = 1m$

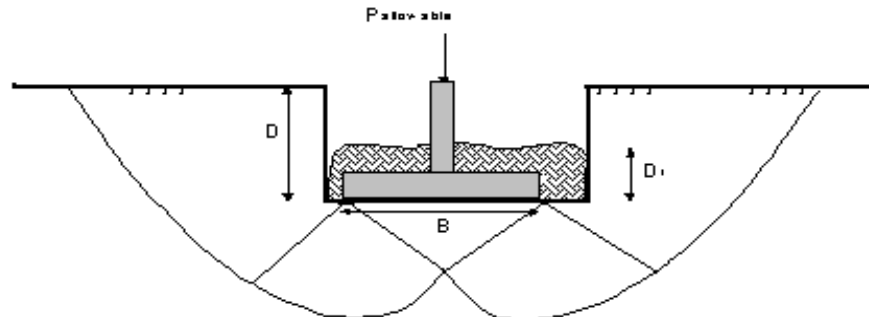
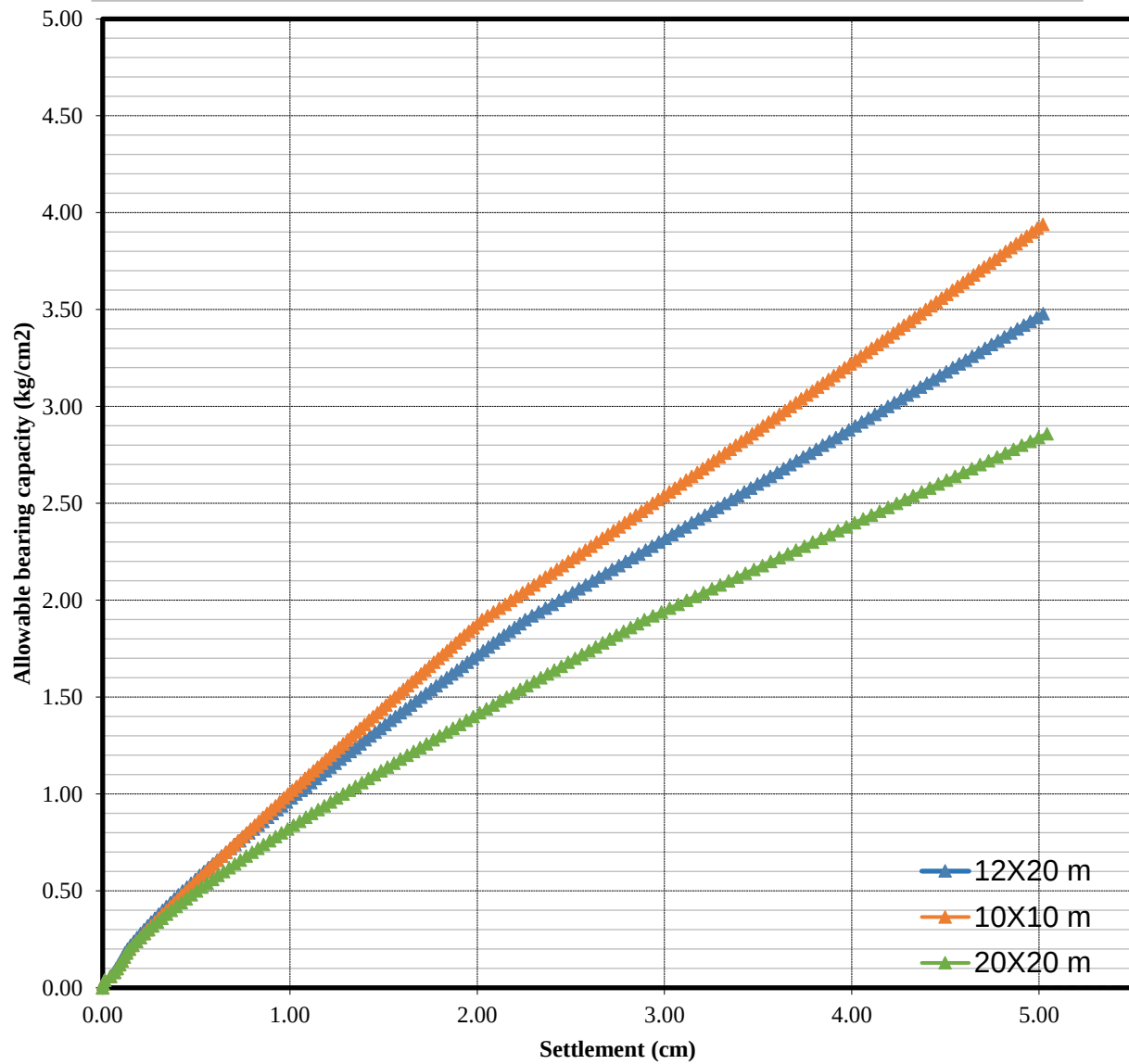


Notes:

D : Depth of footing with respect to ground surface

D_f : Depth of footing embedment

Mat Foundation W-046-Zone II



$D = 1m$
 $D_f = 1m$

Notes:

D : Depth of footing with respect to ground surface
 D_f : Depth of footing embedment

مدول عكس العمل بستر پی نواری برای عمق یک متر- ناحیه یک-W-046

B(m)	K _s (kg/cm ³)
	L/B=10
0.5	2.77
1.0	1.72
1.5	1.35

مدول عكس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر- ناحیه ۲-W-046

B(m)	مدول عكس العمل بستر پی سطحی (kg/cm ³)			
	L/B=1	L/B=2	L/B=5	L/B=10
1.0	3.01	2.45	2.20	2.10
2.0	1.94	1.70	1.58	1.54
3.0	1.49	1.35	1.27	1.25
4.0	1.28	1.15	1.07	1.05
5.0	1.21	1.09	1.01	1.00

مدول عكس العمل بستر پی گسترده برای عمق یک متر- ناحیه ۲-W-046

B×L (m)	S(cm)	مدول عكس العمل بستر پی گسترده (kg/cm ³)		
		گوشه پی	لبه پی	وسط پی
12×20	5.0	2.76	1.38	0.69
10×10	5.0	3.12	1.56	0.78
20×20	5.0	2.28	1.14	0.57

ضرایب فشار جانبی برای لایه‌های خاک طبیعی با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز دانه‌ای

ضرایب فشار جانبی	علامت مشخصه	مقادیر عددی ضرایب فشار جانبی $\Phi = 30^\circ$ برای لایه خاکریز درشت دانه
ضریب فشار جانبی سکون	K_0	۰/۵۰
ضریب فشار جانبی محرک در حالت استاتیکی	K_a	۰/۳۳
ضریب فشار جانبی مقاوم در حالت استاتیکی	K_p	۳/۰۰

پیوست ۶

گزارش GSI

میدان نفتی بینک از میدان‌های نفتی ایران است، میدان بینک در سال ۱۳۲۸ توسط شرکت اکتشاف و تولید نفت ایران کشف شد و بهره‌برداری از آن در سال ۱۳۴۶ آغاز گردید. حجم ذخیره درجای نفت خام این میدان در حدود ۲ میلیارد و ۸۹۰ میلیون بشکه برآورد می‌شود.

حجم نفت درجای میدان بینک بر اساس محاسبات انجام شده توسط مدیریت امور فنی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، معادل ۲ میلیارد و ۸۹۰ میلیون بشکه متعارفی پیش‌بینی شده است. این میدان در سال ۱۳۲۸ کشف شد و در سال ۱۳۴۶ به بهره‌برداری رسید. توسعه میدان نفتی بینک نخستین بار در سال ۱۳۸۱ انجام گرفت و ظرفیت تولید نفت این میدان به ۲۶ هزار بشکه در روز رسید

میدان نفتی بینک در افق آسماری دارای ابعادی به طول ۴۲ کیلومتر و عرض متوسط ۶ کیلومتر است. وجود هیدروکربور در سازندهای آسماری و چهارم در سال ۱۳۴۲ توسط شرکت اکتشاف و تولید نفت ایران، با حفر چاه شماره ۱ گلخاری به اثبات رسید. چاه‌های شماره ۱ و ۲ برای اکتشاف و توصیف مخازن آسماری و گروه خامی، حفاری شدند و حفاری چاه شماره ۳ نیز در سال ۱۳۵۷ توسط شرکت آسکو انجام شد. سازندهای آسماری و چهارم این میدان به دلیل ارتباط فشاری مناسب، به عنوان یک مخزن واحد محسوب می‌شوند.

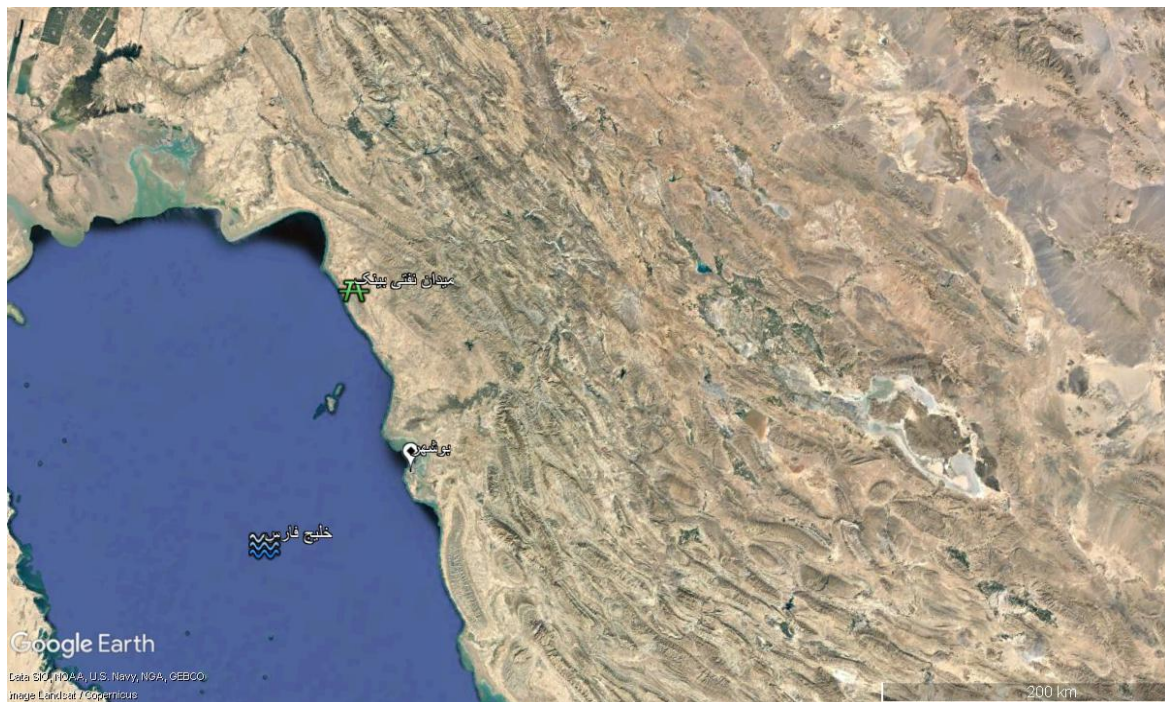
شرح کار پروژه:

• احداث جاده دسترسی و احداث محل چاه ۶ حلقه چاه جدید در مخازن بنگستان و آسماری

• تعمیر جاده دسترسی و تعمیر محل چاه ۴ حلقه چاه موجود مخزن بنگستان

۲- موقعیت جغرافیایی

میدان نفتی بینک در استان بوشهر، در فاصله ۲۰ کیلومتری از شمال غربی بندر گناوه و در ساحل خلیج فارس مستقر می‌باشد این میدان از شمال با میدان نفتی گلخاری، میدان نفتی بی‌بی حکیمه و میدان نفتی سیاهمکان و از جنوب با میدان نفتی خارک، در دریا هم‌جوار است. در تصاویر شماره ۱، موقعیت پروژه بر روی تصویر **GoogleEarth** و نقشه جغرافیایی استان بوشهر نشات داده شده است.



تصویر ۱: موقعیت جغرافیایی میدان نفتی بینک

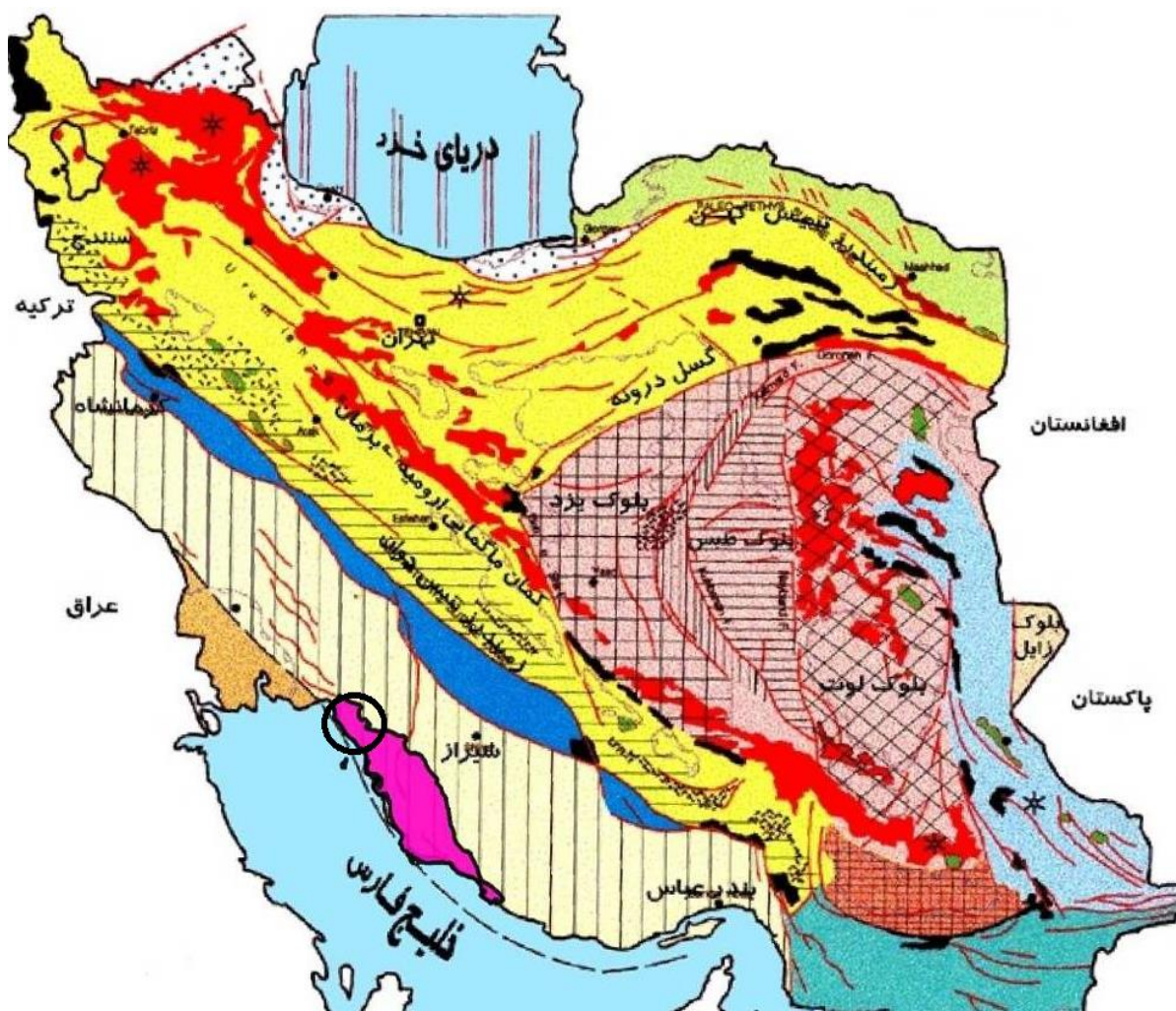
۳- هدف مطالعات

یکی از مهمترین مشکلات قراردادی در ساخت سازه در سنگ مسئله تغییر شرایط زمین در مسیر پروژه در حین سنگبرداری است. به منظور غلبه بر این مشکل در فهرست بهای راه و باند، بهره‌گیری از طبقه‌بندی شاخص مقاومت زمین‌شناسی (GSI) تاکید شده است. بر اساس فهرست بهای راه و باند (عملیات خاکی با ماشین) برای تعیین انواع زمین از شاخص مقاومت زمین‌شناسی (GSI) می‌توان استفاده کرد.

هدف از ارائه گزارش حاضر، تخمین و ارزیابی شاخص مقاومت زمین‌شناسی ۱۰ حلقه چاه نفت و ۲ ایستگاه تقویت فشار گاز در میدان نفتی بینک به منظور افزایش تولید نفت می‌باشد.

۴ - موقعیت زمین‌شناسی

استان ساحلی بوشهر، متعلق به زون زاگرس و زیر پهنه زاگرس چین‌خورده می‌باشد. زون زاگرس به سه ناحیه تقسیم می‌شود و بیشترین رسوبات دیده شده در آن متعلق به زاگرس چین‌خورده می‌باشد. زاگرس چین‌خورده در جنوب غربی ایران واقع شده است و پهنای آن در حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر تخمین زده می‌شود. دارای روند تقریباً شمال غربی - جنوب شرقی است و در آن رسوبات پالئوزوئیک، مزوزوئیک و ترسیر بطور هم شیب قرار دارند. در اینفرا کامبرین تا تریاس رسوبات دیده شده در این ناحیه مشابه ایران مرکزی و البرز می‌باشد. در اوایل پرمین بوسیله رسوبات تبخیری قاره‌ای زاگرس پوشیده شده که بعداً رسوبات آهکی مربوط به دریای کم عمق همراه با شیل و رخساره‌های کولابی تا تریاس میانی در آن گذاشته شده است. در تصور ۲ موقعیت زمین‌شناسی محل پروژه نشان داده شده است.



تصویر ۲- موقعیت استان بوشهر در تقسیم‌بندی پهنه‌های رسوبی- ساختاری ایران (آقانباتی، ۱۳۷۹)

۵- سازند آغاجاری

نام سازند از میدان نفتی آغاجاری انتخاب شده است و مقطع آن در طول جاده امیدیه که به چاه‌های میدان نفتی آغاجاری منتهی می‌شود، اندازه‌گیری شده است. ضخامت این سازند زیاد و به ۲۹۶۵ متر می‌رسد. سازند آغاجاری از نظر لیتولوژی شامل ماسه سنگ‌های آهک دار قهوه‌ای خاکستری، رگه‌های گچ مارن‌های قرمز، و سیلیستون است. در کنتاکت زیرین سازند آغاجاری، مارن‌های خاکستری و آهک‌های سازند میشان قرار دارد که حد بین آنها تدریجی و هم‌شیب است. در کنتاکت فوقانی سازند آغاجاری، سازند بختیاری به حالت دگرشیبی دیده می‌شود. سن سازند آغاجاری از میوسن فوقانی تا پلیوسن تعیین شده است. از نظر گسترش جغرافیایی، ضخامت سازند آغاجاری از ۶۱۰ متر تا ۳۰۴۸ متر متغیر است. لیتولوژی این سازند در محدوده استان فارس بطور غالب از جنس ماسه سنگ آهک دار قهوه‌ای مایل به خاکستری و کمی هوازده،

ژپس حفره دار، مارن قرمز و سیلتستون بوده و گسترش آن تقریباً در سراسر منطقه به چشم می‌خورد. در محدوده مطالعاتی میدان نفتی بینک، لیتولوژی این سازند غالباً از مارن های الوان (قرمز-سبز) با میان لایه های ماسه سنگی و سیلتستون تشکیل شده است.

در تصاویر ۳ الی ۵ نمایی از این سازند در محل طرح نشان داده شده است.



تصویر ۳: نمایی از تناوب مارن و ماسه سنگ در محدوده چاه نفتی BK-05 بینک



تصویر ۴: نمایی از تناوب مارن و ماسه سنگ در محدوده چاه نفتی W-08N بینک



تصویر ۵: نمایی از تناوب مارن و ماسه سنگ در محدوده چاه نفتی W-18S بینک

۶- تعیین کیفی شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI=Geological Strength Index)

شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI) در سال ۱۹۹۲ توسط هوک و همکاران معرفی شد. سپس این شاخص برای توده سنگ های ضعیف نیز توسط هوک و همکاران، ۱۹۹۴ و هوک و مارینوس، ۲۰۰۰، توسعه داده شد. مارینوس و هوک، ۲۰۰۱ نموداری برای تعیین شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ های ناهمگن مانند فلیش که شامل ترکیبی از تناوب سنگ های ضعیف و قوی بهم ریخته (تناوب ماسه سنگ و سیلتستون) است پیشنهاد نمودند. این نمودار در سال ۲۰۰۷ توسط مارینوس و همکاران تدقیق شد.

شاخص مقاومت زمین شناسی ویژگی های سنگ بکر را به توده سنگ مرتبط می کند. این ارتباط بر اساس ارزیابی جنس زمین شناختی (لیتولوژی)، ساختار زمین ساختی و شرایط سطح ناپیوستگی های توده سنگ است که بر پایه برداشت صحرایی توده سنگ های قابل مشاهده در رخنمون ها، حفاری های سطحی مانند ترانشه های راه، جبهه های کاری و سطوح اطراف تونل و مغزه های گمانه انجام می گیرد. این روش دو پارامتر اساسی فرآیند زمین شناختی (بلوکی شدن توده سنگ و شرایط ناپیوستگی ها) را مورد استفاده قرار می دهد. بنابراین محدودیت های اصلی زمین شناختی حاکم بر سازندها را در نظر می گیرد. این شاخص روشی آسان برای ارزیابی توده سنگ در صحرا می باشد.

نوع توده سنگ یک فاکتور کنترلی در ارزیابی روش حفاری است. بطوریکه آن، ارتباط نسبتاً نزدیکی با تعداد دسته ناپیوستگی دارد و گویای ساختار توده سنگ است. شاخص مقاومت زمین شناسی وابسته به مقیاس نیست، با این وجود هر نوع سنگی یک ارتباط گسترده ای با اندازه بلوک دارد مثلاً توده سنگ بلوکی، دارای بلوک های بزرگتر از یک توده سنگ خیلی بلوکی و یا توده سنگ منفصل (که از قطعات خیلی کوچک ساخته شده است) دارد. این ارتباط فقط جنبه آموزشی دارد، بنابراین قابل کاربرد برای توده سنگ ویژه ای نیست مثلاً توده سنگ شیستی برشی که فاصله داری صفحات شیستوزیته معادل با صفحات ناپیوستگی است و لذا مفهوم حجم بلوک قابل استفاده نیست.

مقاومت و پایداری یک توده سنگ به ۲ عامل زیر وابسته است:

الف-ویژگی‌های مهندسی سنگ بکر

ب- درجه آزادی قطعات سنگی نسبت به لغزش و چرخش تحت شرایط مختلف تنش

اهمیت درجه آزادی قطعات سنگی در شرایط سطحی و کم عمق از مقاومت سنگ بکر بسیار بالاتر است.

درجه آزادی قطعات سنگی نیز از طریق ۲ عامل مهم زیر کنترل میشود:

۱- شکل هندسی بلوک‌های سنگی (ساختار توده سنگ)

۲- شرایط سطحی ناپیوستگی‌ها

بطور مثال توده‌سنگ‌های زاویه‌دار با سطح ناپیوستگی زیر و تمیز به مراتب از توده‌سنگ‌های با قطعات گرد و حاوی مصالح هوازده و دگرسان مقاوم‌تر است.

در ابتدا شاخص مقاومت زمین شناسی بر اساس مشاهدات کیفی زمین‌شناسی و با استفاده از ۲ فاکتور زیر تعریف گردید (تصویر ۶):

• ۱- شرایط کیفی ساختاری (درجه بلوک‌شدگی و درهم قفل شدگی قطعات سنگی)

• ۲- شرایط کیفی سطح ناپیوستگی‌ها

بر اساس دو شرط بالا، توده‌سنگ‌ها به ۲۶ گروه تقسیم شده‌اند که با ارزیابی شرایط فوق در محل رخنمون، می‌توان شاخص مقاومت زمین شناسی توده‌سنگ مورد نظر را تخمین زد.

در ادامه طبقه‌بندی هر یک از دو فاکتور فوق برای تعیین شاخص مقاومت زمین‌شناسی توده‌سنگ تشریح شده است.

۱- شرایط کیفی ساختاری

شرایط کیفی ساختاری بر اساس فاصله‌داری (Spacing)، شکل بلوک (Block shape)، بهم‌قفل شدگی (Interlocking) بلوک‌ها و میزان بهم‌ریختگی (Disturbing) ساختاری به ۶ رده زیر قابل تفکیک هستند (Singh & Goel, 2011):

۱- سنگ بکر و توده‌ای (Intact/Massive):

سنگ بکر یا توده‌ای دارای ناپیوستگی‌های پراکنده با فاصله‌داری زیاد $\text{Spacing} > 100\text{cm}$

۲- بلوکی (Blocky):

توده‌سنگ بدون بهم‌ریختگی و خوب بهم قفل شده شامل بلوک‌های مکعبی حاصل از ۳ دسته ناپیوستگی تقریباً قائم با فاصله‌داری $\text{Spacing}: 30-100\text{cm}$

۳- بسیار بلوکی (Very blocky):

توده‌سنگ با بهم‌ریختگی کم و نسبتاً بهم قفل شده شامل بلوک‌های چندوجهی زاویه‌دار حاصل از ۴ دسته ناپیوستگی یا بیشتر با فاصله‌داری $\text{Spacing}: 10-30\text{cm}$

۴- بلوکی چین‌خورده (Blocky/Folded):

توده‌سنگ بهم‌ریخته درزه‌دار گسل خورده و یا چین‌خورده با بلوک‌های زاویه‌دار حاصل از تعداد زیادی دسته ناپیوستگی متقاطع با فاصله‌داری $\text{Spacing}: 3-10\text{cm}$ و دارای لایه‌بندی یا شیستوزیته ممتد

۵- توده‌سنگ منفصل/خردشده (Disintegrated/Crushed):

توده‌سنگ به شدت خردشده و بهم‌ریخته با درجه بهم‌قفل‌شدگی ضعیف با ترکیبی از قطعات زاویه‌دار و گردشده و ناپیوستگی‌های با فاصله‌داری $\text{Spacing} < 3\text{cm}$

۶- توده‌سنگ متورق (شیستوزیته)/برش خورده (Laminated/Sheared):

توده‌سنگ فاقد بلوک بعلت فاصله‌داری نزدیک $\text{Spacing} < 1\text{cm}$ شیستوزیته ضعیف یا صفحات برشی

۲- شرایط کیفی سطح ناپیوستگیها

شرایط کیفی سطوح ناپیوستگیها بر اساس ۳ پارامتر زیر قابل تعیین است:

۱- ناهمواری و زبری

۲- میزان هوازدهی

۳- پرشدگی

بر اساس پارامترهای فوق، شرایط کیفی سطح ناپیوستگیها به ۵ رده زیر قابل تفکیک است:

۱- خیلی خوب (Very good): خیلی زبر، سطح بدون هوازدهی و تازه

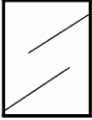
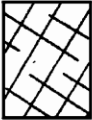
۲- خوب (Good): زبر، کمی هوازده، زنگزدگی با آهن

۳- مناسب (Fair): نرم، هوازدهی یا دگرسانی متوسط

۴- ضعیف (Poor): صیقلی، هوازدهی زیاد، با پرشدگی متراکم با مواد درشت دانه

۵- خیلی ضعیف (Very poor): خش لغزش، هوازدهی زیاد، با پرشدگی با مواد رسی

پس از ارزیابی شرایط فوق، به منظور تخمین مقدار شاخص مقاومت زمین‌شناسی، تاکید شده است که بجای ارائه یک عدد بعنوان میانگین شاخص مقاومت زمین‌شناسی توده سنگ مورد بررسی، محدوده‌ای از کمترین مقدار تا بیشترین مقدار، تعیین و بعنوان شاخص مقاومت زمین‌شناسی توده سنگ ارائه گردد. بطور مثال بجای ارائه $GSI=39$ بعنوان شاخص مقاومت زمین‌شناسی توده سنگ مورد بررسی، $36 < GSI < 42$ در گزارش ذکر گردد.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000) From the lithology, structure and surface conditions of the discontinuities, estimate the average value of GSI. Do not try to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than stating that GSI = 35. Note that the table does not apply to structurally controlled failures. Where weak planar structural planes are present in an unfavourable orientation with respect to the excavation face, these will dominate the rock mass behaviour. The shear strength of surfaces in rocks that are prone to deterioration as a result of changes in moisture content will be reduced if water is present. When working with rocks in the fair to very poor categories, a shift to the right may be made for wet conditions. Water pressure is dealt with by effective stress analysis.		SURFACE CONDITIONS VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces GOOD Rough, slightly weathered, iron stained surfaces FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces POOR Slickensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments VERY POOR Slickensided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings STRUCTURE DECREASING SURFACE QUALITY →				
 INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities		90			N/A	N/A
 BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets		80	70			
 VERY BLOCKY - interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets			60	50		
 BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity				40	30	
 DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces					20	
 LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes		N/A	N/A			10

تصویر ۶: چارت شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI) بر اساس مشاهدات کیفی زمین شناسی

(Hoek, Marinos and Benissi, 1998)

۷- محاسبه GSI به روش کمی

۱- محاسبه GSI بر اساس Sonmez & Ulusay, 2002

به منظور برآورد درجه ساختاری توده سنگ از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$SR = 79.8 - 17.5 \ln(Jv)$$

SR: امتیاز ساختار

Jv: فراوانی حجمی ناپیوستگی

به منظور برآورد امتیاز شرایط سطحی ناپیوستگی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$SCR = Rr + Rw + Rf$$

SCR: امتیاز شرایط سطحی ناپیوستگی

Rr: امتیاز زبری

Rw: امتیاز هوازدهی

Rf: امتیاز پرشدگی

در تصویر ۷ چارت تخمین و ارزیابی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش Sonmez & Ulusay, 2002 ارائه شده است

۲- محاسبه GSI بر اساس Cai et al, 2004

به منظور برآورد درجه ساختاری توده سنگ از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$V_b = \frac{s_1 s_2 s_3}{\sin \gamma_1 \sin \gamma_2 \sin \gamma_3},$$

Vb: حجم بلوک

S1, S2, S3, ...: فاصله‌داری دسته ناپیوستگی ۱، ۲، ۳ و ...

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$: زاویه بین ناپیوستگی‌ها

به منظور ساده‌سازی محاسبه حجم بلوک از فاکتور شکل بلوک و از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$V_b = \beta \cdot J_v^{-3}$$

β : فاکتور شکل بلوک

برای محاسبه درجه شرایط سطحی ناپیوستگی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$J_C = \frac{J_W J_S}{J_A},$$

J_C : فاکتور شرایط درزه

J_W : فاکتور موج‌داری سطح درزه

J_S : فاکتور زبری سطح درزه

J_A : فاکتور هوازدگی سطح درزه

در تصویر ۸ چارت تخمین و ارزیابی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش Cai et al, 2004 ارائه شده است

۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009

به منظور برآورد درجه ساختاری توده سنگ از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$V_b = \frac{s_1 s_2 s_3}{\sin \gamma_1 \sin \gamma_2 \sin \gamma_3},$$

V_b : حجم بلوک

برای برآورد درجه شرایط سطحی ناپیوستگی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$jC = \frac{JR \cdot JL}{JA}$$

jC : فاکتور شرایط سطح درزه

JR : فاکتور زبری سطح درزه

JL : فاکتور طول درزه

JA : فاکتور هوازدگی سطح درزه

در تصویر ۹ چارت تخمین و ارزیابی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش Russo, 2009 ارائه شده است.

۴- محاسبه GSI بر اساس Hoek et al, 2013

برای برآورد امتیاز ساختاری توده سنگ از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$RQD/2$$

به منظور برآورد امتیاز شرایط سطحی ناپیوستگی از روابط زیر و جدول شماره ۷ استفاده می‌شود:

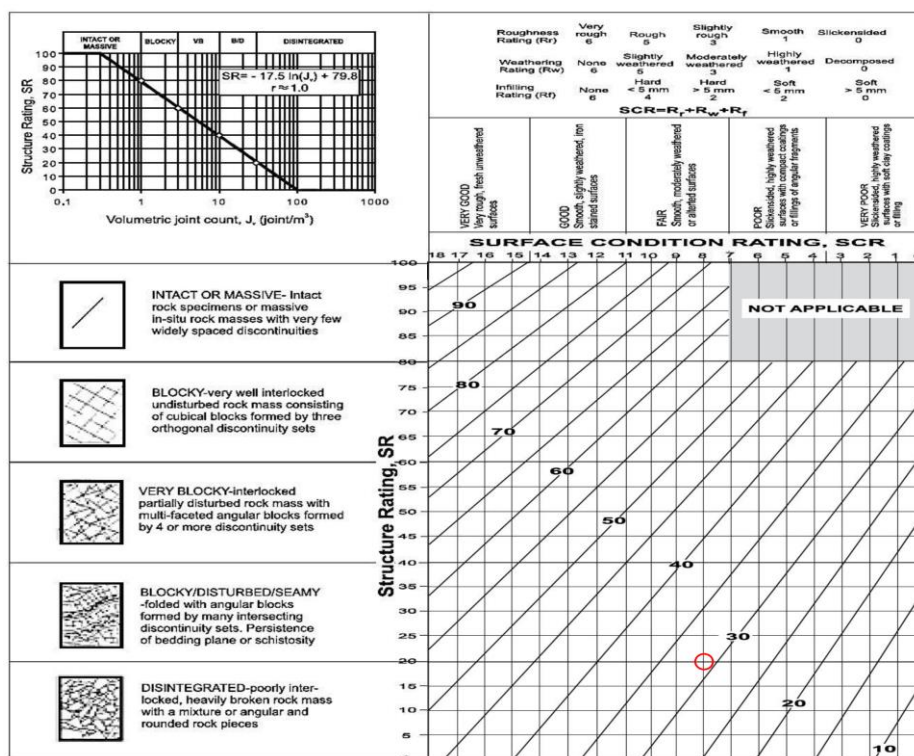
$$1.5 J_{cond}^{89}$$

$$2 J_{cond}^{76}$$

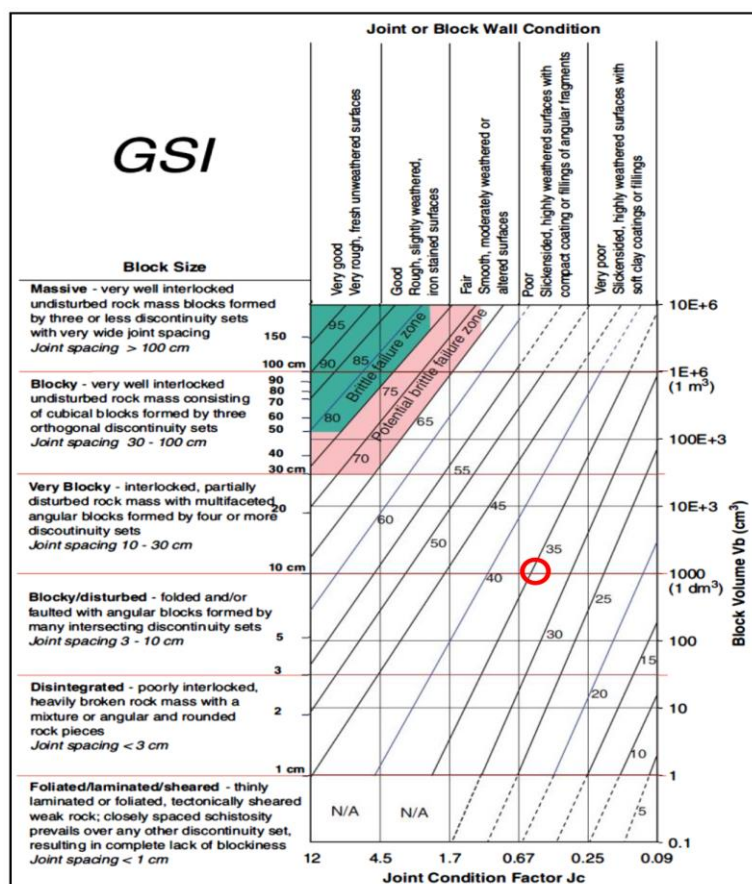
J_{cond}^{89} : امتیاز شرایط سطح ناپیوستگی بر اساس RMR_{89}

J_{cond}^{76} : امتیاز شرایط سطح ناپیوستگی بر اساس RMR_{76}

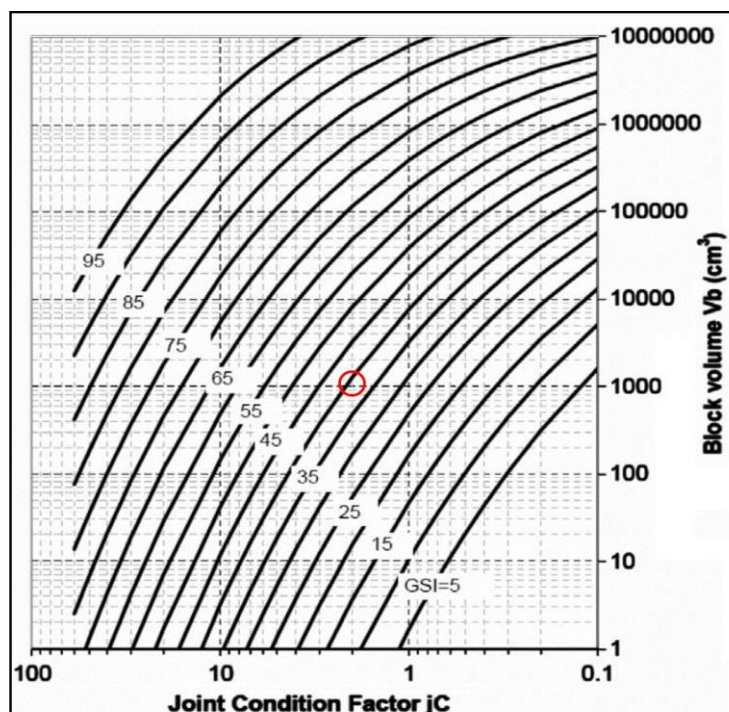
در تصویر ۱۰ چارت تخمین و ارزیابی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش Hoek et al, 2013 ارائه شده است.



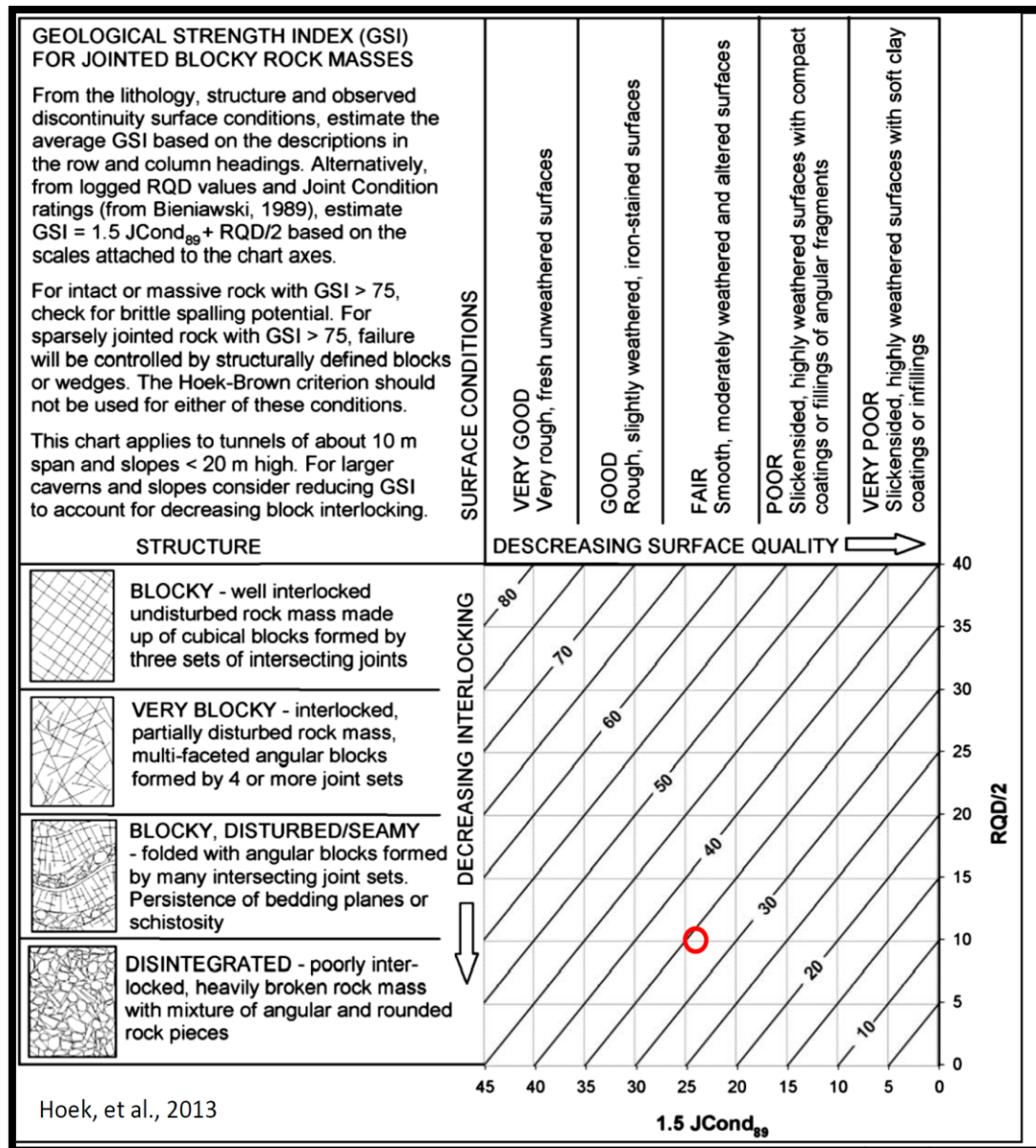
تصویر ۷: برآورد کمی GSI به روش Sonmez & Ulusay, 2002



تصویر ۸: برآورد کمی GSI به روش Cai et al, 2004



تصویر ۹: برآورد کمی GSI به روش Russo, 2009



تصویر ۱۰: برآورد کمی GSI به روش Hoek et al, 2013

۸- تخمین و ارزیابی شاخص مقاومت زمین شناسی پروژه

۸-۱- چاه نفتی W-46

چاه نفتی W-46 بر روی سازند آگاجاری با لیتولوژی غالب مارن با لایه های ماسه سنگ تشکیل شده است. (تصویر ۱۱)

لذا در ادامه شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ های مارنی و لایه های ماسه سنگ به تفکیک برآورد و در انتها متوسط شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ های محل چاه نفتی W-46 محاسبه و ارائه شده است.

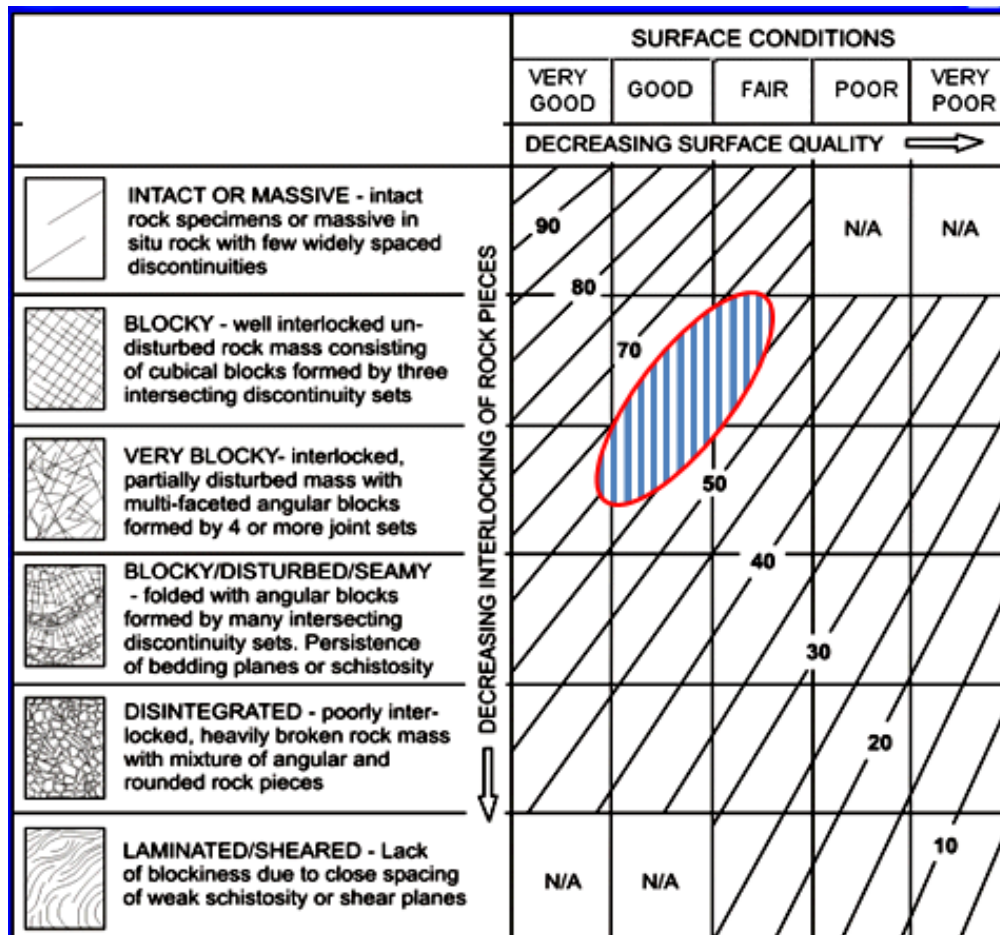


تصویر ۱۱: نمایی از لیتولوژی محدوده چاه نفتی W-46

۸-۱-۱- لایه های مارنی

الف- تعیین کیفی شاخص مقاومت زمین شناسی

بر اساس مشاهدات میدانی شاخص مقاومت زمین شناسی لایه های مارن به روش کیفی محل چاه نفت W-46، GSI=55-65 تخمین زده شده است (تصویر 12).



تصویر 12: شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ مارنی چاه نفتی W-46

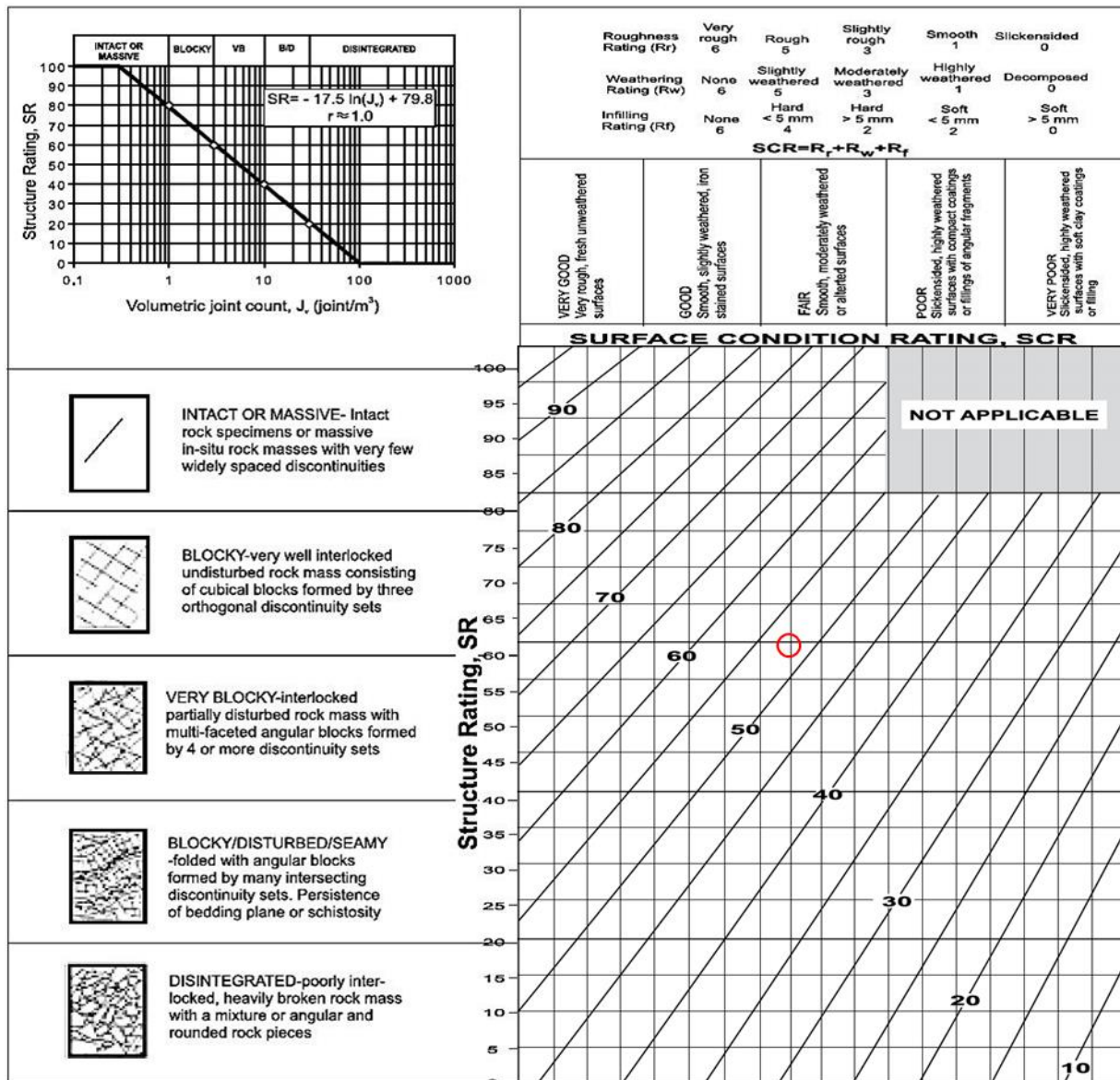
ب- محاسبه GSI به روش کمی

در ادامه برآورد کمی توده سنگ مارنی محل چاه نفتی W-46 ارائه شده است:

ب-1- محاسبه GSI بر اساس Sonmez & Ulusay, 2002

بر اساس روش Sonmez & Ulusay, 2002 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-46،

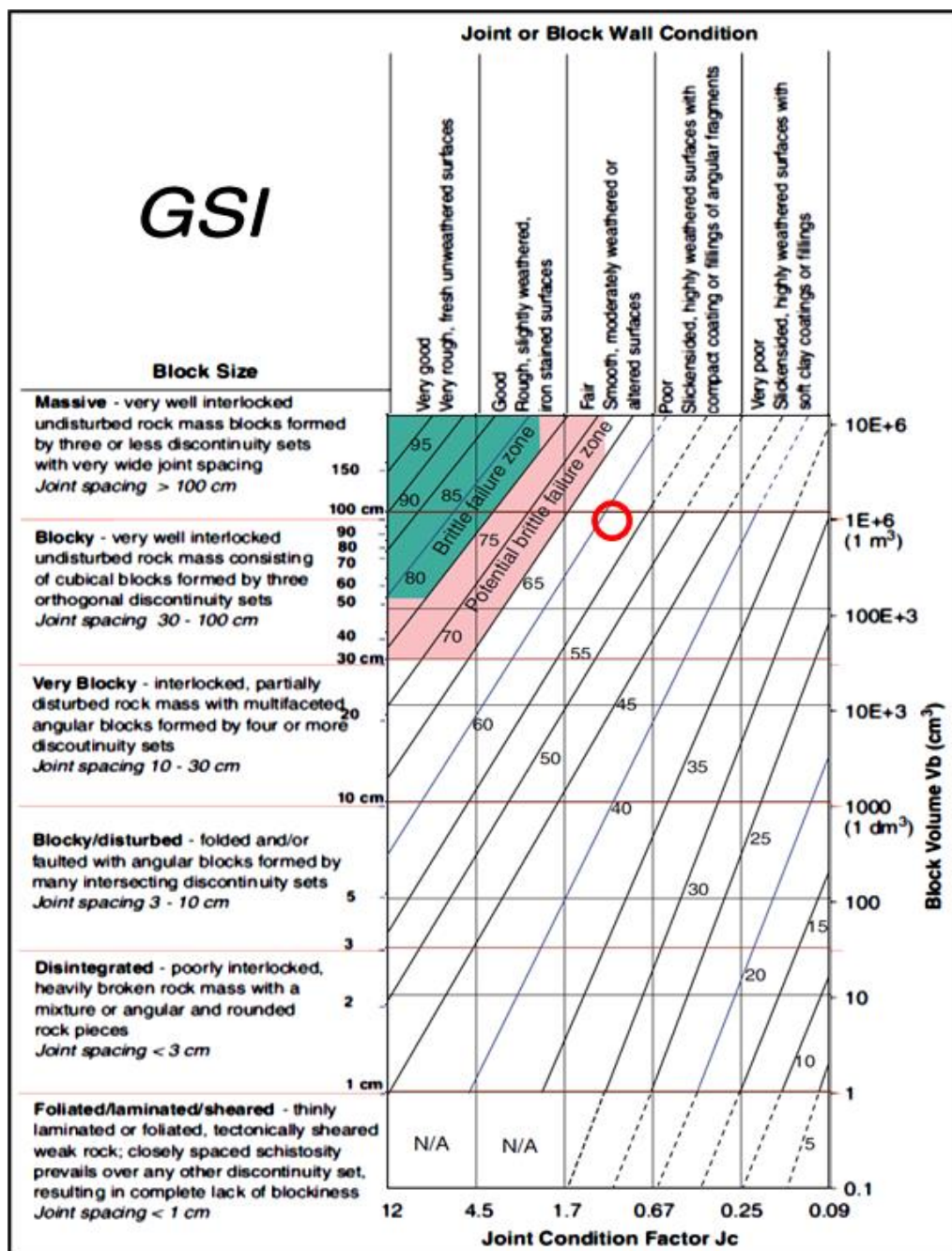
GSI=53 برآورد شده است که در تصویر 13 ارائه شده است.



تصویر 13: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-46 روش Sonmez & Ulusay, 2002

ب-۲- محاسبه GSI بر اساس Cai et al, 2004

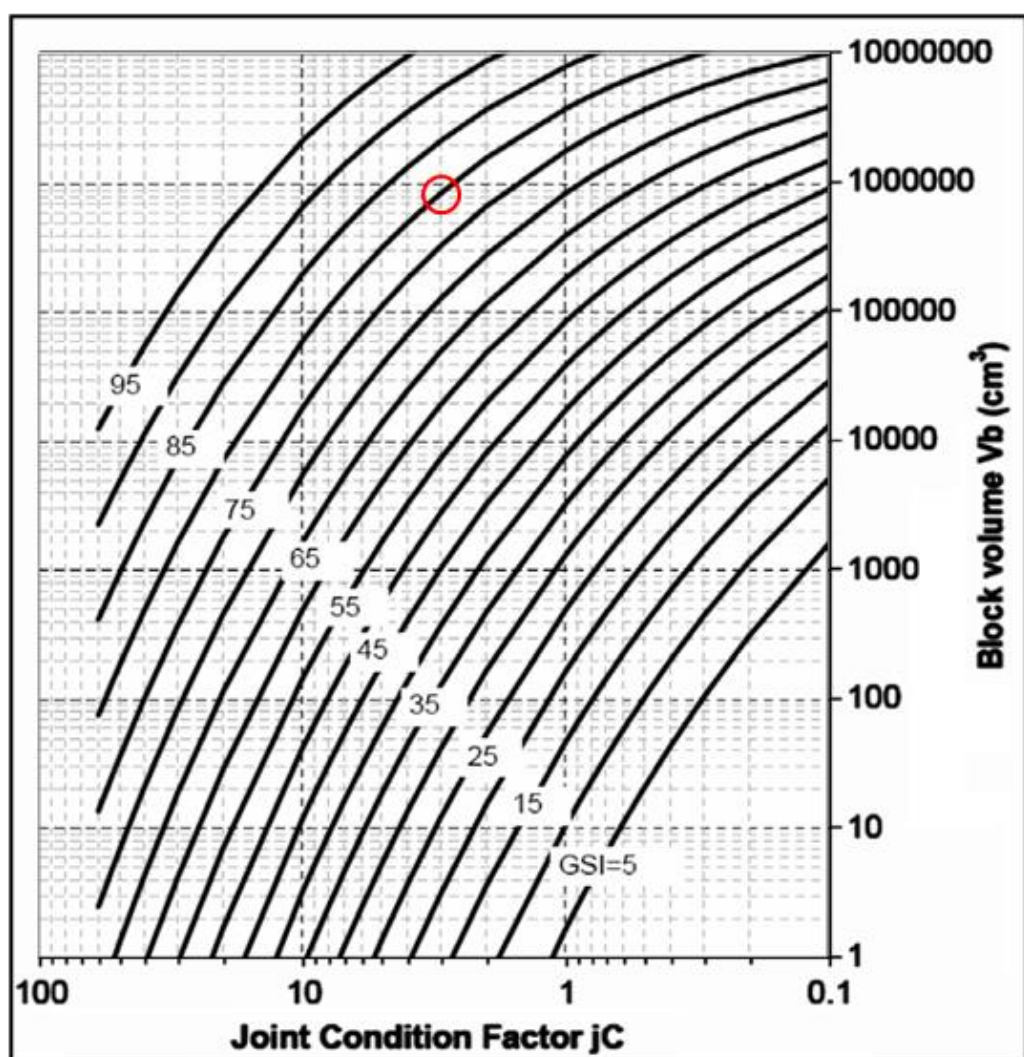
بر اساس روش Cai et al, 2004 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-46، $GSI=59$ برآورد شده است که در تصویر 14 ارائه شده است.



تصویر 14: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-46 روش Cai et al, 2004

ب-۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009

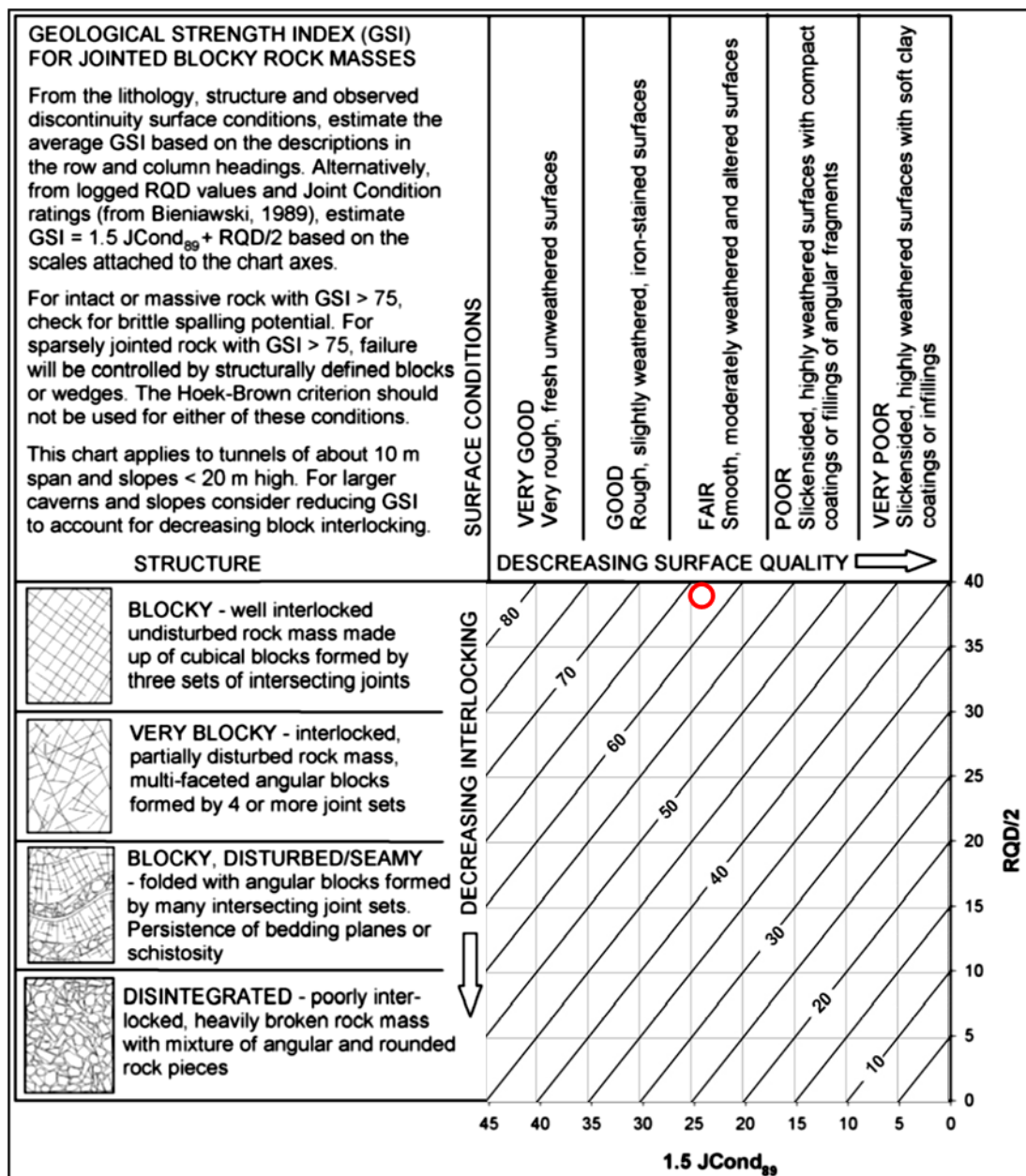
بر اساس روش Russo, 2009 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-46، $GSI=80$ برآورد شده است که در تصویر 15 ارائه شده است.



تصویر 15: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-46 به روش Russo, 2009

ب-۴- محاسبه GSI بر اساس Hoek et al, 2013

بر اساس روش Hoek et al, 2013 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-46، $GSI=64$ برآورد شده است که در تصویر 16 ارائه شده است.

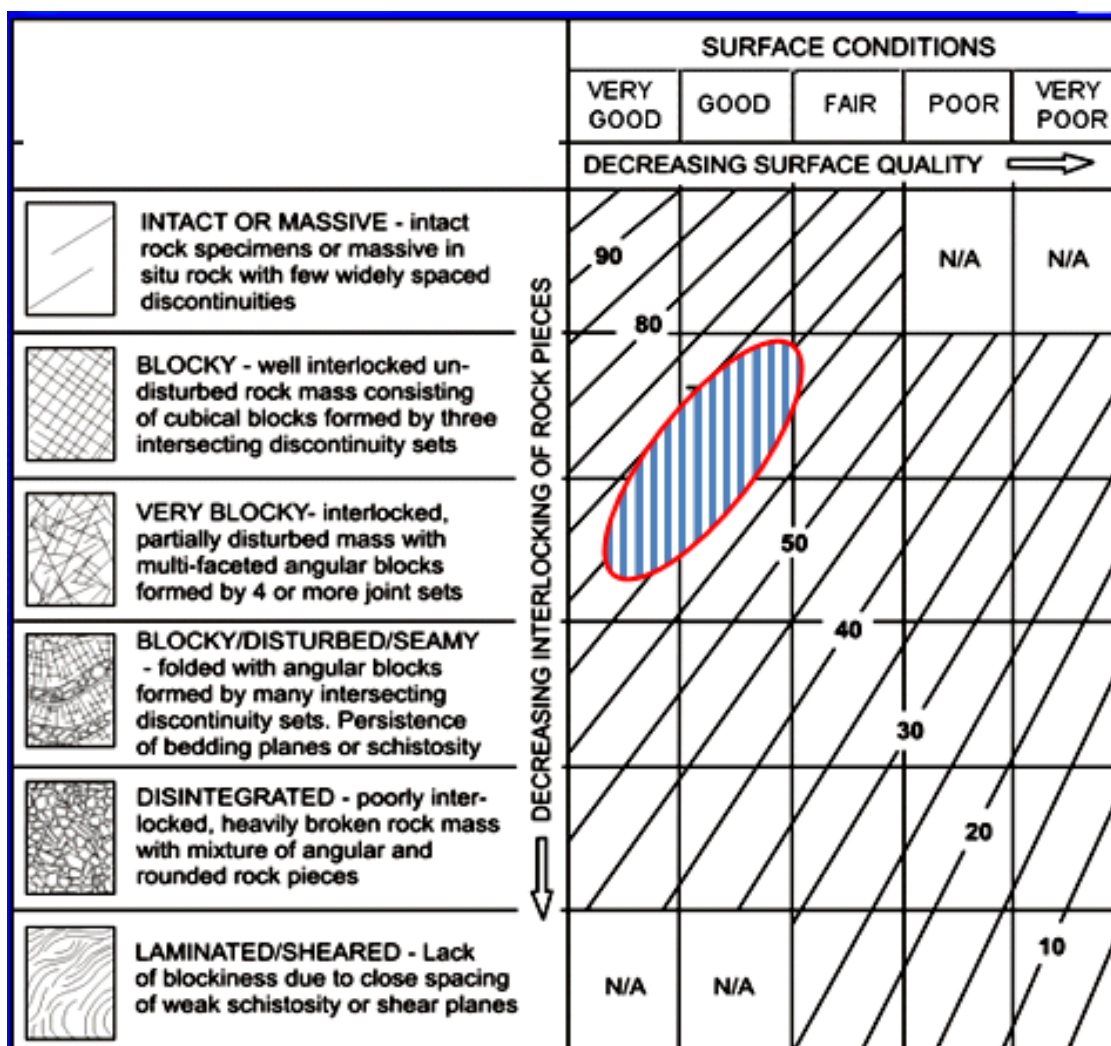


تصویر 16: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-46 به روش Hoek et al, 2013

۸-۱-۲- لایه های ماسه سنگ

الف- تعیین کیفی شاخص مقاومت زمین شناسی

بر اساس مشاهدات میدانی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش کیفی ماسه سنگ، $GSI=60-70$ تخمین زده شده است (تصویر 17).



تصویر 17: شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-46

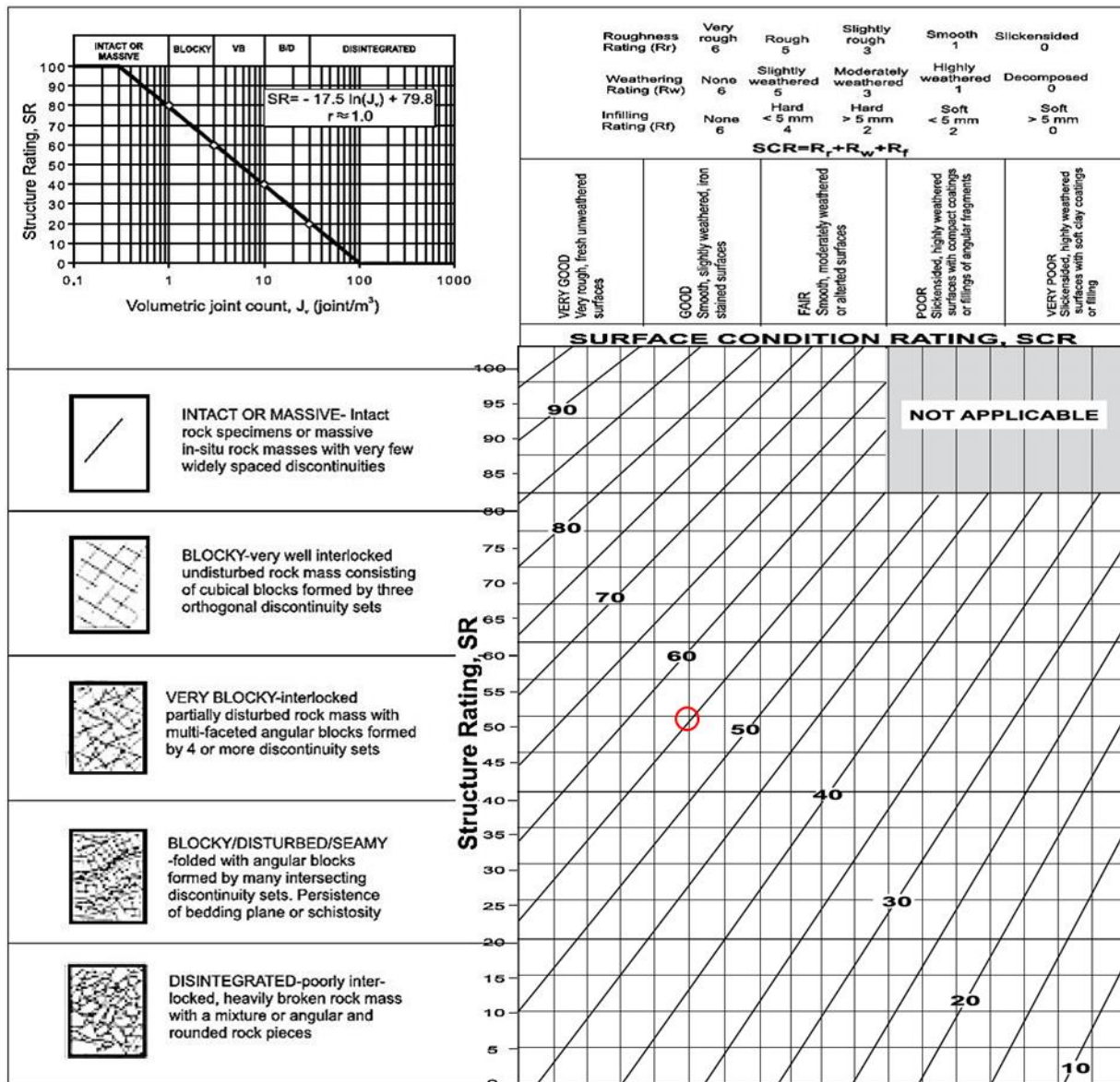
ب- محاسبه GSI به روش کمی

در ادامه برآورد کمی لایه های ماسه سنگ محل چاه نفتی W-46 میدان نفتی بینک ارائه شده است:

ب-1- محاسبه GSI بر اساس Sonmez & Ulusay, 2002

بر اساس روش Sonmez & Ulusay, 2002 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی

W-46، $GSI=56$ برآورد شده است که در تصویر 18 ارائه شده است.



تصویر 18: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-46 به روش Sonmez & Ulusay, 2002

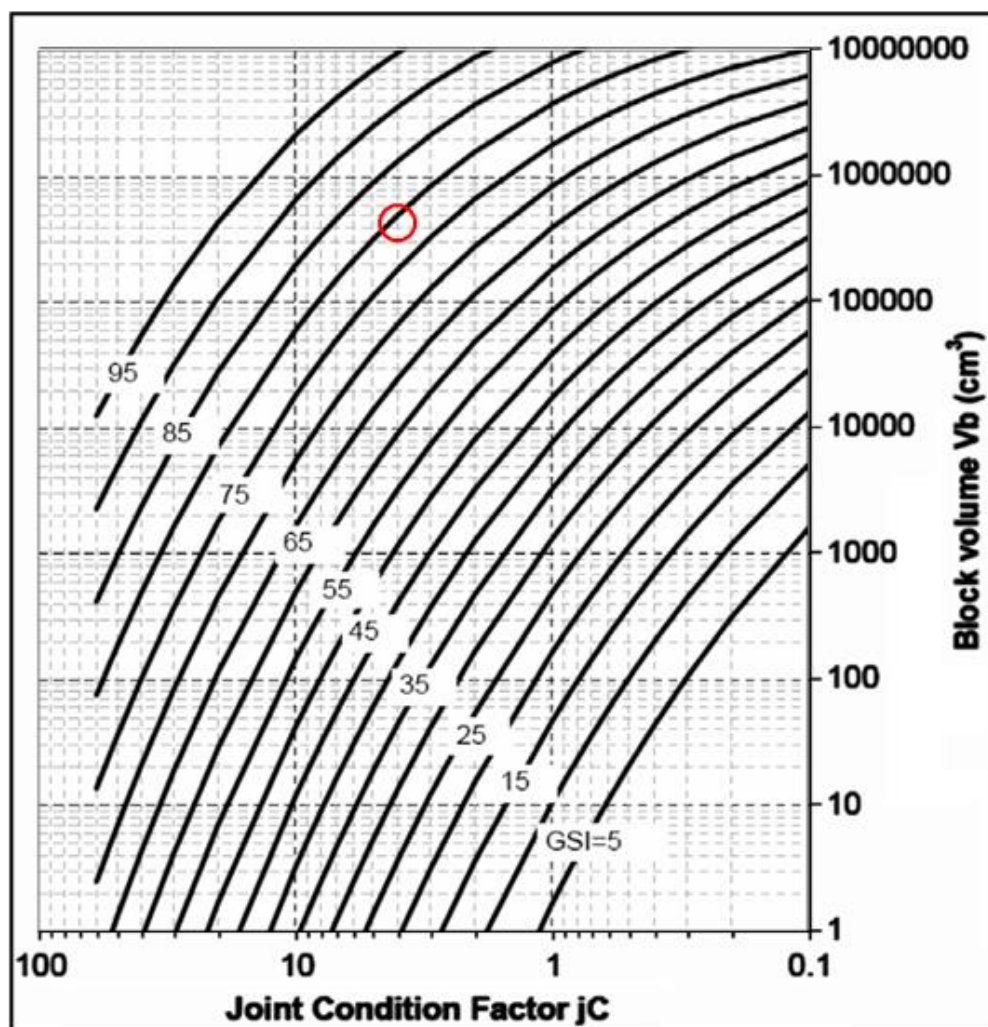
بر اساس روش Cai et al, 2004 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-46، $GSI=61$ برآورد شده است که در تصویر 19 ارائه شده است.



تصویر 19: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-46 به روش Cai et al, 2004

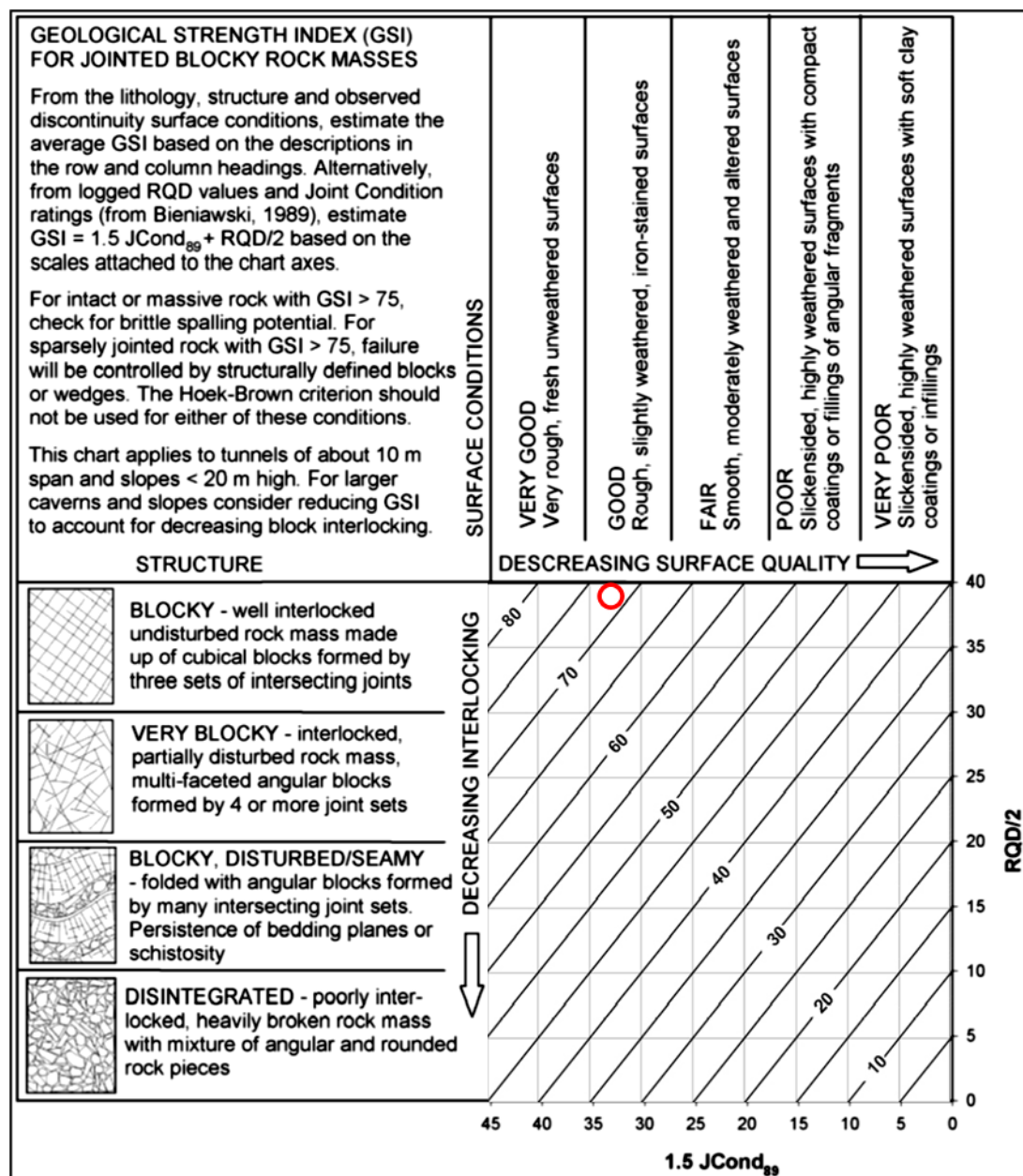
ب-۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009

بر اساس روش Russo, 2009 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-46، $GSI=80$ برآورد شده است که در تصویر ۱۱۹ ارائه شده است.



تصویر 20: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-46 به روش Russo, 2009

بر اساس روش Hoek et al, 2013 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-46،
GSI=72 برآورد شده است که در تصویر 21 ارائه شده است.



تصویر 21: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-46 به روش Hoek et al, 2013

۸-۱-۳- میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی چاه W-46

با عنایت به مطالب بالا، چاه نفتی W-46 بر روی سازند آغاچاری متشکل از لایه های مارنی و ماسه سنگی تشکیل شده است که در جدول ذیل میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI) کل توده سنگهای محل چاه نفتی فوق ارائه شده است.

جدول ۱: میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگهای محل چاه نفتی W-46

Location name	Lithology	GSI					
		qualitative	quantitative				
		Hoek, Marinos and Benissi, 1998	Sonmez & Ulusay, 2002	Cai et al, 2004	Russo, 2009	Hoek et al, 2013	Ave.
W-35	Marl	50-60	53	59	80	64	64
	Sandstone	60-70	56	61	80	72	67
ave.		55-65	ave.				66

۹-تدقیق GSI برای شرایط عمیق

در شرایط حفاری توده سنگهای عمق زمین، بدلیل افزایش تنش لیتواستاتیک ناشی از وزن مصالح سنگی روی زمین و وجود شرایط تنش همه جانبه (Confining stress) سبب بسته تر شدن ناپیوستگیهای توده سنگ می گردد که این شرایط سبب افزایش شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگهای عمق می گردد. بنابراین به منظور بهره گیری از شاخص مقاومت زمین شناسی در شرایط حفاریهای عمیق لازم است پس از بررسی شرایط عمقی در حین اجرای حفاری چاه نفت، اعداد شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI) چاه های نفت که در بند ۸ و بر اساس شرایط سطحی و اعماق کم برآورد شده است، به میزان ۱۰ تا ۱۵ عدد افزایش یابد.

پیوست ۷

روابط و جداول تعیین ظرفیت باربری و نشست خاک در شالوده های سطحی و طبقه بندی نوع زمین و روابط محاسبه ضرایب فشار جانبی و محرک و مقاوم

Bearing capacity and Settlements are computed using the following computations.

1. The Ultimate Bearing Capacity Calculation

Hansen's Method:

$$\text{General: } q_{ult} = c N_c s_s d_c i_c g_c b_c + q N_q S_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

When $\Phi = 0$

$$\text{Use } q_{ult} = 5.14 S_u (1 + S_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

$$N_q = e^{\tan \Phi} \tan^2(45 + \Phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \Phi$$

The coefficient of shape and depth of foundation inclination of the forces, and the slope of foundation are presented in tables 4-5a, 4-5b and 4-5c.

2- Elastic Settlement of foundations

Due to the low water table, the settlements are largely elastic. Therefore, in calculating the settlements, the following equation, based on Elasticity Theory, is used:

$$\Delta H = q_0 B' m I_s I_f \frac{1 - \mu^2}{E_s}$$

ΔH = Settlement

q_0 = Load

B' = Minimum Dimension of Footing

I_s = Steinbrenner General Influence Factor

I_f = Fuchs Depth influence factor

E_s = Secant Modulus of Soil

μ = Poisson's Ratio

m = Participation Factor

$m = 4$ for center of footing

$m = 2$ for edges

$m = 1$ for corners

In the above equation the units for ΔH and B' , and also q_0 and E_s are similar.

TABLE 4-5a

Shape and depth factors for use in either the Hansen (1970) or Vesić (1973, 1975b) bearing-capacity equations of Table 4-1. Use s'_c , d'_c when $\phi = 0$ only for Hansen equations. Subscripts H, V for Hansen, Vesić, respectively.

Shape factors	Depth factors
$s'_{c(H)} = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\phi = 0^\circ)$	$d'_c = 0.4k \quad (\phi = 0^\circ)$
$s_{c(H)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$	$d_c = 1.0 + 0.4k$
$s_{c(V)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$	$k = D/B \text{ for } D/B \leq 1$
$s_c = 1.0 \text{ for strip}$	$k = \tan^{-1}(D/B) \text{ for } D/B > 1$
	$k \text{ in radians}$
$s_{q(H)} = 1.0 + \frac{B'}{L'} \sin \phi$	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k$
$s_{q(V)} = 1.0 + \frac{B}{L} \tan \phi$	$k \text{ defined above}$
for all ϕ	
$s_{\gamma(H)} = 1.0 - 0.4 \frac{B'}{L'} \geq 0.6$	$d_\gamma = 1.00 \text{ for all } \phi$
$s_{\gamma(V)} = 1.0 - 0.4 \frac{B}{L} \geq 0.6$	

Notes:

- Note use of "effective" base dimensions B', L' by Hansen but not by Vesić.
- The values above are consistent with either a vertical load or a vertical load accompanied by a horizontal load H_B .
- With a vertical load and a load H_L (and either $H_B = 0$ or $H_B > 0$) you may have to compute two sets of shape s_i and d_i as s_{iB}, s_{iL} and d_{iB}, d_{iL} . For i, L subscripts of Eq. (4-2), presented in Sec. 4-6, use ratio L'/B' or D/L' .

TABLE 4-5b

Table of inclination, ground, and base factors for the Hansen (1970) equations. See Table 4-5c for equivalent Vesić equations.

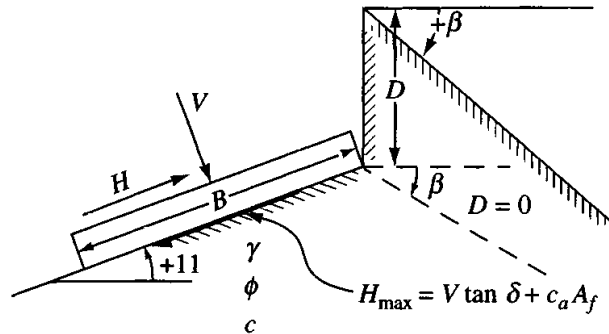
Inclination factors	Ground factors (base on slope)
$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f C_a}}$	$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$g_c = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_1}$	$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$
$2 \leq \alpha_1 \leq 5$	
	Base factors (tilted base)
$i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_2}$	$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi = 0)$
$i_\gamma = \left[1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ/450^\circ) H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_2}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi > 0)$
$2 \leq \alpha_2 \leq 5$	$b_q = \exp(-2\eta \tan \phi)$
	$b_\gamma = \exp(-2.7\eta \tan \phi)$
	$\eta \text{ in radians}$

Notes:

- Use H_i as either H_B or H_L , or both if $H_L > 0$.
- Hansen (1970) did not give an i_c for $\phi > 0$. The value above is from Hansen (1961) and also used by Vesić.
- Variable c_a = base adhesion, on the order of 0.6 to $1.0 \times$ base cohesion.
- Refer to sketch for identification of angles η and β , footing depth D , location of H_i (parallel and at top of base slab; usually also produces eccentricity). Especially note V = force normal to base and is not the resultant R from combining V and H_i .

Notes: $\beta + \eta = 90^\circ$ (Both β and η have signs (+) shown.)

β ϕ



For: $L/B \leq 2$ use ϕ_{tr}

$L/B > 2$ use $\phi_{ps} = 1.5 \phi_{tr} - 17^\circ$

$\phi_{tr} \leq 34^\circ$ use $\phi_{tr} = \phi_{ps}$

δ = friction angle between base and soil ($.5\phi \leq \delta \leq \phi$)

$A_f = B'L'$ (effective area)

c_a = base adhesion (0.6 to 1.0c)

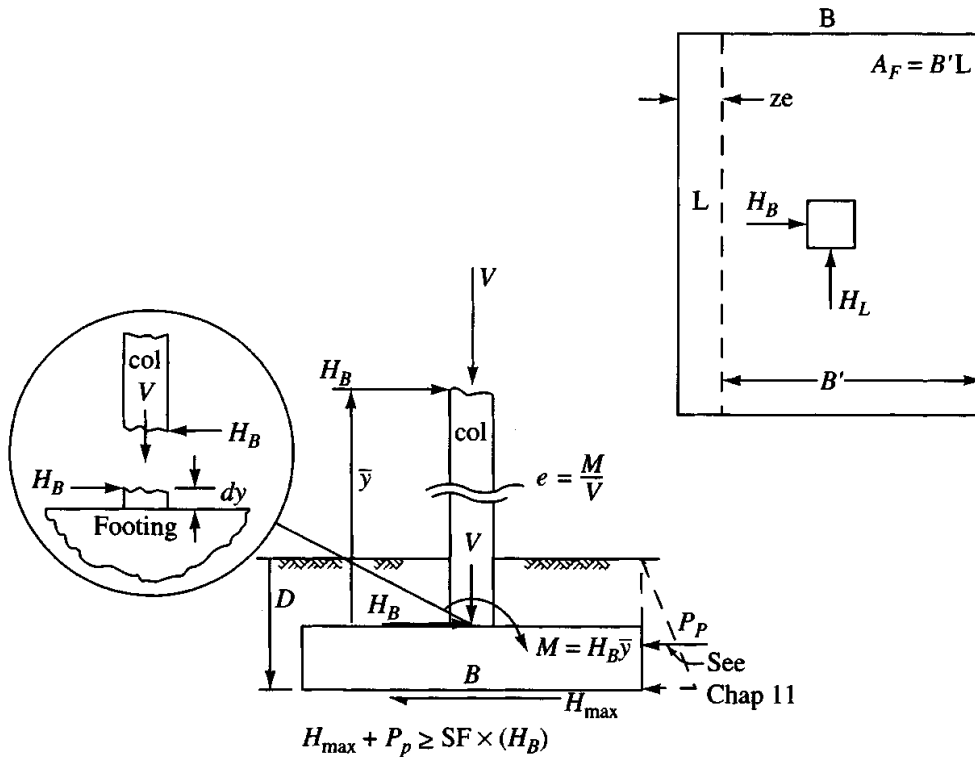
TABLE 4-5c

Table of inclination, ground, and base factors for the Vesić (1973, 1975b) bearing-capacity equations. See notes below and refer to sketch for identification of terms.

Inclination factors	Ground factors (base on slope)
$i'_c = 1 - \frac{mH_i}{A_f c_a N_c} \quad (\phi = 0)$	$g'_c = \frac{\beta}{5.14} \quad \beta \text{ in radians}$
$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1} \quad (\phi > 0)$	$g_c = i_q - \frac{1 - i_q}{5.14 \tan \phi} \quad \phi > 0$
i_q , and m defined below	i_q defined with i_c
$i_q = \left[1.0 - \frac{H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^m$	$g_q = g_\gamma = (1.0 - \tan \beta)^2$
Base factors (tilted base)	
$i_\gamma = \left[1.0 - \frac{H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{m+1}$	$b'_c = g'_c \quad (\phi = 0)$
$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$	$b_c = 1 - \frac{2\beta}{5.14 \tan \phi}$
$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B}$	$b_q = b_\gamma = (1.0 - \eta \tan \phi)^2$

Notes:

1. When $\phi = 0$ (and $\beta \neq 0$) use $N_\gamma = -2 \sin(\pm \beta)$ in N_γ term.
2. Compute $m = m_B$ when $H_i = H_B$ (H parallel to B) and $m = m_L$ when $H_i = H_L$ (H parallel to L). If you have both H_B and H_L use $m = \sqrt{m_B^2 + m_L^2}$. Note use of B and L , not B' , L' .
3. Refer to Table sketch and Tables 4-5a, b for term identification.
4. Terms N_c , N_q , and N_γ are identified in Table 4-1.
5. Vesić always uses the bearing-capacity equation given in Table 4-1 (uses B' in the N_γ term even when $H_i = H_L$).
6. H_i term ≤ 1.0 for computing i_q , i_γ (always).



Calculation of consolidation settlement for fully saturated clays

The relationships used for the calculation of settlement due to consolidation of saturated, normally consolidated clays, and pre consolidated clays are as follows:

Normally consolidated clays:
$$S_c = \frac{C_c H}{1+e_0} \log \frac{P'_0 + \Delta P}{P'_0}$$

Pre- consolidated clays:

$$S_c = \frac{C_r H}{1+e_0} \log \frac{P_c}{P'_0} + \frac{C_c H}{1+e_0} \log \frac{P'_0 + \Delta P}{P_c} \quad \text{For } P'_0 < P_c < P'_0 + \Delta P$$

$$S_c = \frac{C_r H}{1+e_0} \log \frac{P'_0 + \Delta P}{P'_0} \quad \text{For } P'_0 + \Delta P < P'_c$$

S_c = Consolidation settlement for clay layer

C_c = Compressibility index

C_r = Rebound coefficient

H = Thickness of clay layer

e_0 = Initial void ratio

P'_0 = Initial effective stress at the middle of the clay layer

ΔP = Effective stress increment at the middle of the clay layer

P_c = Pre-consolidation pressure in clay layer

It should be noted that in the case of thick clay layer, it is subdivided into several sub-layers and then the combined effect of consolidation settlement of each individual sub-layer is computed as total settlement.

IMMEDIATE SETTLEMENT COMPUTATIONS

The settlement of the corner of a rectangular base of dimensions $B' \times L'$ on the surface of an elastic half-space can be computed from an equation from the Theory of Elasticity [e.g., Timoshenko and Goodier (1951)] as follows:

$$\Delta H = q_o B' \frac{1 - \mu^2}{E_s} \left(I_1 + \frac{1 - 2\mu}{1 - \mu} I_2 \right) I_F \quad (5-16)$$

where q_o = intensity of contact pressure in units of E_s
 B' = least lateral dimension of contributing base area in units of ΔH
 I_i = influence factors, which depend on L'/B' , thickness of stratum H , Poisson's ratio μ , and base embedment depth D
 E_s, μ = elastic soil parameters—see Tables 2-7, 2-8, and 5-6

The influence factors (see Fig. 5-7 for identification of terms) I_1 and I_2 can be computed using equations given by Steinbrenner (1934) as follows:

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

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

where $M = \frac{L'}{B'}$

Figure 5-7 Influence factor I_F for footing at a depth D . Use actual footing width and depth dimension for this D/B ratio. Use program FFACTOR for values to avoid interpolation.

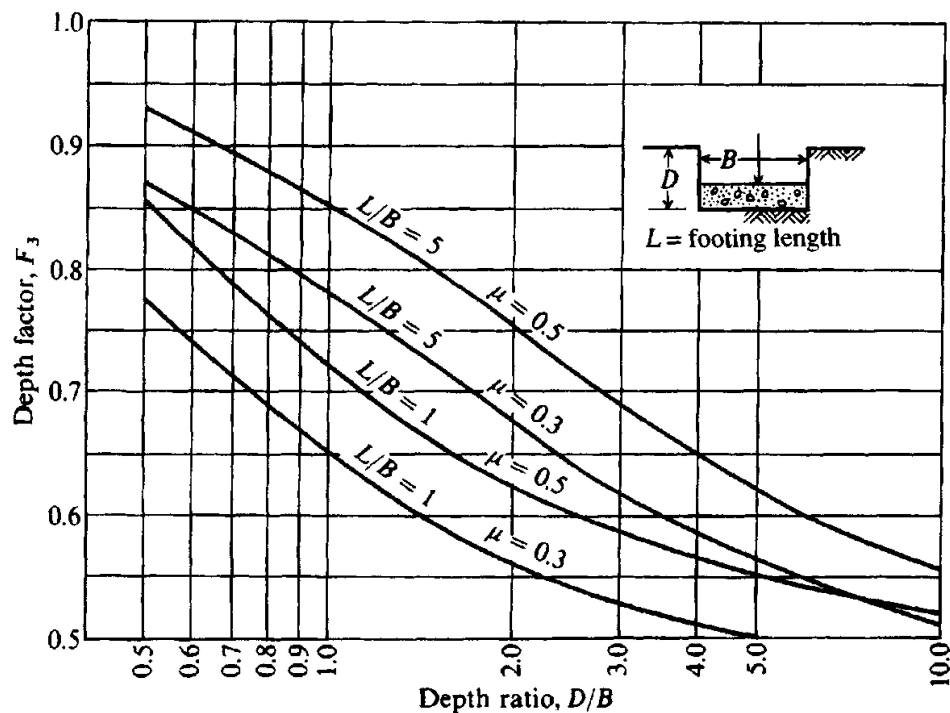


TABLE 5-2

Values of I_1 and I_2 to compute the Steinbrenner influence factor I_s for use in Eq. (5-16a) for several $N = H/B'$ and $M = L/B$ ratios

N	$M = 1.0$	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.2	$I_1 = 0.009$ $I_2 = 0.041$	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
		0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043
0.4		0.033	0.032	0.031	0.030	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.027
		0.066	0.068	0.069	0.070	0.070	0.071	0.071	0.072	0.072	0.073
0.6		0.066	0.064	0.063	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057	0.056	0.055
		0.079	0.081	0.083	0.085	0.087	0.088	0.089	0.090	0.091	0.092
0.8		0.104	0.102	0.100	0.098	0.096	0.095	0.093	0.092	0.091	0.089
		0.083	0.087	0.090	0.093	0.095	0.097	0.098	0.100	0.101	0.103
1.0		0.142	0.140	0.138	0.136	0.134	0.132	0.130	0.129	0.127	0.125
		0.083	0.088	0.091	0.095	0.098	0.100	0.102	0.104	0.106	0.109
1.5		0.224	0.224	0.224	0.223	0.222	0.220	0.219	0.217	0.216	0.213
		0.075	0.080	0.084	0.089	0.093	0.096	0.099	0.102	0.105	0.110
2.0		0.285	0.288	0.290	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.291	0.289
		0.064	0.069	0.074	0.078	0.083	0.086	0.090	0.094	0.097	0.102
3.0		0.363	0.372	0.379	0.384	0.389	0.393	0.396	0.398	0.400	0.402
		0.048	0.052	0.056	0.060	0.064	0.068	0.071	0.075	0.078	0.084
4.0		0.408	0.421	0.431	0.440	0.448	0.455	0.460	0.465	0.469	0.476
		0.037	0.041	0.044	0.048	0.051	0.054	0.057	0.060	0.063	0.069
5.0		0.437	0.452	0.465	0.477	0.487	0.496	0.503	0.510	0.516	0.526
		0.031	0.034	0.036	0.039	0.042	0.045	0.048	0.050	0.053	0.058
6.0		0.457	0.474	0.489	0.502	0.514	0.524	0.534	0.542	0.550	0.563
		0.026	0.028	0.031	0.033	0.036	0.038	0.040	0.043	0.045	0.050
7.0		0.471	0.490	0.506	0.520	0.533	0.545	0.556	0.566	0.575	0.590
		0.022	0.024	0.027	0.029	0.031	0.033	0.035	0.037	0.039	0.043
8.0		0.482	0.502	0.519	0.534	0.549	0.561	0.573	0.584	0.594	0.611
		0.020	0.022	0.023	0.025	0.027	0.029	0.031	0.033	0.035	0.038
9.0		0.491	0.511	0.529	0.545	0.560	0.574	0.587	0.598	0.609	0.627
		0.017	0.019	0.021	0.023	0.024	0.026	0.028	0.029	0.031	0.034
10.0		0.498	0.519	0.537	0.554	0.570	0.584	0.597	0.610	0.621	0.641
		0.016	0.017	0.019	0.020	0.022	0.023	0.025	0.027	0.028	0.031
20.0		0.529	0.553	0.575	0.595	0.614	0.631	0.647	0.662	0.677	0.702
		0.008	0.009	0.010	0.010	0.011	0.012	0.013	0.013	0.014	0.016
500.0		0.560	0.587	0.612	0.635	0.656	0.677	0.696	0.714	0.731	0.763
		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001

TABLE 5-2

Values of I_1 and I_2 to compute the Steinbrenner influence factor I_s for use in Eq. (5-16a) for several $N = H/B'$ and $M = L/B$ ratios (continued)

N	$M = 2.5$	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	25.0	50.0	100.0
0.2	$I_1 = 0.007$	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
	$I_2 = 0.043$	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
0.4	0.026	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
	0.074	0.075	0.075	0.075	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
0.6	0.053	0.051	0.050	0.050	0.050	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049
	0.094	0.097	0.097	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098
0.8	0.086	0.082	0.081	0.080	0.080	0.080	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079
	0.107	0.111	0.112	0.113	0.113	0.113	0.113	0.114	0.114	0.114	0.114
1.0	0.121	0.115	0.113	0.112	0.112	0.112	0.111	0.111	0.110	0.110	0.110
	0.114	0.120	0.122	0.123	0.123	0.124	0.124	0.124	0.125	0.125	0.125
1.5	0.207	0.197	0.194	0.192	0.191	0.190	0.190	0.189	0.188	0.188	0.188
	0.118	0.130	0.134	0.136	0.137	0.138	0.138	0.139	0.140	0.140	0.140
2.0	0.284	0.271	0.267	0.264	0.262	0.261	0.260	0.259	0.257	0.256	0.256
	0.114	0.131	0.136	0.139	0.141	0.143	0.144	0.145	0.147	0.147	0.148
3.0	0.402	0.392	0.386	0.382	0.378	0.376	0.374	0.373	0.368	0.367	0.367
	0.097	0.122	0.131	0.137	0.141	0.144	0.145	0.147	0.152	0.153	0.154
4.0	0.484	0.484	0.479	0.474	0.470	0.466	0.464	0.462	0.453	0.451	0.451
	0.082	0.110	0.121	0.129	0.135	0.139	0.142	0.145	0.154	0.155	0.156
5.0	0.553	0.554	0.552	0.548	0.543	0.540	0.536	0.534	0.522	0.519	0.519
	0.070	0.098	0.111	0.120	0.128	0.133	0.137	0.140	0.154	0.156	0.157
6.0	0.585	0.609	0.610	0.608	0.604	0.601	0.598	0.595	0.579	0.576	0.575
	0.060	0.087	0.101	0.111	0.120	0.126	0.131	0.135	0.153	0.157	0.157
7.0	0.618	0.653	0.658	0.658	0.656	0.653	0.650	0.647	0.628	0.624	0.623
	0.053	0.078	0.092	0.103	0.112	0.119	0.125	0.129	0.152	0.157	0.158
8.0	0.643	0.688	0.697	0.700	0.700	0.698	0.695	0.692	0.672	0.666	0.665
	0.047	0.071	0.084	0.095	0.104	0.112	0.118	0.124	0.151	0.156	0.158
9.0	0.663	0.716	0.730	0.736	0.737	0.736	0.735	0.732	0.710	0.704	0.702
	0.042	0.064	0.077	0.088	0.097	0.105	0.112	0.118	0.149	0.156	0.158
10.0	0.679	0.740	0.758	0.766	0.770	0.770	0.770	0.768	0.745	0.738	0.735
	0.038	0.059	0.071	0.082	0.091	0.099	0.106	0.112	0.147	0.156	0.158
20.0	0.756	0.856	0.896	0.925	0.945	0.959	0.969	0.977	0.982	0.965	0.957
	0.020	0.031	0.039	0.046	0.053	0.059	0.065	0.071	0.124	0.148	0.156
500.0	0.832	0.977	1.046	1.102	1.150	1.191	1.227	1.259	1.532	1.721	1.879
	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.008	0.016	0.031

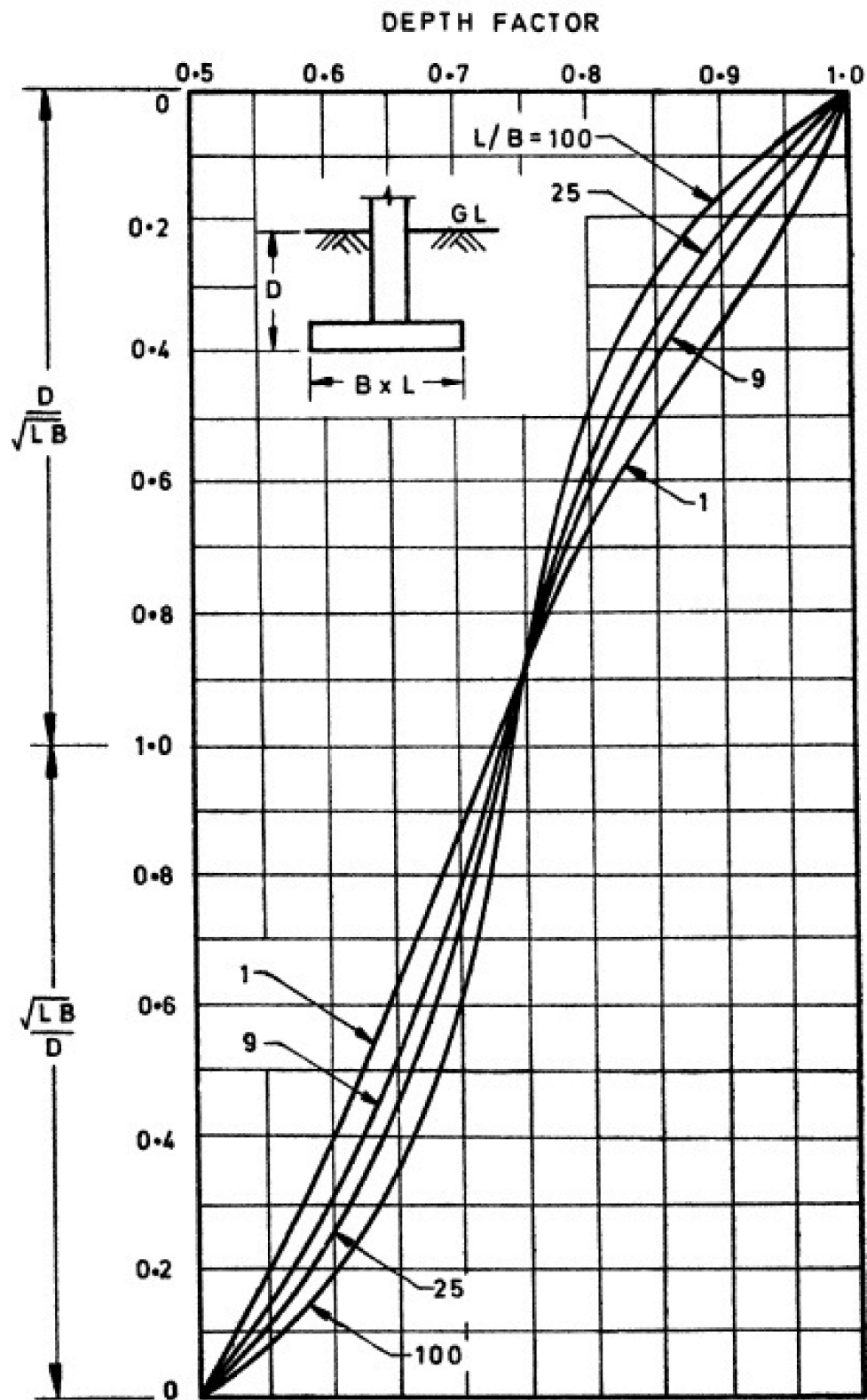


FIG. 12 FOX'S CORRECTION CURVES FOR SETTLEMENTS OF FLEXIBLE RECTANGULAR FOOTINGS OF $L \times B$ AT DEPTH D

نمودارهای فاکس برای نشست پی های انعطاف پذیر مستطیلی

Criterion	Isolated foundations	Rafts
Angular distortion (cracking)		1/300
Greatest differential settlement		
Clays		45 (35)
Sands		32 (25)
Maximum settlement		
Clays	75	75–125 (65–100)
Sands	50	50–75 (35–65)

میزان نشست مجاز سازه ها مطابق Bowels

نشست مجاز (میلی متر)		نوع پی	خاک
یکنواخت	غیر یکنواخت		
۲۵	۲۰	منفرد و نواری	ماسه
۵۰	۲۰	شبکه‌ای و گسترده	
۶۵	۲۵	منفرد و نواری	رس
۶۵-۱۰۰	۲۵	شبکه‌ای و گسترده	

میزان نشست مجاز پی ها براساس مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان

Structure	On sand or hard clay	On plastic clay	Average max. settlement, mm
Crane runway	0.003	0.003	
Steel and concrete frames	0.002	0.002	100
End rows of brick-clad frame	0.0007	0.001	150
Where strain does not occur	0.005	0.005	
Multistory brick wall			25 $L/H \geq 2.5$
L/H to 3	0.0003	0.0004	100 $L/H \leq 1.5$
Multistory brick wall			
L/H over 5	0.0005	0.0007	
One-story mill buildings	0.001	0.001	
Smokestacks, water towers, ring foundations	0.004	0.004	300
Structures on permafrost			
Reinforced concrete	0.002–0.0015		150 at 40 mm/year†
Masonry, precast concrete	0.003–0.002		200 at 60 mm/year
Steel frames	0.004–0.0025		250 at 80 mm/year
Timber	0.007–0.005		400 at 129 mm/year

میزان نشست سازه ها در خاک های مختلف براساس آیین نامه U.S.S.R

طبقه زمین بر اساس آیین نامه UBC

TABLE 16-J—SOIL PROFILE TYPES

SOIL PROFILE TYPE	SOIL PROFILE NAME/GENERIC DESCRIPTION	AVERAGE SOIL PROPERTIES FOR TOP 100 FEET (30 480 mm) OF SOIL PROFILE		
		Shear Wave Velocity, $\bar{V}_s$ feet/second (m/s)	Standard Penetration Test, $\bar{N}$ [or $\bar{N}_{CH}$ for cohesionless soil layers] (blows/foot)	Undrained Shear Strength, $\bar{s}_u$ psf (kPa)
S_A	Hard Rock	> 5,000 (1,500)	—	—
S_B	Rock	2,500 to 5,000 (760 to 1,500)		
S_C	Very Dense Soil and Soft Rock	1,200 to 2,500 (360 to 760)	> 50	> 2,000 (100)
S_D	Stiff Soil Profile	600 to 1,200 (180 to 360)	15 to 50	1,000 to 2,000 (50 to 100)
S_E^1	Soft Soil Profile	< 600 (180)	< 15	< 1,000 (50)
S_F	Soil Requiring Site-specific Evaluation. See Section 1629.3.1.			

¹ Soil Profile Type S_E also includes any soil profile with more than 10 feet (3048 mm) of soft clay defined as a soil with a plasticity index, $PI > 20$, $w_{mc} \geq 40$ percent and $s_u < 500$ psf (24 kPa). The Plasticity Index, PI , and the moisture content, w_{mc} , shall be determined in accordance with approved national standards.

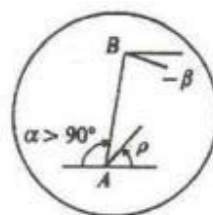
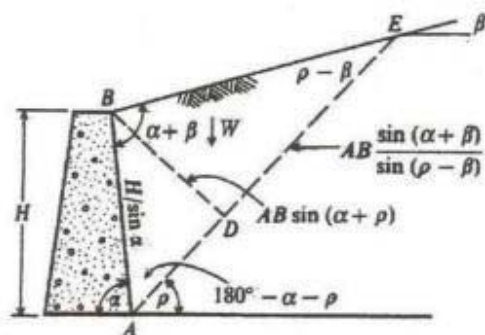
طبقه بندی نوع زمین (نقل از استاندارد ۲۸۰۰- ویرایش ۴)

نوع زمین	توصیف لایه بندی زمین	$\bar{V}_s(m/s)$	$\bar{N}_{1(60)}$	$\bar{C}_u(kPa)$
I	سنگ و شبه سنگ، شامل سنگ های آذرین، دگرگونی و رسوبی و خاک های سیمانته بسیار محکم با حداکثر ۵ متر مصالح ضعیف تر تا سطح زمین	> 750	—	—
II	خاک خیلی متراکم یا سنگ سست، شامل شن و ماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر که مشخصات مکانیکی آن با افزایش عمق به تدریج بهبود یابد. سنگ های آذرین و رسوبی سست، مانند توف و یا سنگ متورق و یا کاملاً هوازده	$375-750$	> 50	> 250
III	خاک متراکم تا متوسط، شامل شن و ماسه متراکم تا متوسط یا رس های سخت با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر	$175-375$	$15-50$	$70-250$
IV	خاک متوسط تا نرم، لایه های خاک غیر چسبنده یا با کمی خاک چسبنده با تراکم متوسط تا کم، لایه های خاک کاملاً چسبنده نرم تا محکم.	< 175	< 15	< 70

ضرائب فشار محرک (Ka) و مقاوم (Kp) بر اساس روش کولمب

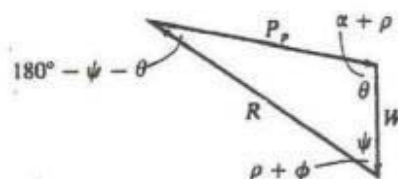
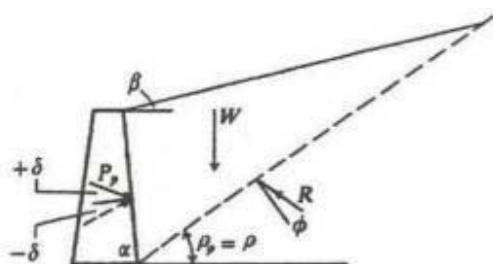
$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

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



$$\begin{aligned} \text{مساحت} &= \frac{1}{2} BD \cdot AE \\ AE &= AB \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\rho - \beta)} \\ BD &= AB \sin(\alpha + \rho) \\ AB &= \frac{H}{\sin \alpha} \end{aligned}$$

(a) گوده گسیختگی مورد استفاده در روش Coulomb برای فشار محرک خاک



(c) گوده گسیختگی برای فشار مقاوم خاک

(b) چند ضلعی نیرو برای تعیین نیروی مقاوم خاک

جدول ضرائب فشار محرک خاک (به روش کولمب) برای $\alpha=90^\circ$ و $\beta=0^\circ$

$\Phi(deg)$	$\delta(deg)$					
	0	5	10	15	20	25
28	0.3610	0.3448	0.3330	0.3251	0.3203	0.3186
30	0.3333	0.3189	0.3085	0.3014	0.2973	0.2956
32	0.3073	0.2945	0.2853	0.2791	0.2755	0.2745
34	0.2827	0.2714	0.2633	0.2579	0.2549	0.2545
36	0.2596	0.2497	0.2426	0.2379	0.2354	0.2350
38	0.2379	0.2292	0.2230	0.2190	0.2169	0.2167
40	0.2174	0.2098	0.2045	0.2011	0.1994	0.1995
42	0.1982	0.1916	0.1870	0.1841	0.1828	0.1831

جدول ضرائب فشار مقاوم خاک (به روش کولمب) برای $\alpha=90^\circ$ و $\beta=0^\circ$

$\Phi(deg)$	$\delta(deg)$				
	0	5	10	15	20
15	1.698	1.900	2.130	2.405	2.735
20	2.040	2.313	2.636	3.030	3.525
25	2.464	2.830	3.286	3.855	4.597
30	3.000	3.506	4.143	4.997	6.105
35	3.690	4.390	5.310	6.854	8.324
40	4.600	5.590	6.946	8.870	11.772

ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله)

$$K_{ahe} = K_{ae} \cdot \cos(\delta + \alpha_a)$$

$$K_{ave} = K_{ae} \cdot \sin(\delta + \alpha_a)$$

$$K_{ae} = \frac{\sin^2(\alpha_a + \theta - \phi)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \alpha_a \cdot \sin(\alpha_a + \theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \theta - \beta_a)}{\sin(\alpha_a + \delta + \theta) \cdot \sin(\alpha_a - \beta_a)}} \right]^2}$$

$$K_{phe} = K_{pe} \cdot \cos(\delta + \alpha_p)$$

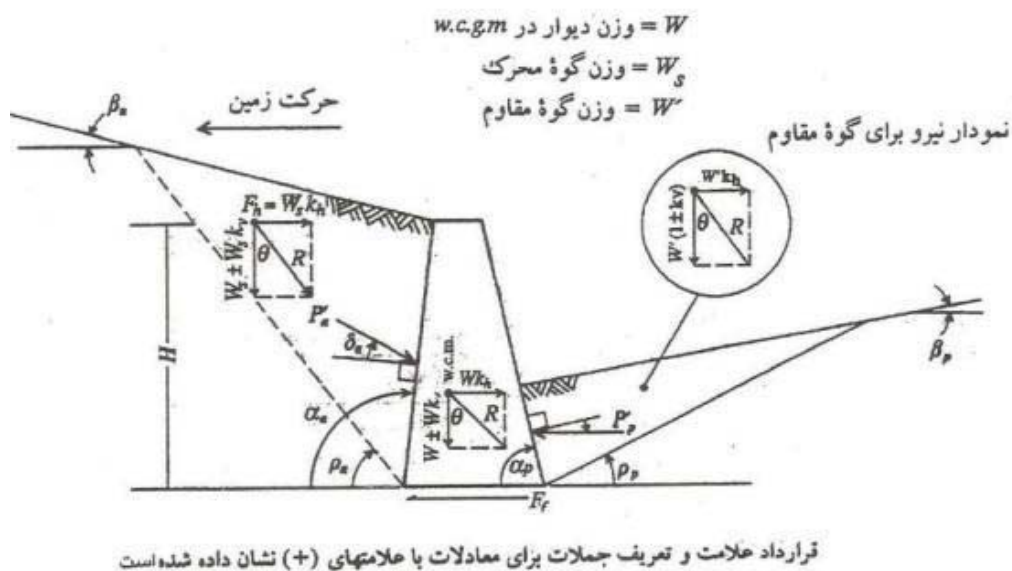
$$K_{pve} = K_{pe} \cdot \sin(\delta + \alpha_p)$$

$$K_{pe} = \frac{\sin^2(\alpha_p + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \alpha_p \cdot \sin(\alpha_p - \theta - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \beta_p - \theta)}{\sin(\alpha_p - \delta - \theta) \cdot \sin(\alpha_p - \beta_p)}} \right]^2}$$

$$\theta = \text{Arctg} \left(\frac{K_h}{1 - K_v} \right)$$

K_h : Earthquake Horizontal Coefficient

K_v : Earthquake Vertical Coefficient



پیوست ۸

مراجع

References:

ASTM:

1. D-1586 90 Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils
2. G57 Standard Test Method for Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method
3. D1194-72 Standard Test Method for Bearing Capacity of Soil for Static Load and Spread Footings
4. D2488 Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedures)
5. D4318 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
6. D421 Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants
7. D421 Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
8. D7928 Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer) Analysis
9. D2216 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
10. D854 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer
11. D5731 Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications
12. D3967 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Intact Rock Core Specimens
13. D1293 Standard Test Methods for pH of Water
14. D516 Standard Test Method for Sulfate Ion in Water
15. D512 Standard Test Methods for Chloride Ion In Water

Code 038-3rd final: Iranian Seismic Design Code for Petroleum Facilities and Structures

API650: API Standard 650 welded tanks for oil storage

Code 2800: Interpretation of "Iranian code of practice for seismic resistant design of building (standard No. 2800, 4th edition)

UBC97: 1997 UNIFORM BUILDING CODE

ASCE: American Society of Civil Engineers
ASCE7 Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures

British Standard: BS-1377 Chemical and electro-chemical tests
BS-8004: 1984

ACI: Concrete, Aggregate. "American concrete institute

Bowles, Joseph E. *Foundation analysis and design*. 1988.

Das, Braja M., and B. M. Das. *Advanced soil mechanics*. Vol. 270. New York: Taylor & Francis, 2008.

Das, Braja M., and Nagaratnam Sivakugan. *Principles of foundation engineering*. Cengage learning, 2018.

- نشریه‌های ۱۰۱، ۲۶۸، ۳۰۸، ۳۶۰، ۵۲۵ سازمان برنامه و بودجه ایران
- نشریه ۴۲۸، ۴۳۴ سازمان تحقیقات مسکن و شهرسازی ایران
- آیین‌نامه بتن ایران (آبا) – نشریه ۱۲۰
- مبحث هفتم و نهم مقررات ملی ساختمان ایران