



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
 فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
 ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی
 مربوط به موقعیت W028



شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK

شماره صفحه: 1 از 72

طرح نگهداشت و افزایش تولید 27 مخزن

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک

D01	NOV.2022	IFA	BKP Co.	M.Fakharian	M.Mehrshad	
D00	MAY.2022	IFC	BKP Co.	M.Fakharian	M.Mehrshad	
Rev.	Date	Purpose of Issue/Status	Prepared by:	Checked by:	Approved by:	CLIENT Approval
Class:2		CLIENT Doc. Number:F0Z-707554				

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 رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
 ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی
 مربوط به موقعیت W028



شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028



نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK

شماره صفحه: 2 از 72

REVISION RECORD SHEET



PAGE	D00	D01	D02	D03	D04
1	X				
2	X				
3	X				
4	X				
5	X				
6	X				
7	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				
40	X				
41	X				
42	X				
43	X				
44	X				
45	X				
46	X				
47	X				
48	X				
49	X				
50	X				
51	X				
52	X				
53	X	X			
54	X	X			
55	X	X			
56	X	X			
57	X	X			
58		X			
59		X			
60		X			
61		X			
62		X			
63		X			
64		X			
65		X			

PAGE	D00	D01	D02	D03	D04
66		X			
67		X			
68		X			
69		X			
70		X			
71		X			
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					

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه: 3 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK



فهرست مطالب

7	مقدمه.....	
9	فصل 1 - مشخصات عمومی پروژه.....	
14	فصل 2- زمین شناسی عمومی، زمین ساخت گستره طرح و وضعیت کلی لرزه خیزی ساختگاه.....	
22	فصل 3- کاوش های صحرائی.....	
34	فصل 4 - آزمایش های آزمایشگاهی.....	
39	فصل 5 - پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی.....	
42	فصل 6 - ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی.....	
50	فصل 7- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایدارسازی گود.....	
63	فصل 8- جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی.....	
59	فصل 9- پیوست ها.....	

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه: 4 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01



فهرست اشکال

- شکل 1-1-الف. موقعیت قرارگیری محل پروژه در موقعیت W-028 نسبت به نمای کلی پروژه Google Earth .. 11
- شکل 1-1-ب. موقعیت قرارگیری تاسیسات سرچاهی در موقعیت W-018S در نقشه ارسالی از کارفرمای محترم 12
- شکل 1-1-پ. موقعیت قرارگیری محل پروژه و مسیر خط لوله در موقعیت W-028 - در نقشه ارسالی از کارفرمای محترم 12
- شکل 1-2-نمایش تقریبی محور خلیج فارس..... 15
- شکل 2-2- تقسیم بندی زاگرس از نظر Alavi سال 2004..... 16
- شکل 2-3- نمایی از گسل های محدوده مورد مطالعه 19
- شکل 2-4- مسیر خط لوله بسته W-028 به روی نقشه زمین شناسی بوشهر در منطقه بینک به مقیاس 1:100000 20
- شکل 1-3- جانمایی محل حفر گمانه های ماشینی در مسیر خط لوله تقریبی و تاسیسات سرچاهی W-028 21
- شکل 2-3- موقعیت قرارگیری محل پروژه، گمانه های ماشینی و مسیر خط لوله در موقعیت W-028 - در نقشه ارسالی از کارفرمای محترم..... 24
- شکل 3-3- موقعیت قرارگیری تاسیسات سرچاهی در موقعیت W-028 در نقشه ارسالی از کارفرمای محترم..... 25
- شکل 3-4- تغییرات نتایج ضربات SPT (اصلاح نشده) و میزان نفوذ متناظر بر حسب عمق W-028 26
- شکل 3-5- حدود مقاومت الکتریکی برای خاک های مختلف 30
- شکل 3-6- تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب عمق در مسیر خط لوله و تاسیسات سرچاهی بسته W-028 32
- شکل 4-1. مرز تفکیکی زون های 1 و 2 35
- شکل 4-2. مرز تفکیکی زون های 1 و 2- نقشه ارسالی از کارفرمای محترم 36
- شکل 3-4. موقعیت قرارگیری تاسیسات سرچاهی در موقعیت W-028 در نقشه ارسالی از کارفرمای محترم 37
- شکل 6-1. مدلسازی فنر 45
- شکل 6-2. مدل سازی فنرهای کوبله 46

	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028</p>																	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>نسخه</th> <th>سریال</th> <th>نوع مدرک</th> <th>رشته</th> <th>تسهیلات</th> <th>صادرکننده</th> <th>بسته کاری</th> <th>پروژه</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D01</td> <td>0001</td> <td>RT</td> <td>GT</td> <td>110</td> <td>PEDCO</td> <td>W028</td> <td>BK</td> </tr> </tbody> </table>	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK	شماره صفحه: 5 از 72
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه											
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK											



شکل 6-3. تقسیم بندی سطح پی در روش شبه

کوپل.....46

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه: 6 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فهرست جداول

- جدول 3-1. مشخصات کلی گمانه‌های ماشینی تاسیسات سرچاهی و مسیر خط لوله جریانی بسته W-028..... 23
- جدول 3-2. رابطه تراکم خاک درشت دانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک 1948)..... 25
- جدول 3-3. رابطه تراکم خاک ریزدانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک 1967)..... 26
- جدول 3-4. سرعت موج برشی براساس ضربات SPT- کتاب Bowels..... 30
- جدول 3-5. مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه..... 28
- جدول 3-6. مشخصات و نتایج آزمایش CBR..... 29
- جدول 3-7. مقاومت ویژه میانگین قرائت شده برای اعماق مختلف در هر محل بر حسب اهم متر..... 31
- جدول 3-8. خورندگی خاک طبق مقاومت الکتریکی (British Standard BS-1377)..... 33
- جدول 4-1. مشخصات آزمایش‌های آزمایشگاهی..... 34
- جدول 4-2. گمانه‌های ماشینی موجود در محدوده زونهای 1 الی 2..... 36
- جدول 5-1. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون یک..... 39
- جدول 5-2. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون دو..... 40
- جدول 5-3. طبقه‌بندی پتانسیل تورم..... 41
- جدول 6-1. مدول عکس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر در گمانه ماشینی BH- WH-6- زون یک..... 48
- جدول 6-2. مدول عکس العمل بستر پی گسترده برای عمق 3 متر در گمانه ماشینی BH-WH-6- زون یک..... 48
- جدول 6-3. مدول عکس العمل بستر پی نواری برای عمق یک متر در گمانه‌های ماشینی BH-FL-8 الی BH-FL-11- زون 2..... 48
- جدول 7-1. ضرایب فشار جانبی برای لایه‌های خاک طبیعی با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز دانه‌ای..... 52

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه: 7 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

مقدمه

گزارش حاضر حاوی نتایج عملیات صحرائی، آزمایشگاهی و تحلیل‌های مهندسی در محل پروژه طرح عملیات محور نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک، واقع در استان بوشهر، شهرستان گناوه می‌باشد که بر اساس درخواست کارفرمای محترم -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 می‌باشد. بخش سطح الارض شامل خط لوله رو زمینی 4 اینچ به طول 5/2 کیلومتر، خط لوله زیرزمینی 8 اینچ به طول 44 کیلومتر و ایستگاه تقویت فشار جدید است.

با توجه به پراکندگی و تعدد گمانه‌های 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 جدید) جهت پیشگیری از اتلاف زمان پروژه و بنا به اولویت‌های مطرح شده از سوی کارفرمای محترم مقرر گردید نتایج و گزارشات مطالعات ژئوتکنیک هر بخش به صورت مجزا به شرح مجلدهای زیر ارائه شود:

جلد اول: بسته‌ی W018S (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریان)

جلد دوم: بسته‌ی W028 (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریان)

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



جلد چهارم: بسته‌ی W035 (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریان)

جلد پنجم: بسته‌ی W008N (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریان)

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

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

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه: 8 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

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

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



جلد یازدهم: ایستگاه تقویت فشار جدید- بخش سطح الارض

جلد دوازدهم: مسیر خط لوله 4 و 8 اینچی

در این بخش از پروژه، شناخت لایه‌های زیر سطحی و تعیین پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک در محل تاسیسات سرچاهی مربوط به موقعیت W028 و مسیر خط لوله جریانی آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت. تعداد و عمق گمانه‌های ماشینی و نحوه چیدمان آن‌ها توسط کارفرمای محترم تعیین و جهت انجام به این مهندسین مشاور ابلاغ شده است. پس از تحویل زمین محل ساختگاه، عملیات صحرائی توسط گروه حفاری و کارشناسی این مهندسین مشاور آغاز گردید.

این گزارش، حاوی نتایج حاصل از حفاری 5 گمانه ماشینی، آزمایشات صحرائی و آزمایشات آزمایشگاهی به همراه مشاهدات و بازدیدهای میدانی در بسته‌ی W028 (BH-FL-8, BH-FL-9, BH-FL-10, BH-FL-11) و BH-WH-6) است. بر اساس نتایج حاصل از این عملیات و انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی، پارامترهای مربوط به لایه‌های خاک در محل پروژه برآورد و در پایان نیز ضمن جمع‌بندی و نتیجه‌گیری، توصیه‌های 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 می‌باشد:

- ✓ فصل اول، اهداف، مشخصات کلی طرح و موقعیت جغرافیایی پروژه.
- ✓ فصل دوم، وضعیت زمین شناسی عمومی منطقه.
- ✓ فصل سوم، نتایج بدست آمده از عملیات صحرائی.
- ✓ فصل چهارم، شرح آزمایش‌های آزمایشگاهی.
- ✓ فصل پنجم، پارامترهای طراحی.
- ✓ فصل ششم، تعیین ظرفیت باربری مجاز شالوده‌های 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، جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و توصیه‌های فنی.
- ✓ فصل نهم، پیوست‌های گزارش.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01	شماره صفحه: 9 از 72

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⁻، SO⁴⁻⁻ 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، ASCE، 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 فی مابین 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.

	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028</p>								
	<p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028</p>								
<p>شماره پیمان: 053 - 073 - 9184</p>	<p>پروژه BK</p>	<p>بسته کاری W028</p>	<p>صادرکننده PEDCO</p>	<p>تسهیلات 110</p>	<p>رشته GT</p>	<p>نوع مدرک RT</p>	<p>سریال 0001</p>	<p>نسخه D01</p>	<p>شماره صفحه : 10 از 72</p>

این گزارش برای استفاده انحصاری در ارتباط با پروژه طرح نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک در بخش تحت الارض، موقعیت بسته W028 می باشد که براساس درخواست کارفرمای محترم -شرکت مهندسی هیروگان انرژی- تهیه شده است. استفاده از این گزارش توسط شخص یا شرکت دیگری غیر از کارفرمای محترم و اعضای تیم طراحی مرتبط با آن جهت اهداف و کاربردهای دیگر مگر با مجوز کتبی از کارفرمای محترم ممنوع می باشد؛ در غیر این صورت هیچ گونه مسئولیت حقوقی و قانونی بر عهده این شرکت نمی باشد. یادآور می گردد تعداد، عمق و نحوه چیدمان گمانه های ماشینی مطالعاتی طبق شرح خدمات ابلاغی کارفرمای محترم انجام گرفته است.

این گزارش منعکس کننده شرایط ساختگاه اعم از نوع و مشخصات لایه ها و عمق آب بر مبنای مشاهدات و نتایج به دست آمده در زمان آماده سازی گزارش و صرفاً برای ارائه وضعیت لایه ها در محل 5 گمانه ماشینی BH-FL-9, BH-FL-10, BH-FL-11, FL-8, BH-WH-6, در موقعیت بسته W028 تهیه شده است. گذشت زمان و تأخیر در اجرای پروژه ممکن است منجر به تغییراتی در شرایط ساختگاه، سطح آب، تکنولوژی مورد استفاده و شرایط اقتصادی گردد به گونه ای که نتایج و توصیه های گزارش موجود را تغییر دهد. بنابراین، کارفرما یا گروه دیگری که گزارش برای آن تهیه شده است، می بایست 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 کارفرمای محترم، 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 8 اینچ زیرزمینی انتقال گاز و 4 اینچی رو زمینی انتقال مایعات گازی تعریف 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 رو زمینی 4 اینچ به طول 5/2 کیلومتر، خط لوله زیرزمینی 8 اینچ به طول 44 کیلومتر و ایستگاه تقویت فشار جدید است. گزارش حاضر دربرگیرنده نتایج مطالعات ابلاغی مسیر خط لوله و تاسیسات سرچاهی بسته W028 در بخش تحت الارض می باشد. با توجه به نقشه های ارسالی از سمت کارفرمای محترم، پی گسترده با ابعاد 12x20 متر و پی های سطحی مربعی، مستطیلی و نواری جهت طراحی در سایت W-028 مد نظر بوده است. در شکل 1-1 الف، 1-1 ب و 1-1 پ نمایی از محدوده سایت مورد مطالعه در نقشه ماهواره ای گمانه های ماشینی و نقشه های ارسالی از کارفرمای محترم در سایت مذکور ارائه شده است.



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی
مربوط به موقعیت W028



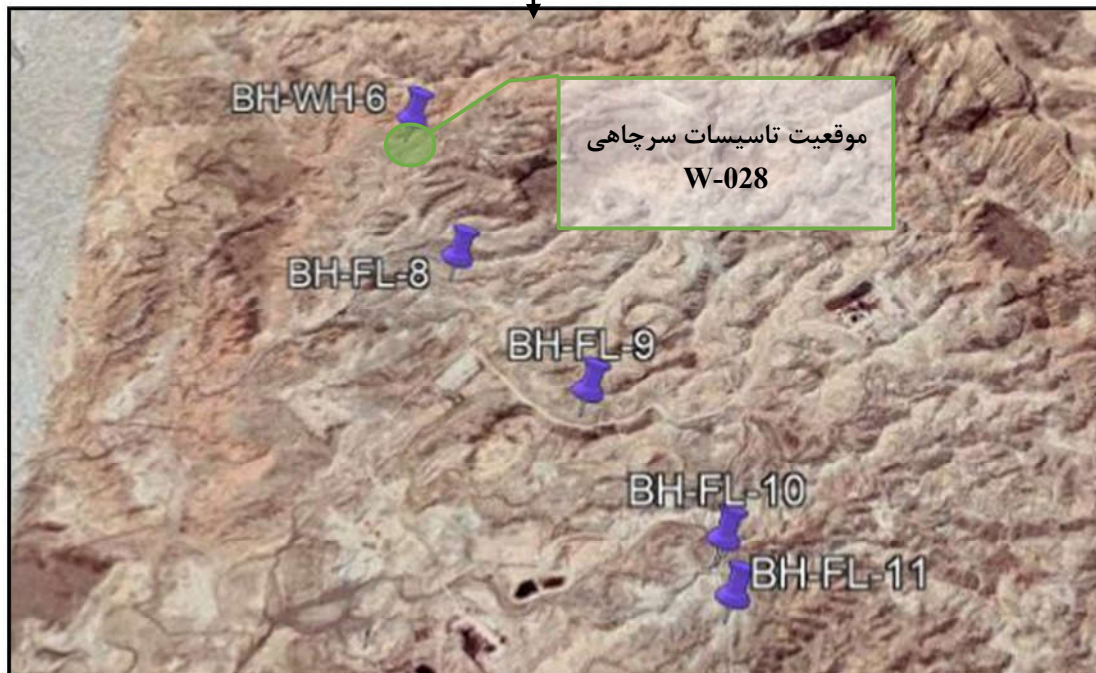
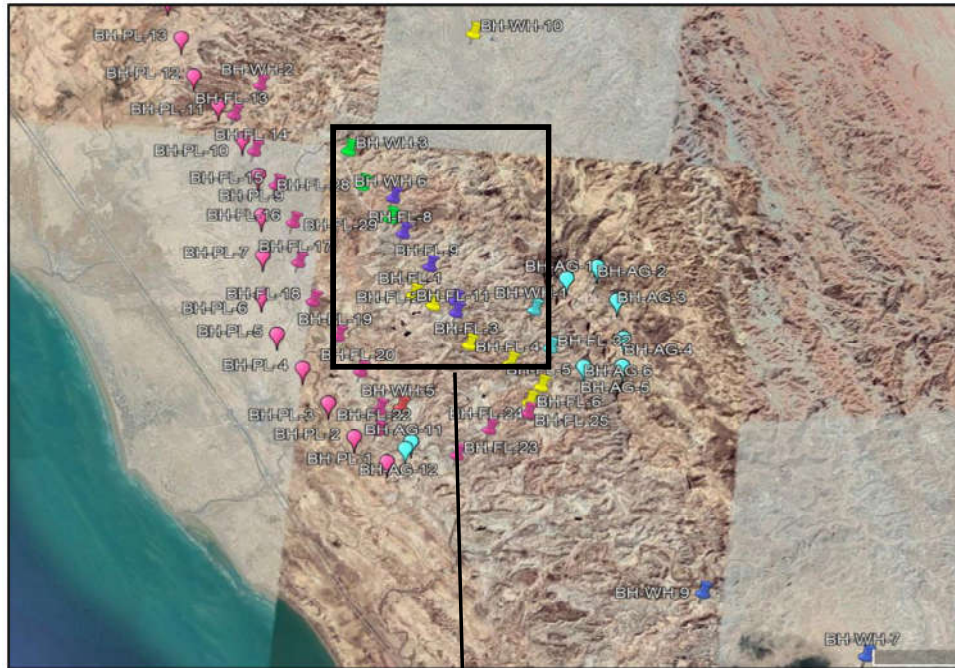
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

شماره صفحه : 11 از 72



شکل 1-1 الف. موقعیت قرارگیری محل پروژه در موقعیت W-028 نسبت به نمای کلی پروژه Google Earth



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان
مربوط به موقعیت W028



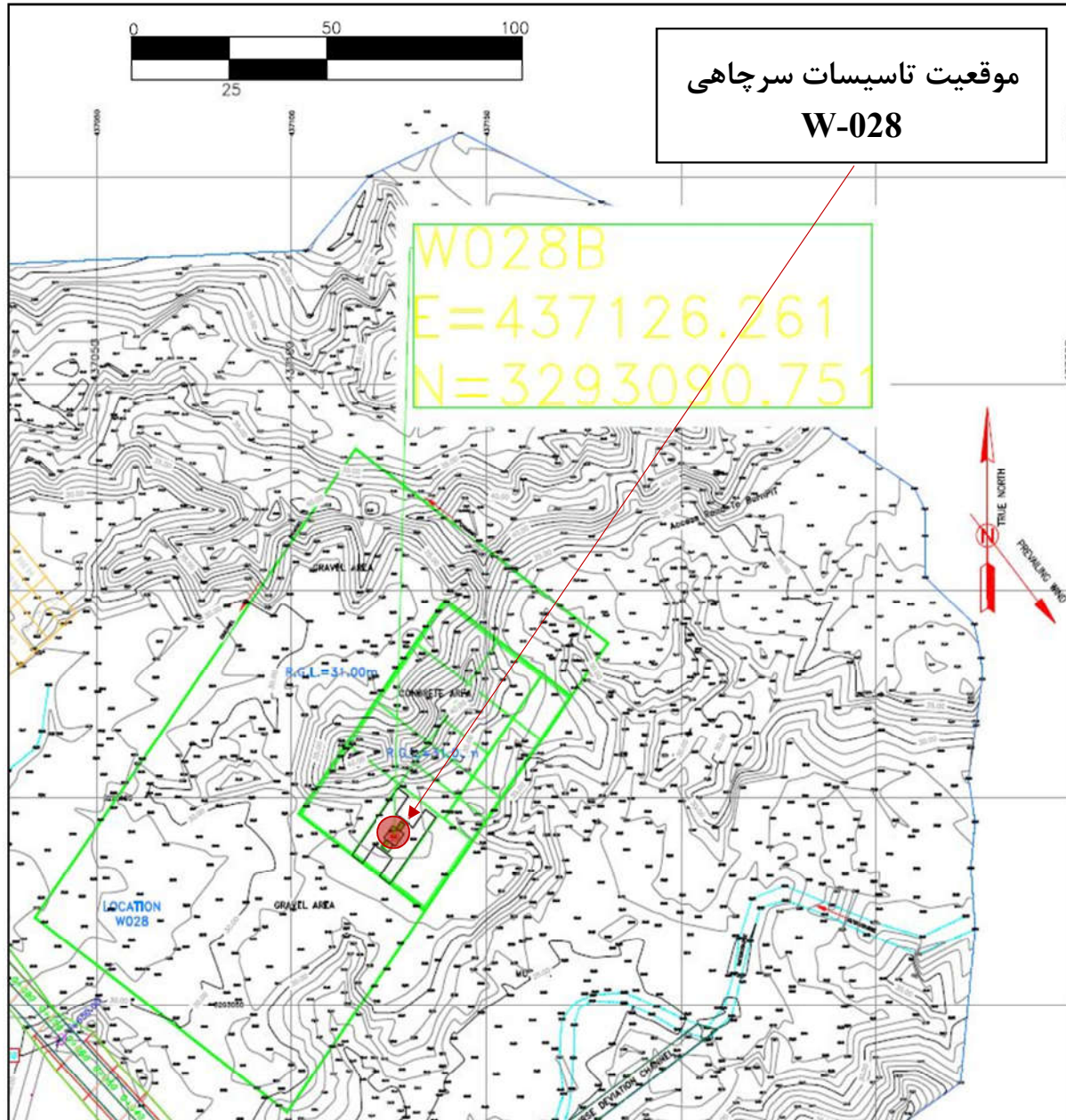
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184






GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

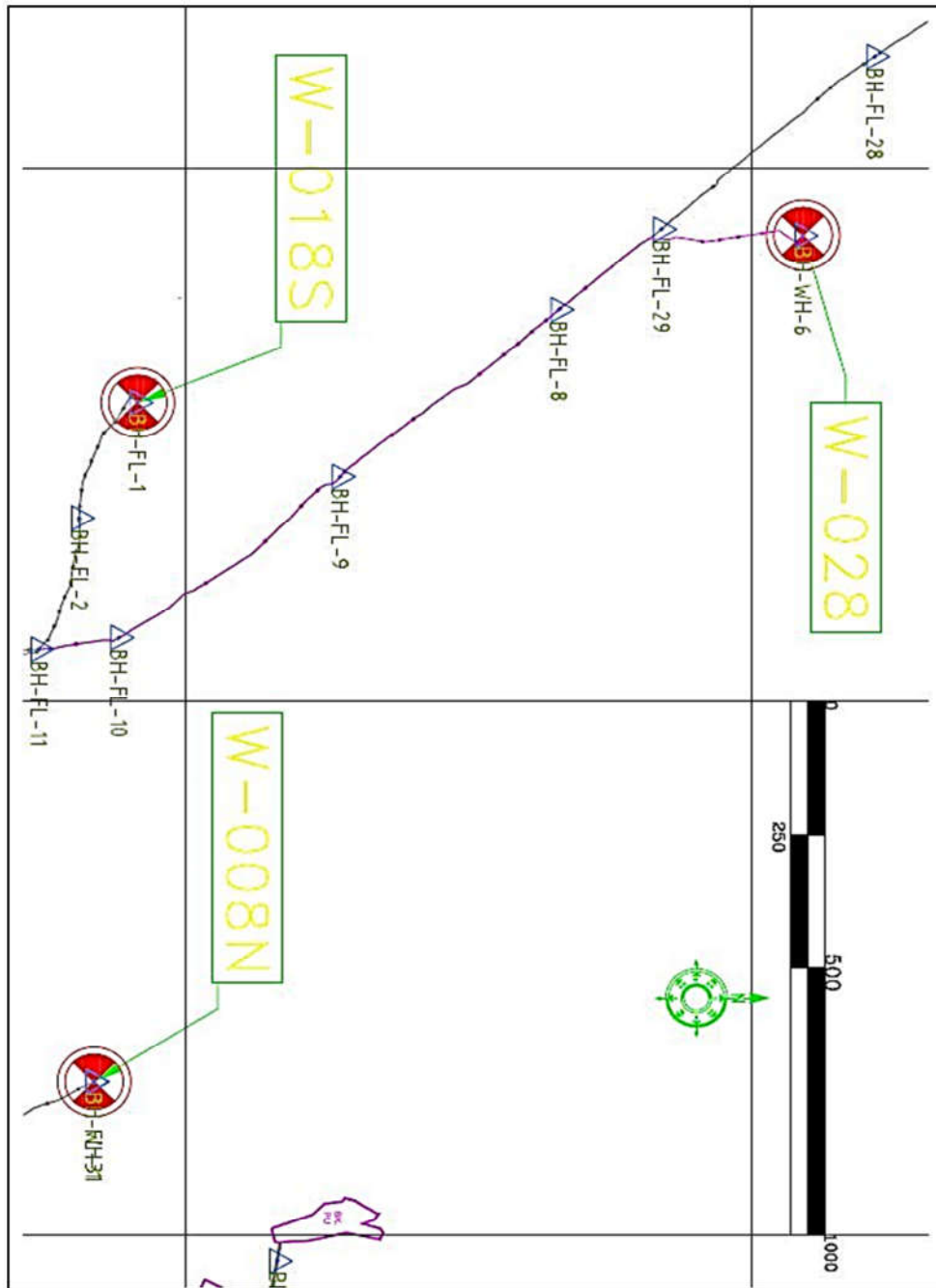
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

شماره صفحه : 12 از 72





شکل 1-1-ب. موقعیت قرارگیری تاسیسات سرچاهی در موقعیت W-028 در نقشه ارسالی از کارفرمای محترم

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028		 شرکت توسعه و پالایش نفت ایران   					
	شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028		شماره صفحه : 13 از 72				
	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01



شکل 1-1 پ. موقعیت قرارگیری محل پروژه و مسیر خط لوله در موقعیت W-028 - در نقشه ارسالی از کارفرمای

محترم

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه: 14 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	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 سراسیبی (Slope) آن در خلیج عمان است. این خلیج 200 تا 300 کیلومتر پهنا و 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 غربی (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



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی
مربوط به موقعیت W028



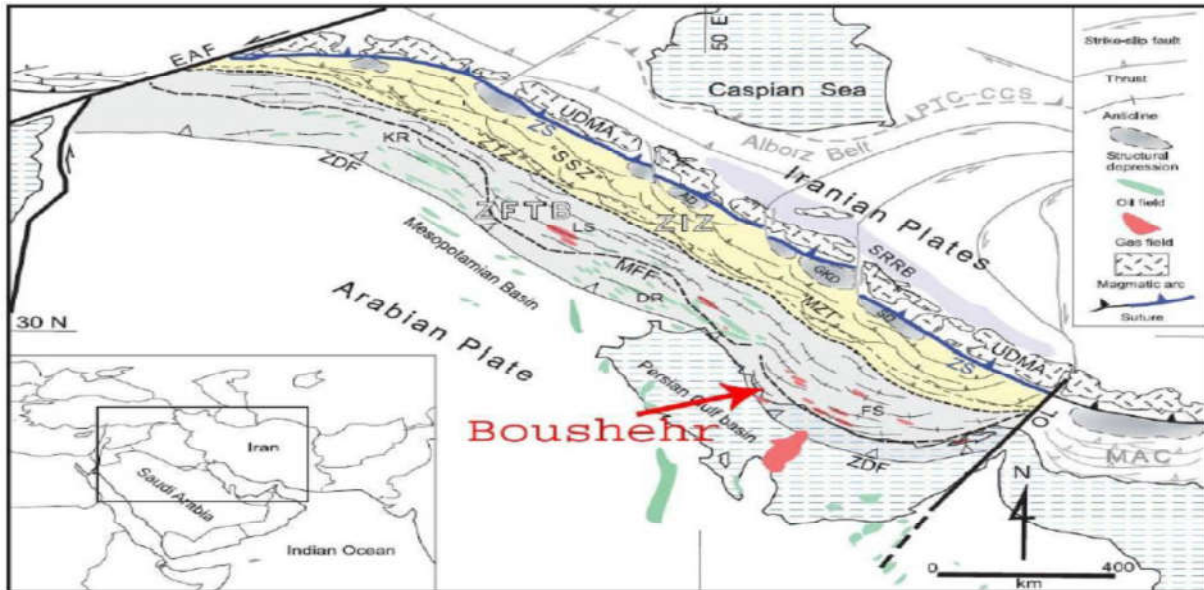
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184



GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

شماره صفحه : 16 از 72



شکل 2-2- تقسیم بندی زاگرس از نظر Alavi سال 2004

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							شماره صفحه : 17 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01	

2-2- لرزه خیزی عمومی منطقه

1-2-2- گسل های محدوده مورد مطالعه



زاگرس در جنوب باختری زمین درز تئیس 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 2-3 نقشه زمین شناسی مسیر خط لوله W028 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 آزیموت 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

 <p>NISOC</p>	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028</p>																	
<p>شماره پیمان: 053 - 073 - 9184</p>	<p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>نسخه</th> <th>سریال</th> <th>نوع مدرک</th> <th>رشته</th> <th>تسهیلات</th> <th>صادرکننده</th> <th>بسته کاری</th> <th>پروژه</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D01</td> <td>0001</td> <td>RT</td> <td>GT</td> <td>110</td> <td>PEDCO</td> <td>W028</td> <td>BK</td> </tr> </tbody> </table>	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK	<p>شماره صفحه : 18 از 72</p>
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه											
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK											

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 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.



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی
مربوط به موقعیت W028



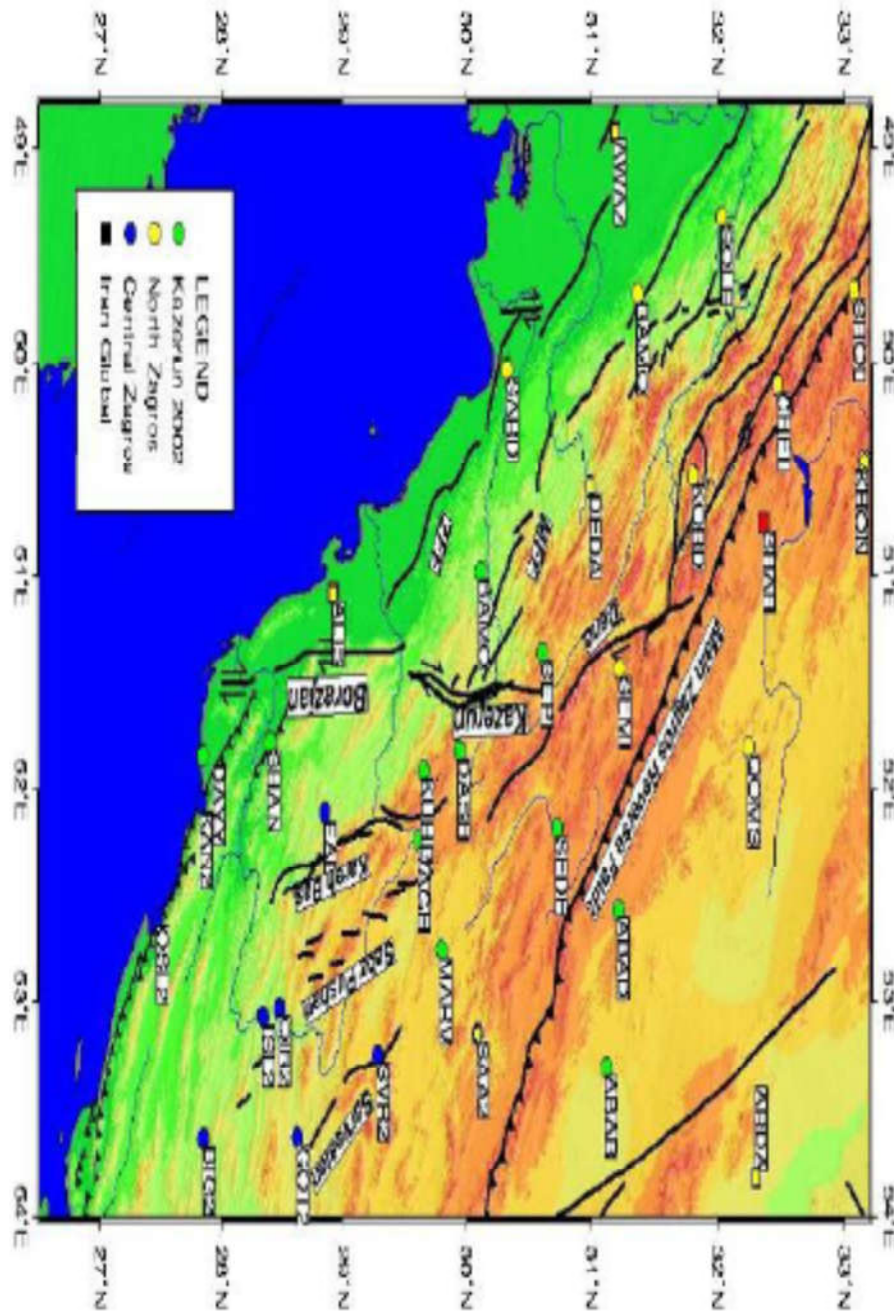
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK

شماره صفحه : 19 از 72



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 و خطوط جریانی
 مربوط به موقعیت W028



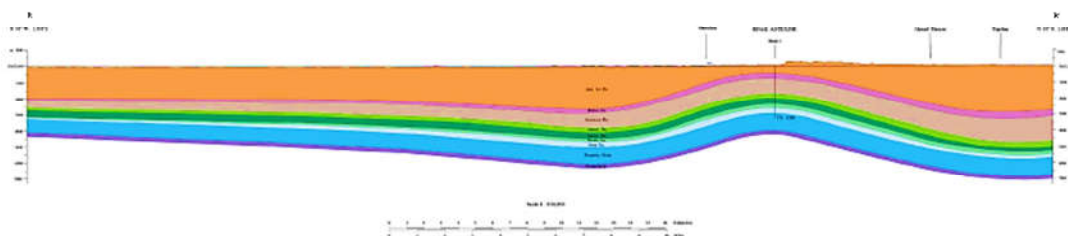
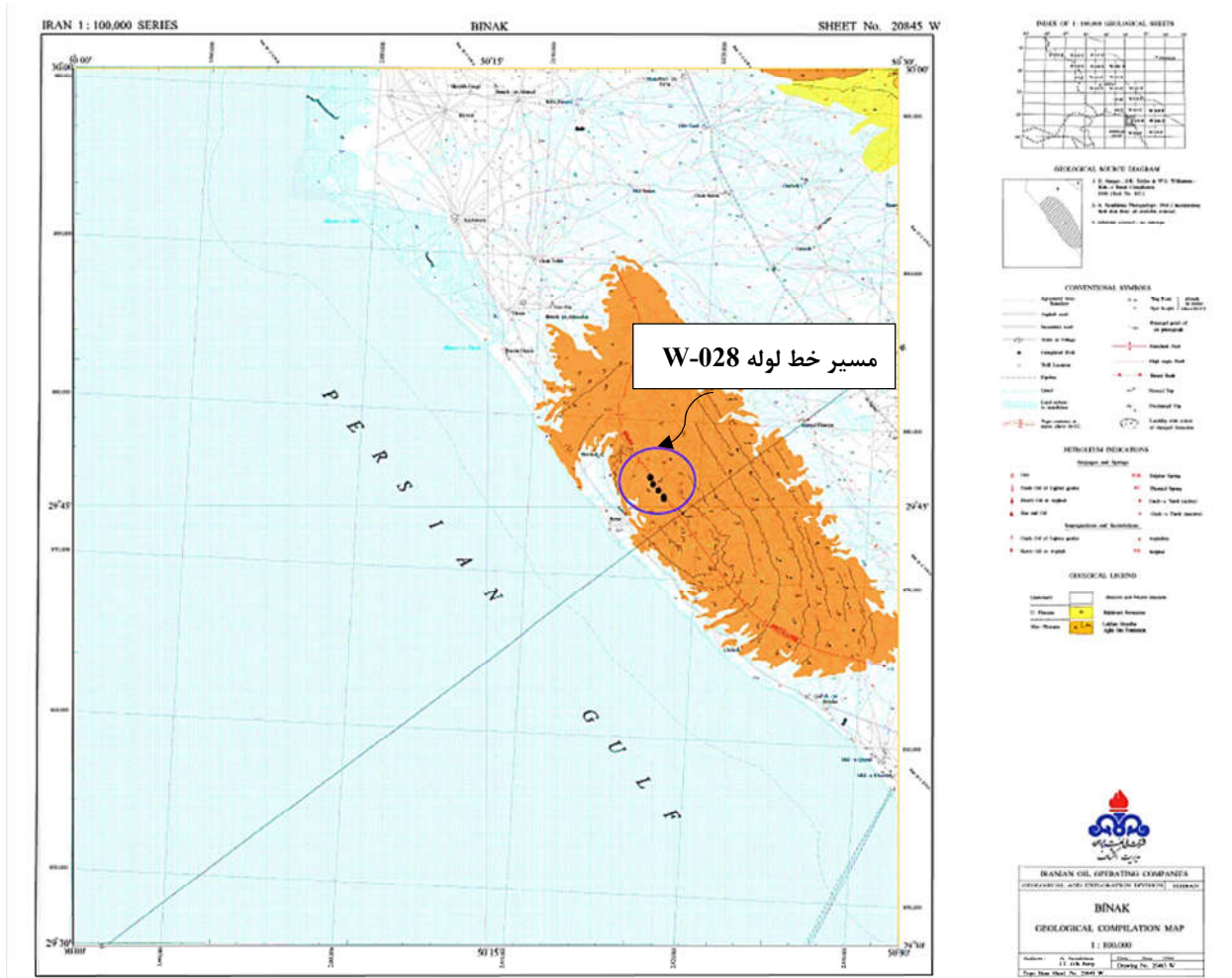
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK

شماره صفحه : 20 از 72



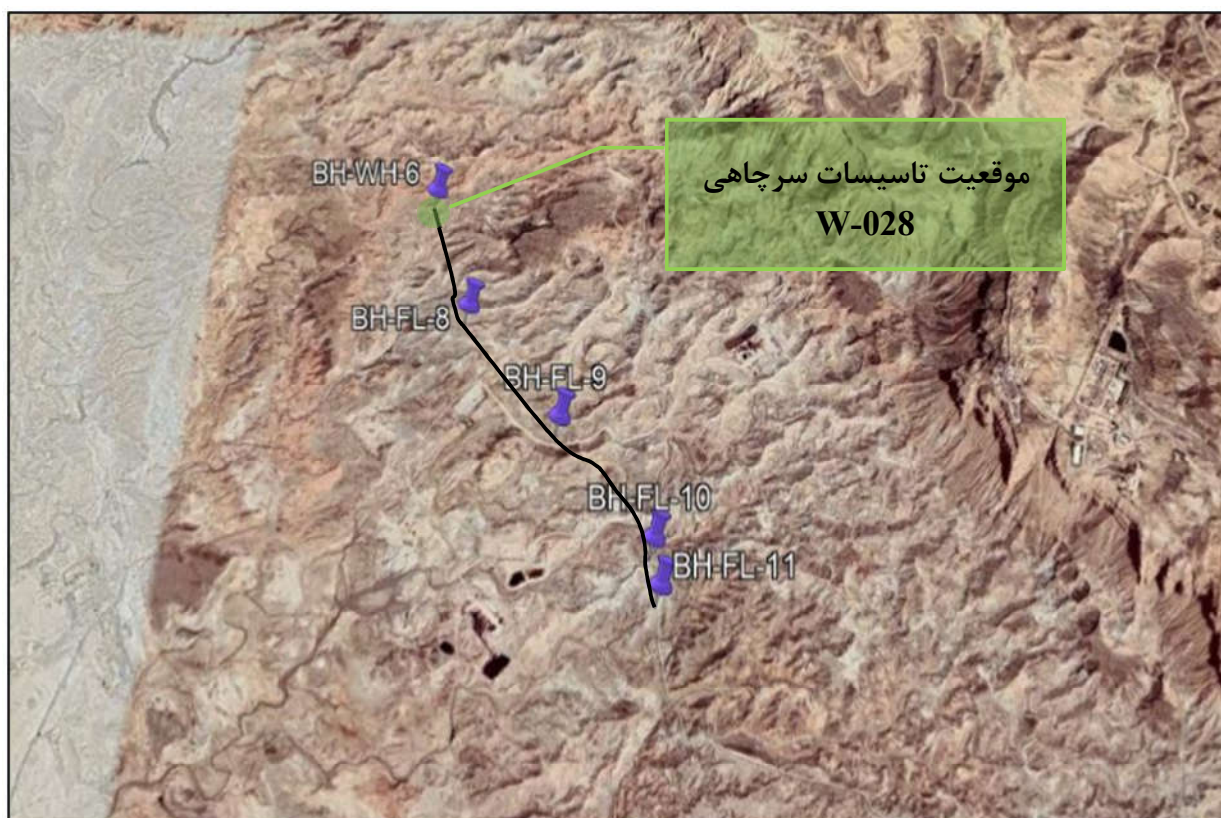
شکل 2-4- مسیر خط لوله بسته W-028 به روی نقشه زمین شناسی بوشهر در منطقه بینک به مقیاس 1:100000

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028		شماره صفحه : 21 از 72					
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01



فصل 3 - کاوش های صحرائی

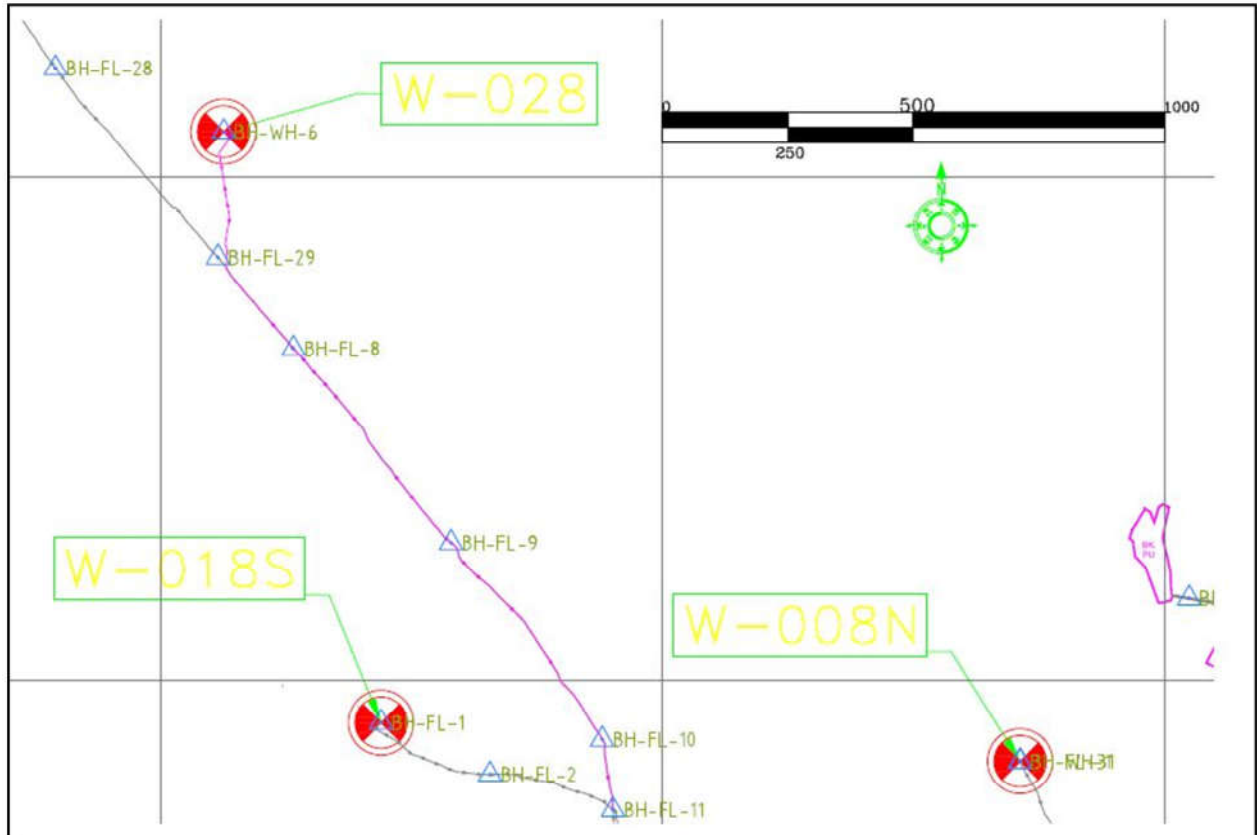
3-1- عملیات حفاری گمانه های ماشینی

حفاری 5 گمانه ماشینی به روش مغزه گیری ممتد در محل های مشخص شده توسط کارفرمای محترم در مسیر خط لوله و تاسیسات سرچاهی بسته ی W028 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 3-1 مشخصات کلی گمانه های ماشینی همچنین در شکل 3-1-1-1 جانمایی آنها به روی مسیر خط لوله این بسته ی کاری ارائه شده است.



شکل 3-1-1-1-1 جانمایی محل حفر گمانه های ماشینی در مسیر خط لوله تقریبی و تاسیسات سرچاهی W-028

 <p>NISOC</p>	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028</p>																	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028	شماره صفحه : 22 از 72																
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>پروژه</th> <th>بسته کاری</th> <th>صادرکننده</th> <th>تسهیلات</th> <th>رشته</th> <th>نوع مدرک</th> <th>سریال</th> <th>نسخه</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BK</td> <td>W028</td> <td>PEDCO</td> <td>110</td> <td>GT</td> <td>RT</td> <td>0001</td> <td>D01</td> </tr> </tbody> </table>	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه											
BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01											



شکل 2-3- موقعیت قرارگیری محل پروژه، گمانه‌های ماشینی و مسیر خط لوله در موقعیت W-028 - در نقشه ارسالی از کارفرمای محترم



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی
مربوط به موقعیت W028



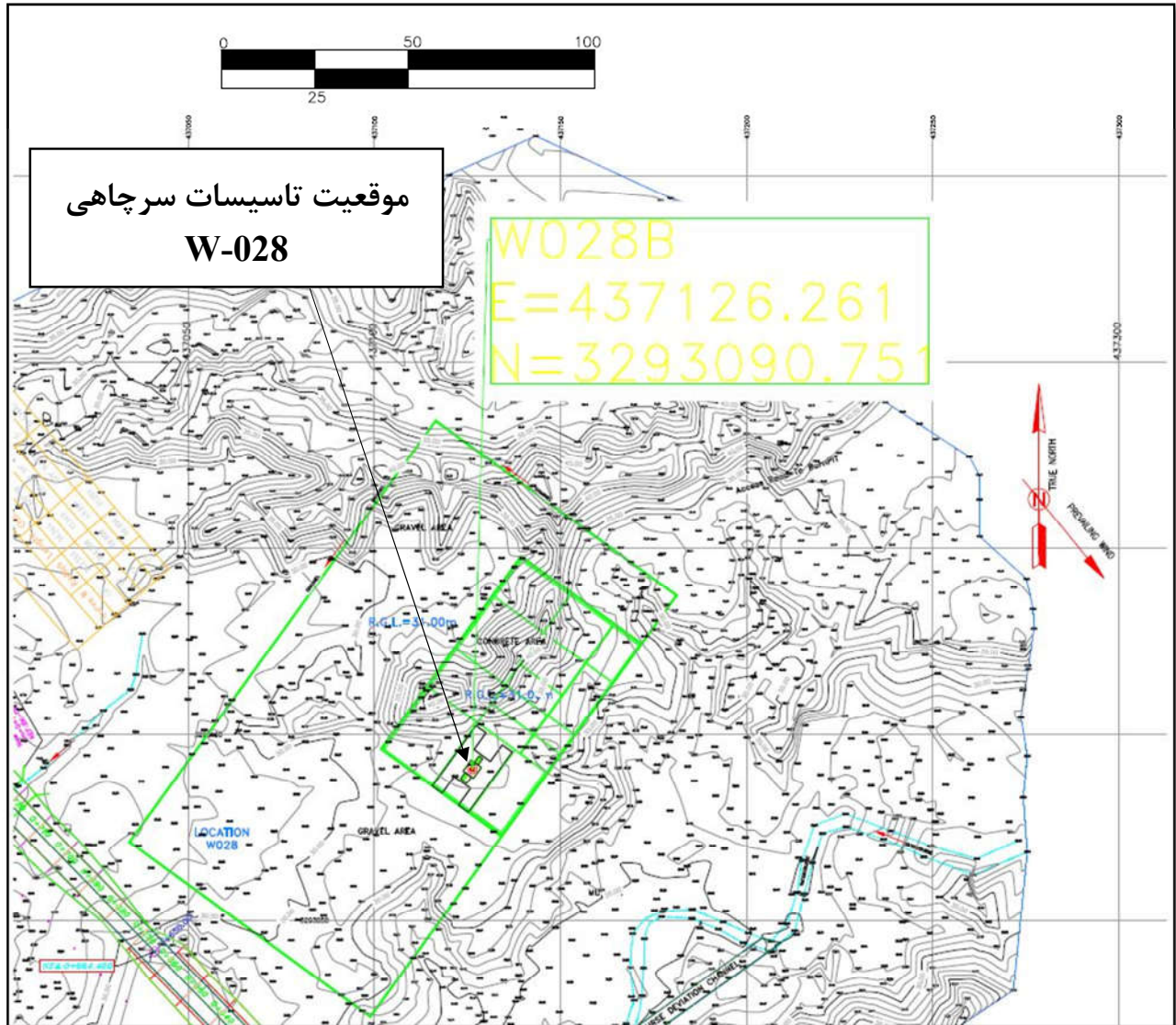
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184



GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

شماره صفحه : 23 از 72



شکل 3-3- موقعیت قرارگیری تاسیسات سرچاهی در موقعیت W-028 در نقشه ارسالی از کارفرمای محترم

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 24 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

جدول 3-1. مشخصات کلی گمانه‌های ماشینی تاسیسات سرچاهی و مسیر خط لوله جریانی بسته W-028

BH NO.	Depth (m)	Location	
		E	N
BH-FL-8	3	437265	3292659
BH-FL-9	3	437579	3292272
BH-FL-10	3	437880	3291880
BH-FL-11	3	437901	3291739
BH-WH-6	15	437126	3293090



3-2- آزمایش‌های برجا

3-2-1- 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.

$$C_N = \sqrt{\frac{1.7}{P'_0 + 0.7}} \quad N' = C_N \times N$$

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 طول‌های بیش از 10 متر محسوس نیست اما در طول‌های کمتر از 10 متر تاثیرگذار می‌باشد که باید اصلاحیه‌ای 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.



	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							شماره صفحه : 25 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01	

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.

نتایج حاصل از این آزمایش در اعماق مختلف در شرح گمانه های ماشینی (پیوست 2) آورده شده است. شکل 3-4 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 های ماشینی BH-FL-8 و BH-FL-9 بعد از عبور از خاک سطحی، لایه های ریزدانه تا عمق 3 متری به طور غالب در محدوده سخت (Hard) قرار می گیرند. گمانه های ماشینی BH-FL-10 بعد از گذر از خاک سطحی، لایه های ریزدانه تا عمق 1/5 متری در محدوده سخت (Hard) قرار می گیرد. در نهایت گمانه ماشینی BH-WH-6 بعد از عبور از خاک سطحی، لایه های ریزدانه تا عمق 4 متری در محدوده خیلی سفت تا سخت (Very Stiff to Hard) قرار دارند. لذا جهت بدست آوردن دید کلی از وضعیت تراکم و سفتی لایه ها، نتایج نفوذ استاندارد در گمانه های ماشینی براساس طبقه بندی ارائه شده توسط ترزاقی و پک (جدول شماره 2-3 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 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.

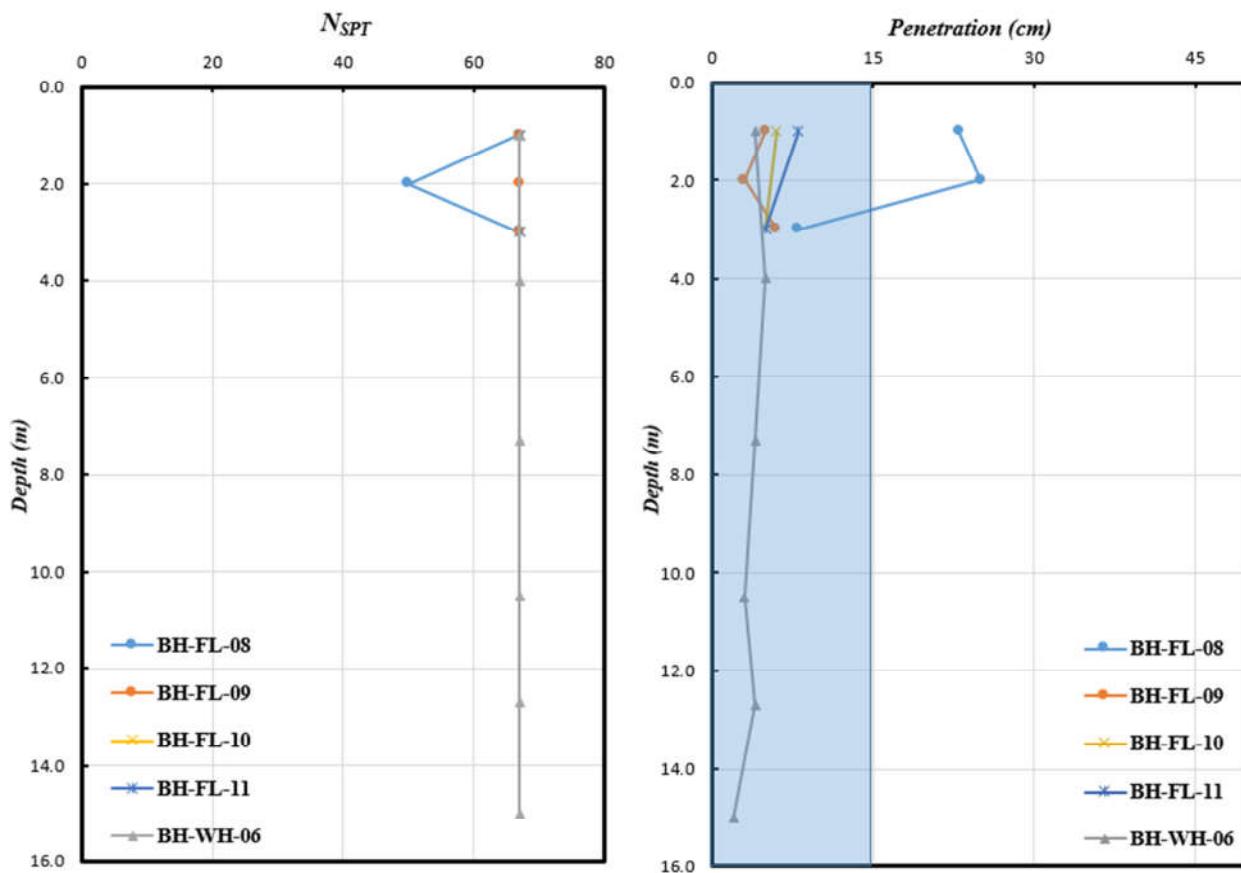
جدول 2-3. رابطه تراکم خاک درشت دانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک 1948)

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



 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه : 26 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

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

SPT value (N)	Type	Remarks
0-2	Very soft	Not suitable for civil structures, good for park.
2-4	Soft	
4-8	Medium	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.



شکل 3-4- تغییرات نتایج ضربات SPT (اصلاح نشده) و میزان نفوذ متناظر برحسب عمق W-028

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 27 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

1-1-2-3- تعیین سرعت امواج برشی (V_s) براساس ضربات نفوذ استاندارد N_{60}

جهت تعیین سرعت موج برشی در غیاب آزمایش دانهپول می توان از روابط و ضرایب بین تعداد ضربات نفوذ استاندارد و مشخصات لایه تحت الارضی استفاده کرد. لذا جهت بدست آوردن نوع زمین بر اساس نتایج نفوذ استاندارد در گمانه های ماشینی از روابط ارائه شده توسط سید (1986) و یوشیدا (1988) در کتاب مهندسی پی Bowles می توان استفاده کرد این روابط به شرح زیر هستند و نتایج حاصل از آن ها در جدول 3-4 ارائه شده است.

$$V_s = C_1 (N_{60})^{0.17} z^{0.2} F_1 F_2 \quad \text{سید (1986)}$$

$$V_s = C_1 (\gamma z)^{0.14} (N_{60})^{0.25} \quad \text{یوشیدا (1988)}$$

توضیحات بیشتر در ارتباط با پارامترهای ارائه شده در کتاب مهندسی پی نوشته Bowles, 1996 ویرایش پنجم چاپ و ریزمحاسبات در جدول زیر نشان داده شده است.



جدول 3-4. سرعت موج برشی براساس ضربات SPT- کتاب Bowles

Package	BH-FL	Depth(m)	N_{60}	$V_s = C_1 (N_{60})^{0.17} z^{0.2} F_1 F_2$	$V_s = C_1 (\gamma z)^{0.14} (N_{60})^{0.25}$	$V_s(ave)$
W-028	BH-WH-6	1.0	495	373	392	383
		4.0	205	424	383	404
		7.3	428	542	501	521
		10.5	450	588	539	564
		12.7	450	611	554	582
		15.0	450	632	567	599

با توجه به استاندارد 2800 به منظور تعیین متوسط سرعت موج برشی می توان از رابطه ارائه شده در بند 2-4

استفاده کرد:

$$\bar{V}_s = \frac{\sum d_i}{\sum \left(\frac{d_i}{v_{st}}\right)}$$

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 28 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

در این رابطه، V_{si} و d_i به ترتیب سرعت موج برشی و ضخامت لایه تا عمق 30 متری از تراز پایه است. با توجه به رابطه بالا سرعت متوسط موج برشی در گمانه ماشینی سرچاهی BH-FL-1 و تا عمق 15 متری، $506(m/s)$ به دست می آید.

روش برونمایی سرعت امواج برشی تا عمق 30 متر در کتاب راهنمای تخمین سرعت امواج برشی در پروفیل خاک چاپ 2012 مرجع PEER، ارائه شده است. در این روش آماری با داشتن سرعت موج برشی اعماق 10 متر تا 29 متر همچنین با استفاده از ضرایب همبستگی a و b سرعت موج برشی در عمق 30 متری تخمین زده می شود.

$$\log V_{s30} = a + b \log V_{sd}$$

رابطه ذکر شده به شرح ذیل می باشد :



بر این اساس سرعت موج برشی در عمق 30 متری $732(m/s)$ تخمین زده می شود. لذا براساس نتایج از تخمین سرعت موج برشی در عمق 30 متری و متوسط سرعت موج برشی در عمق 15 متر در بخش تاسیسات سرچاهی، زمین مطابق طبقه بندی ارائه شده در استاندارد 2800 از نوع II پیشنهاد می شود. این نوع زمین با نوع II نشریه 038 و نوع C نشریه ASCE7 همخوانی دارد.

2-2-3- 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 کارفرمای محترم مقرر گردید یک آزمایش بارگذاری صفحه در محل هر یک از تاسیسات سرچاهی انجام شود. آزمایش (PLT-2)، در محل بسته W-028 واقع و 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 3-5 خلاصه نتایج حاصل از آزمایش و در پیوست 1-3 نیز نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

جدول 3-5. مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه

Test No.	Depth (m)	Plate Diameter (cm)	E_{50} (kg/cm ²)
PLT-2	1.0	30	1034

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 29 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

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

آزمایش CBR به منظور تعیین مقاومت نسبی لایه‌های رویه و اساس و خصوصیات تراکم پذیری خاک مطابق با استاندارد ASTM D4429 انجام می‌شود. در این راستا مجموعاً 2 آزمایش مذکور در مسیر دسترسی به تاسیسات سرچاهی بسته W-028 انجام شده است. خلاصه نتایج حاصل از آزمایش در محل موقعیت مذکور در جدول 3-6 و در پیوست 3-2 نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

جدول 3-6. مشخصات و نتایج آزمایش CBR

Test No.	Depth(m)	Penetration	
		2.54(mm)	5.08(mm)
CBR-1	Ground Level	19.9%	16.8%
CBR-2	Ground Level	18.5%	15.9%



سطح مورد آزمایش با برداشتن خاک سطحی نامناسب آماده و در حد امکان هموار و تراز می‌گردد. نقاط آزمایش‌های 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 می‌گیرد و نفوذ انجام می‌شود. منحنی تنش نفوذی با تقسیم نیروی اعمال شده بر سطح پیستون برای هر افزایش نفوذ محاسبه می‌شود.

3-2-4- اندازه گیری دمای خاک

اندازه‌گیری دمای خاک در تمامی 5 گمانه ماشینی BH-WH-6, BH-FL-8, BH-FL-9, BH-FL-10, BH-FL-11, در بسته W-028 در عمق یک متری در سه زمان مختلف (صبح، ظهر، عصر) در بازه زمانی 2 دی ماه الی 20 دی ماه (23 Dec 2021-10 Jan 2022) انجام شد. و نتایج حاصل از اندازه‌گیری دمای خاک در پیوست 3-3 ارائه شده است.

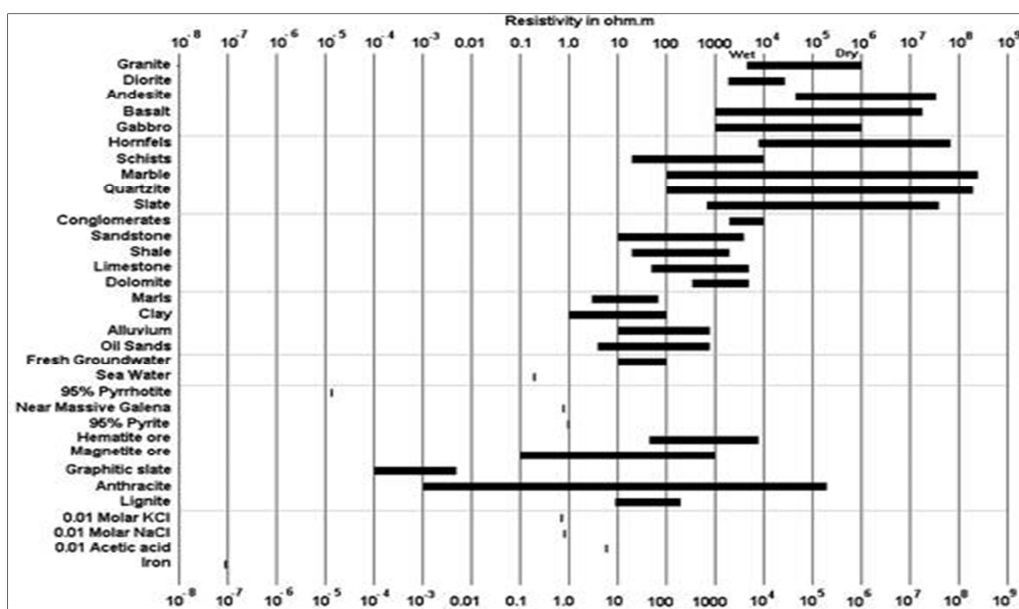
3-2-5- آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی (Geoelectrical Resistivity Test)

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 30 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

در روش‌های الکتریکی که جریان به وسیله الکترودها به زمین انتقال می‌یابد هرگونه تغییرات زیرسطحی لایه‌های زمین باعث تغییر در نحوه هدایت جریان الکتریکی در داخل زمین یا تغییر پتانسیل الکتریکی می‌شود. میزان تاثیر عوامل فوق به اندازه، شکل، موقعیت و مقاومت الکتریکی لایه‌های زیر سطحی بستگی دارد. لذا به دست آوردن اطلاعات مربوط به لایه‌های زیرسطحی یا اندازه‌گیری 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 اندازه‌گیری افت پتانسیل بین دو الکتروود دیگر است که در امتداد یک خط در میان الکتروودهای اولیه قرار داده شده‌اند.



مقاومت لایه‌های مختلف خاک یا سنگ در اثر شکستگی‌ها، تخلخل، هدایت الکتریکی، آب‌های زیرسطحی و درجه اشباع خاک دستخوش تغییرات بسیاری می‌شود. حدود تقریبی مقاومت الکتریکی برای انواع مختلف خاک و سنگ در شکل 3-5 نشان داده شده است.



شکل 3-5- حدود مقاومت الکتریکی برای خاک‌های مختلف

1-5-2-3- نحوه انجام آزمایش و آرایش الکترودها

در هنگام آزمایش آرایش‌های متفاوتی را می‌توان برای قرار دادن الکتروودهای جریان و پتانسیل در سطح زمین مورد استفاده قرار داد. در اغلب این آرایش‌ها هر دو مجموعه الکتروودها در امتداد یک خط قرار داده می‌شوند. معمولاً الکتروودهای جریان در بیرون الکتروودهای پتانسیل قرار می‌گیرند، هر چند که معکوس قرار دادن الکتروودها نیز هیچ

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه : 31 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

تفاوتی را در نتایج حاصله ایجاد نخواهد کرد. آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی در 5 محل (Line) در مسیر خط لوله و تاسیسات سرچاهی در بسته W-028 با عناوین FL-8 الی FL-11 و WH-6 (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 ونر از فرمول زیر استفاده می‌شود:

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

a = فاصله الکترودها (متر)



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

$$\rho_a = \text{مقاومت الکتریکی ظاهری (اهم متر)}$$

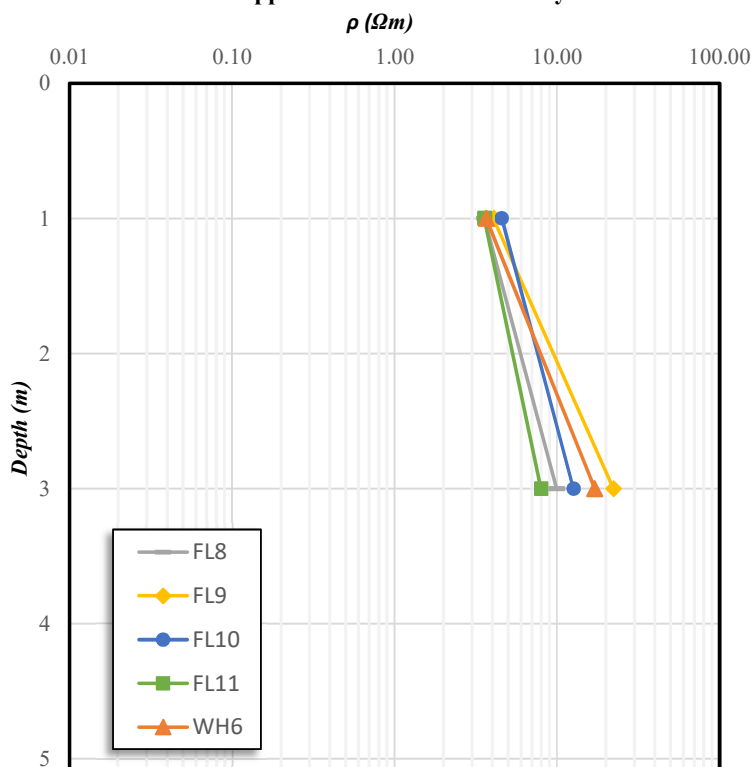
در پروژه حاضر، آزمایش‌های ژئوالکتریک در هر یک از نقاط با استفاده از روش سونداژ VES و با استفاده از آرایه ونر در اعماق 1 تا 3 متری انجام پذیرفت. مشخصات محل آزمایش و نتایج حاصل از آن در جدول 3-7، شکل 3-6 و پیوست 3-4 ارائه شده است.

جدول 3-7. مقاومت ویژه میانگین قرائت شده برای اعماق مختلف در هر محل بر حسب اهم متر

Station No.	a=1m	a=3m
FL-8	3.58	9.95
FL-9	4.06	22.25
FL-10	4.57	12.62
FL-11	3.57	7.98
WH-6	3.67	17.05

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028		شماره صفحه : 32 از 72					
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

Variation of Apparant Electrical Resistivity in W-028





شکل 3-6- تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب عمق در مسیر خط لوله و تاسیسات سرچاهی بسته W-028

2-5-3- خوردگی

عکس العمل شیمیایی یا الکتروشیمیایی یک فلز با محیط اطراف که منجر به اضمحلال تدریجی یا نابود شدن فلز گردد را خوردگی می‌نامند. خوردگی به وجود مناطق کاتدیک و آندیک در فلز اشاره دارد. در روش حفاظت کاتدیک (روش‌های 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 می‌شود تا سازه‌ای 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 خاک‌ها 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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 33 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

می‌شود و در نتیجه موجب کاهش مقاومت الکتریکی خواهد شد. در این مورد می‌توان 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 دانه‌بندی نیز بر میزان مقاومت الکتریکی اثر دارند، به طوری که خاک‌های درشت‌دانه فشرده نسبت به خاک‌های ریزدانه از مقاومت الکتریکی بیشتری برخوردار هستند.



در جدول 3-8 محدوده پتانسیل خوردگی خاک‌ها ارائه گردیده است که می‌تواند در تفسیر نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده در محل پروژه مورد استفاده قرار گیرد. بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که مقادیر مقاومت‌های ظاهری الکتریکی به صورت متغیر در این مسیر خط لوله و تاسیسات سرچاهی در گمانه های BH-FL-8 و BH-FL-11 کمتر از $10(\Omega\cdot m)$ در محدوده خورنده و در گمانه‌های BH-FL-9، BH-FL-10 و BH-WH-6 کمتر از $20(\Omega\cdot m)$ در محدوده خوردگی متوسط قرار دارد. پیشنهاد می‌شود در نقاطی که خوردگی می‌تواند به سازه‌ها یا تاسیسات مرتبط، آسیب رسان باشد، با استفاده از روش‌های قیرپاشی یا سایر روش‌های مشابه، نسبت به محافظت (Coating) اقدام شود.

جدول 3-8. خوردگی خاک طبق مقاومت الکتریکی (British Standard BS-1377)

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

3-3- وضعیت تراز سطح آب

با توجه به نتایج حاصل از حفر 5 گمانه ماشینی، سطح آب در زمان عملیات اجرایی در محل حفر گمانه‌های ماشینی تا عمق حداکثر 15 متر مشاهده نگردید لازم به ذکر است که سطح آب ممکن است به علت تغییر فصل و شرایط جوی منطقه در فصول مختلف سال تغییر نمایند.

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 34 از 72	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	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	
وزن مخصوص ویژه	ASTM D854	
تک محوری سنگ	ASTM D2938	
بار نقطه ای سنگ	ASTM D5731	
تحکیم	ASTM D2435	
شیمیایی خاک	BS-1377	

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-028، تاسیسات سرچاهی و مسیر خط لوله و با در نظرگیری نتایج آزمایش های آزمایشگاهی و فاصله گمانه های ماشینی از یکدیگر، لایه های موجود در محدوده این بسته را می توان به 2 زون کلی طبقه بندی نمود. جهت سهولت بررسی و مقایسه، در شکل 4-1 تفکیک زون های مذکور ارائه و در جدول 4-2 گمانه های ماشینی موجود در محدوده زون های یک و 2 معرفی شده است. بدیهی است معیار تفکیک زون ها براساس قضاوت مهندسی و نتایج حاصل از حفاری ها و آزمایش های آزمایشگاهی و آزمایش های برجا صورت گرفته است که با توجه به فاصله قابل توجه گمانه های ماشینی و تغییر ویژگی های طبیعی بستر احتمال جابجایی در مرزهای تفکیکی وجود



 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه : 35 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

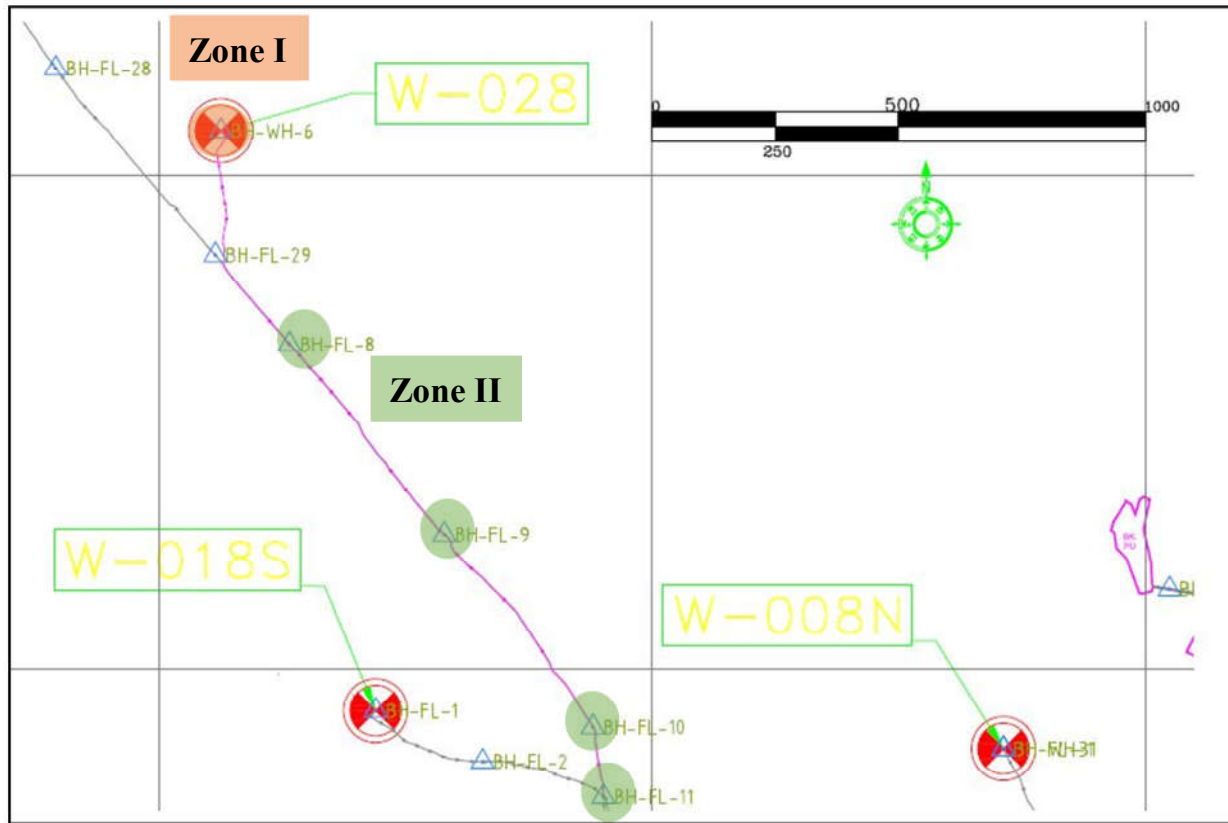
خواهد داشت. خلاصه لایه‌بندی مشاهده شده به تفکیک 2 زون در مسیر خط لوله بسته‌ی W-028 به شرح زیر است:

خاطر نشان می‌سازد این مسیر خط لوله حدود 1/6 کیلومتر و عمق شناسایی‌های ژئوتکنیکی در گمانه ماشینی تاسیسات سرچاهی 15 متر و در گمانه‌های ماشینی مسیر خط لوله 3 متر بوده است. بدیهی است در مسیر 1/6 کیلومتر مورد مطالعه با توجه به فاصله حدود 500 متری بین گمانه‌های ماشینی، زون‌بندی‌ها و مرزهای تفکیکی براساس شواهد میدانی و نتایج حاصل از حفاری‌ها و قضاوت‌های مهندسی در نظر گرفته شده است. چنانچه در مسیر خط لوله بین گمانه‌های ماشینی عارضه‌ای در بستر مشاهده گردد، نتایج گزارش حاضر قابل تعمیم به محل مورد نظر نمی‌باشد.



شکل 4-1- مرز تفکیکی زون‌های 1 و 2

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028		شماره صفحه : 36 از 72					
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01



شکل 2-4. مرز تفکیکی زون های 1 و 2- نقشه ارسالی از کارفرمای محترم

جدول 2-4. گمانه های ماشینی موجود در محدوده زون های 1 الی 2

Package	Zone	Borehole Name
W-028	Zone I	BH-WH-6
	Zone II	BH-FL-8, BH-FL-9, BH-FL-10, BH-FL-11



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی
مربوط به موقعیت W028



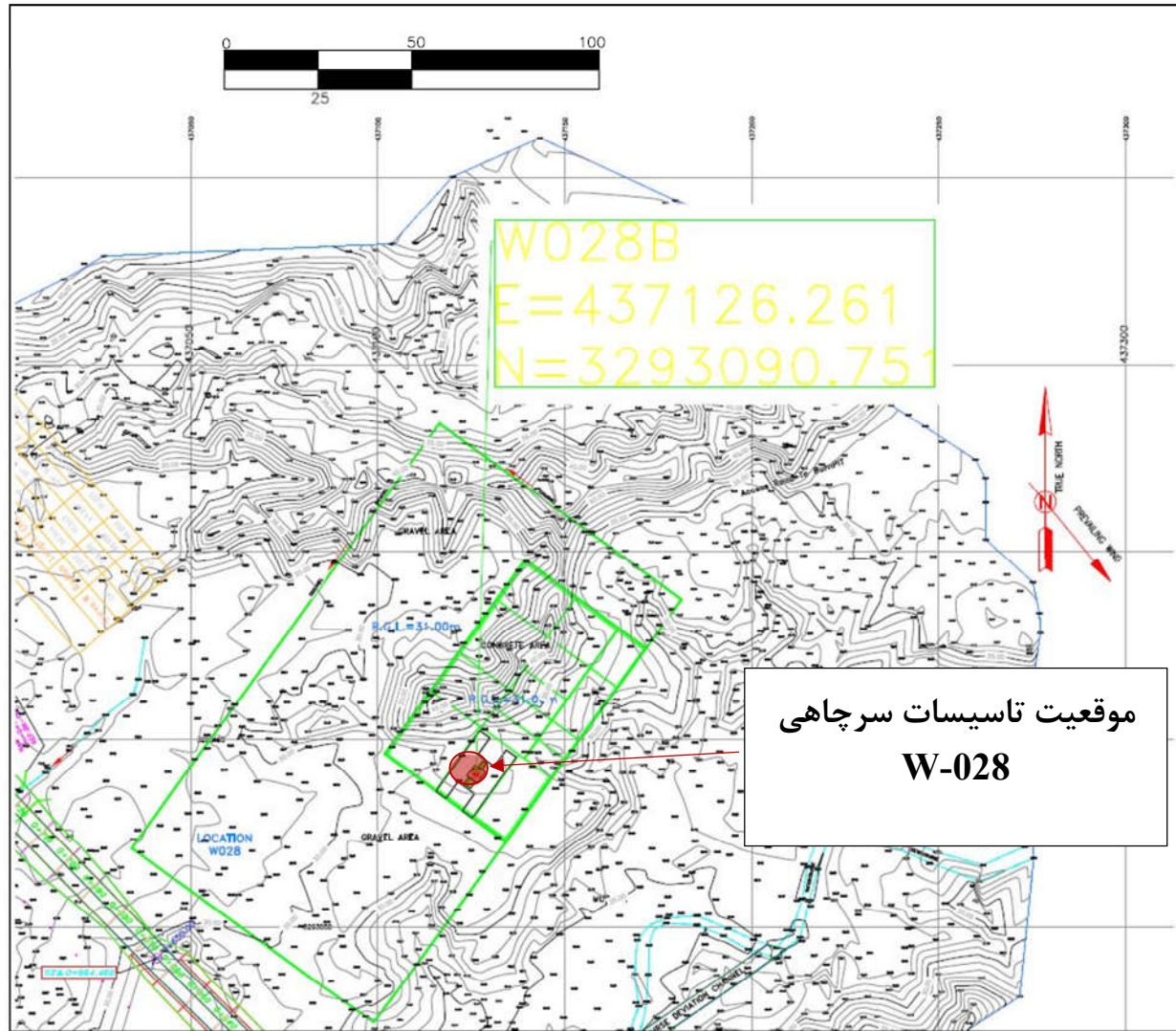
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK



شماره صفحه : 37 از 72



شکل 3-4. موقعیت قرارگیری تاسیسات سرچاهی در موقعیت W-018S در نقشه ارسالی از کارفرمای محترم

زون یک:

شامل گمانه ماشینی BH-WH-6 واقع در محل تاسیسات سرچاهی سایت W-028 می باشد. پس از گذر از لایه سطحی نامناسب به ضخامت حدوداً 50 سانتیمتر تا عمق تقریبی 1/5 متری خاک شن حاوی سیلت بدون چسبندگی و از عمق 1/5 متری الی 4 متری خاک رس مشاهده شده است. در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی توالی لایه های سنگی مارن (Marl) و در عمق 10/5 الی 12/5 لایه سنگی سیلتی (SiltStone) مشاهده شده است. لایه

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه : 38 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

های سنگی پس از 24 ساعت خیساندن در آب در طبقه بندی رس و شن حاوی سیلت بدون چسبندگی قرار می گیرند. لایه های مذکور مطابق طبقه بندی متحد خاک (USCS) عمدتاً در رده GM و CL طبقه بندی می شوند. لازم به ذکر است در 1/5 متر ابتدایی و یک متر انتهایی گمانه ماشینی BH-WH-6 گچ مشاهده شده است.

زون دو:

شامل گمانه های ماشینی BH-FL-8, BH-FL-9, BH-FL-10 و BH-FL-11 واقع در مسیر خط لوله سایت W-028 می باشد. در گمانه های ماشینی BH-FL-8 و BH-FL-9 پس از گذر از لایه سطحی نامناسب به ضخامت تقریبی 20 سانتیمتر، تا انتهای گمانه ماشینی به عمق 3 متر توالی لایه های ریز دانه رس و سیلت دارای چسبندگی مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-10 بعد از عبور از خاک سطحی نامناسب به ضخامت حدوداً 10 سانتیمتر، لایه 1/5 متری خاک ریزدانه رسی و در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی 3 متری لایه های سنگی مارن (Marl) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-11 از ابتدا تا انتهای گمانه ماشینی 3 متری توالی لایه های سنگی مارن (Marl) مشاهده شده است. لایه های سنگی پس از 24 ساعت خیساندن در آب در طبقه بندی رس قرار می گیرند. لایه های مذکور مطابق طبقه بندی متحد خاک (USCS) عمدتاً در رده CL، MH و ML طبقه بندی می شوند. لازم به ذکر است از ابتدا تا انتهای گمانه ماشینی BH-FL-8 از ابتدا تا عمق 1/5 متری گمانه ماشینی BH-FL-10 و در یک متر ابتدایی و انتهایی گمانه ماشینی BH-FL-11 گچ مشاهده شده است.



تعیین کیفیت سنگهای محدوده بر اساس معیار RQD و شاخص GSI

مغزه گیری از سنگها 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، ترکها و شکستگی های روی مغزه سنگ و مطابق با فرمول زیر به دست می آید. عدد RQD هر لایه سنگی شرح پیمایش طولی گمانه های ماشینی پیوست 1-2 ارائه شده است.

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

مطابق نتایج حاصل از حفاری های صورت گرفته، در زون یک در گمانه ماشینی BH-WH-6 از عمق 4 متری تا انتهای گمانه ماشینی در محدوده سنگ های Slightly weatherd تا Fresh، در زون 2 در گمانه ماشینی BH-FL-10 از عمق یک الی 3 متری همچنین در گمانه ماشینی BH-FL-11 از ابتدا تا انتهای گمانه ماشینی در فاصله سنگ های Completely weathered قرار دارند.

گزارش کامل و عدد دقیق شاخص GSI در پیوست آمده است.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 39 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه 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 5 گمانه ماشینی در مسیر خط لوله بسته ی W-028، مقادیر پارامترهای فیزیکی و مکانیکی جهت تعیین مقاومت مجاز خاک طبیعی برای استفاده در طراحی های ژئوتکنیکی به تفکیک دو زون به شرح جداول 1-5 الی 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.

زون یک:



پارامترها و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک در زون مذکور شامل گمانه ماشینی BH-WH-06 در جدول 1-5 ارائه شده است.

جدول 1-5. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون یک

Layer type according to Unified method	CL	Marl (CL)	Marl (CL)	Unit
***Depth	0.5-2.0	2.0-7.5	7.5-15.0	m
Soil internal friction angle long term (ϕ)	29-31	-	-	Degree
Soil cohesion (Cu)	0.5-1.5	2.0-3.0	3.0-4.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.85-1.95	1.90-2.00	1.95-2.05	g/cm ³
Soil module of elasticity (Es)*	150-250	400-600	600-800	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)**	0.35-0.40	0.30-0.35	0.30-0.35	-

زون دو:

پارامترها و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک در زون مذکور شامل گمانه های ماشینی BH-FL-08, BH-FL-09, BH-FL-10 و BH-FL-11 در جدول 2-5 ارائه شده است.

 نکهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028									
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01	شماره صفحه : 40 از 72



جدول 5-2. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون دو

Layer type according to Unified method	CL-ML-MH	Marl (CL)	Unit
***Depth	0.2-1	1-3	m
Soil internal friction angle long term (ϕ_d)	29-31	-	Degree
Soil cohesion (C_u)	0.5-1.5	2.0-3.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.85-1.95	1.90-2.00	g/cm ³
Soil module of elasticity (E_s)*	100-200	200-600	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)**	0.35-0.40	0.30-0.35	-

5-2- پتانسیل روانگرایی

روانگرایی به واکنش خاک در برابر بارهای دینامیکی یا تحریک ناشی از امواج برشی زودگذر اطلاق می‌شود که در نتیجه آن مقاومت خاک به طور کامل از بین رفته و حالتی آبگونه به خود می‌گیرد. در صورتی که یک ماسه اشباع به لرزه درآید، متراکم شده و از حجم آن کاسته می‌شود. در چنین شرایطی اگر آب نتواند به سرعت از محیط خارج و به اصطلاح زهکشی شود، کاهش حجم باعث افزایش فشار آب منفذی می‌شود. 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 می‌دهد و در نتیجه حالت آبگونه پیدا می‌کند. 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 ایستایی، 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 می‌یابد. علت این امر پیش تنیدگی خاک بر اثر وزن رسوب یا زمین لرزه‌های قدیمی می‌باشد. بیشترین استعداد آبگونه‌گی در نواحی ساحلی حاوی آبرفت‌های ماسه‌ای ریزدانه و اشباع شده که از تراکم و میزان رس کمی برخوردارند دیده می‌شود.

همانگونه که پیش‌تر نیز ذکر گردید در 5 گمانه ماشینی حفر شده در زمان عملیات اجرایی به سطح آب زیرزمینی برخورد نشده است همچنین به دلیل عدم مشاهده لایه‌های سست و نیمه متراکم ماسه‌ای اشباع، پتانسیل وقوع روانگرایی، منتفی است. به علاوه طبق مراجعی چون نشریه 525 و سایر مراجع معتبر، استعداد روانگرایی نسبی خاک‌ها در لایه‌های دارای ضربات SPT بیش از 30 ضربه بسیار کم است. در نتیجه در پروژه‌ی حاضر احتمال وقوع روانگرایی منتفی می‌گردد. همچنین با توجه به عدم وجود پتانسیل روانگرایی در محدوده مورد نظر، خطر گسترش جانبی منتفی است.

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه : 41 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

3-5- برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش)



خاک‌های رمبنده خاک‌های غیر اشباعی هستند که در صورت افزایش رطوبت تغییر حجم زیادی در آن‌ها به وجود می‌آید. این تغییر حجم می‌تواند ناشی از اعمال بار اضافی باشد یا نباشد. شالوده‌هایی که روی چنین خاک‌هایی قرار می‌گیرند در صورت اشباع شدن خاک ممکن است دچار نشست ناگهانی و زیاد شوند. این رطوبت ممکن است از منابع مختلفی مانند لوله‌های آب و فاضلاب شکسته، نشت از مخازن آب یا بالا آمدن تدریجی تراز آب زیرزمینی فراهم شود. اکثر خاک‌های رمبنده بادرفت نظیر ماسه بادی یا ماسه‌های ساحلی هستند که دارای تخلخل زیاد و وزن مخصوص کم می‌باشند و چسبندگی آنها کم یا ناچیز است. در یک برآورد با توجه به جنس لایه‌های سطحی، وقوع رمبندگی یا فروریزش در اثر اشباع شدن لایه‌های سطحی محتمل نمی‌باشد

4-5- برآورد پتانسیل تورم

طبق رابطه (Seed (1962)، $S = 2.16 \times 10^{-3} (PI)^{2.44}$ می‌باشد، میزان متوسط نشانه خمیری خاک تا عمق 15 متری در زون 1 در محدوده NPI تا 15، در زون 2 در محدوده 8 تا 30 می‌باشد. براساس رابطه مذکور پتانسیل تورم طبق جدول 3-5 در هر 2 زون در محدوده کم تا متوسط برآورد شده و پیشنهاد می‌گردد تمهیدات لازم در این زمینه پیش‌بینی شود.

جدول 3-5. طبقه‌بندی پتانسیل تورم

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01	شماره صفحه : 42 از 72

فصل 6 - ظرفیت باربری مجاز شالوده‌های سطحی

6-1- مقدمه

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



- گسیختگی برشی خاک
- نشست‌های 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 پی‌های با ابعاد متفاوت بدست آمده و مقدار کوچکتر ملاک عمل قرار می‌گیرد. در این فصل بر پایه اطلاعات بدست آمده از حفاری‌ها و نتایج آزمون‌های برجا و آزمایشگاهی و با توجه به ویژگی پروژه، محاسبات مربوط به تعیین ظرفیت باربری مجاز شالوده در ناحیه یک، گمانه ماشینی BH-WH-6، برای پی‌های مربعی، مستطیلی با نسبت طول به عرض 2 و 5، شالوده نواری با نسبت طول به عرض 10 و پی گسترده با ابعاد 12x20 متر همچنین در ناحیه 2، گمانه‌های ماشینی BH-FL-8 الی BH-FL-11، برای شالوده 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 لایه‌های خاک در حوزه تأثیر بار شالوده‌ها و محدودیت استفاده از شالوده‌های سطحی مطابق توضیحات ارائه شده در فصول قبل فرض شده است. مشخصات فنی استفاده شده در محاسبات در جداول 1-5 و 2-5 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 شالوده‌ها، 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.

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

تراز قرارگیری کف شالوده به روی خاک طبیعی شالوده‌های زون یک در اعماق یک و 3 متری همچنین برای شالوده‌های زون 2 در عمق یک متری در نظر گرفته شده است. با در نظرگیری عدم برخورد به سطح آب زیرزمینی تا

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه: 43 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

انتهای گمانه‌های ماشینی شرایط خاک به صورت غیراشباع و نسبت مدول الاستیسیته باربرداری به مدول الاستیسیته بارگذاری 3 در نظر گرفته شده است. لایه‌های موجود در حوزه تأثیر بار شالوده در زیر تراز پی در زون‌های یک و 2 مطابق لایه بندی پیشنهادی در جداول شماره 1-5 و 2-5 می‌باشد.



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 شالوده‌ها 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 6 ارائه شده است.

3-6- نشست خاک

با در نظرگیری جنس خاک در محل حفاری گمانه‌های ماشینی و عدم حضور سطح آب، نشست شالوده‌ها عمدتاً ناشی از تغییر شکل ارتجاعی لایه‌های خاک (Elastic Settlement) در نظر گرفته شده است. جهت محاسبه نشست‌های آبی 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 سازه‌های معمولی حداکثر نشست مجاز پی نواری بر روی خاک‌های درشت دانه 1 اینچ و برای خاک‌های ریزدانه تا 2 اینچ در نظر گرفته می‌شود. همانگونه که در بندهای پیش‌تر 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 لایه‌ها انجام گرفته است. در صورت تغییر تراز آب زیرسطحی یا نشست آب به زیر پی، محاسبات می‌بایست 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 می‌شود. بدیهی است که مقدار دقیق نشست نامساوی بستگی به صلبیت پی داشته و 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 ساختمان‌های بتنی با فرض استقرار ستون‌ها بر روی پی‌های منفرد برابر 0/0015L و با فرض استقرار ستون‌ها بر روی پی گسترده 0/002L می‌باشد. همچنین برای ساختمان‌های اسکلت

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 44 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01



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 12x20 متر (صرفاً برای گمانه ماشینی BH-WH-6) با فرض قرارگیری به روی خاک طبیعی 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 ماشینی BH-WH-6 عمق گیرداری شالوده های مربعی، مستطیلی، نواری برابر یک و شالوده گسترده برابر 3 متر همچنین در محاسبات ظرفیت باربری پی نواری گمانه های ماشینی BH-FL-8 الی BH-FL-11 عمق گیرداری شالوده یک متر در نظر گرفته شده است. در صورتی که عمق گیرداری پی گسترده در گمانه ماشینی تاسیسات سرچاهی (BH-WH-6) کمتر از 3 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 3 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 وارده بر شالوده، اثر میل بار باید در روابط تعیین ظرفیت باربری در نظر گرفته شود. در صورت استفاده از ضرایب میل

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 45 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

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 می‌باشد.

6-5- ضریب عکس العمل بستر (Ks)

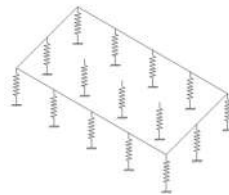
برای تحلیل پی‌ها و محاسبه برش، لنگر و تغییر شکل در مدلسازی عددی باید از روش‌های مبتنی بر شبیه سازی بستر با فنر به عنوان مبنایی جهت طرح سازه‌ای شالوده استفاده نمود. این روش نخستین بار توسط وینکلر در سال 1867 پیشنهاد گردید و به روش تیر بر بستر الاستیک معروف است. در این روش، مدول عکس العمل خاک (Ks) برای پی با ابعاد مورد نظر با تقسیم تنش مجاز خاک (qa) بر مقدار نشست (s) محاسبه می‌شود.

شالوده‌های صلب: برای شالوده‌های صلب می‌توان از مقدار Ks به طور یکنواخت در زیر پی استفاده نمود. این مقدار حدود 7/5 درصد بیش از مقدار Ks معرفی شده در جداول پیش‌رو خواهد بود (Das,2008).

شالوده‌های انعطاف پذیر: انتخاب مقدار یکنواخت برای Ks صحیح نبوده و متناسب با نشست رخ داده باید تغییر کند. افزایش سختی در لبه‌ها توصیه می‌گردد.

روش وینکلر:



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



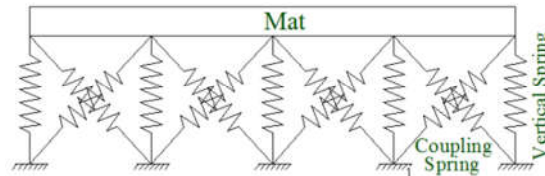
شکل 6-1. مدلسازی فنر وینکلر

روش کوپل:

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01	شماره صفحه : 46 از 72

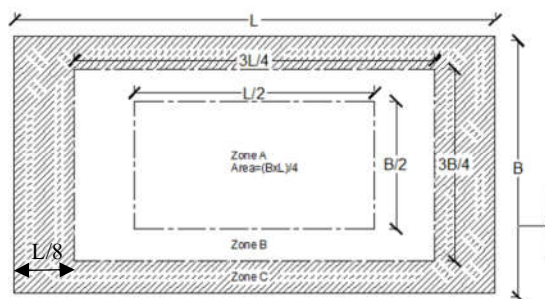
تغییر شکل واقعی تر شده ودقت محاسبات را افزایش می دهد. لیکن انتخاب مقدار K_s بخصوص برای فنرهای کوپل چندان ساده نیست و نیازمند مدلسازی های عددی توسط نرم افزارهای ویژه می باشد.





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.





 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه : 47 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	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.

1-5-6- 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 بولز 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 در زون یک پی های مربعی، مستطیلی و نواری با نسبت طول به عرض 10 و برای پی های گسترده با ابعاد 12×20 متر برای عمق استقرار 3 متر و در زون 2 پی نواری با نسبت طول به عرض 10 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.

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه: 48 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

جدول 6-1. مدول عکس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر در گمانه ماشینی BH-WH-6 - زون یک

B(m)	مدول عکس العمل بستر (kg/cm^3) D=1(m), Zone I			
	L/B=1	L/B=2	L/B=5	L/B=10
1.0	2.15	1.80	1.63	1.57
2.0	1.45	1.28	1.19	1.16
3.0	1.23	1.07	0.99	0.97
4.0	1.08	0.94	0.90	0.89
5.0	1.02	0.89	0.83	0.82

جدول 6-2. مدول عکس العمل بستر پی گسترده برای عمق 3 متر در گمانه ماشینی BH-WH-6 - زون یک



B×L (m)	S (cm)	مدول عکس العمل بستر پی گسترده (kg/cm^3) D=3(m), Zone I		
		گوشه پی	لبه پی	وسط پی
12×20	5	3.00	1.50	0.75

جدول 6-3. مدول عکس العمل بستر پی نواری برای عمق یک متر در گمانه های ماشینی BH-FL-8 الی BH-FL-11 - زون 2



B(m)	مدول عکس العمل بستر (kg/cm^3) D=1(m), Zone II
	L/B=10
0.5	6.07
1.0	2.96
1.5	2.04
2.0	1.58

2-5-6- 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

	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028</p>																	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028 <table border="1" data-bbox="431 336 1166 396"> <thead> <tr> <th>نسخه</th> <th>سریال</th> <th>نوع مدرک</th> <th>رشته</th> <th>تسهیلات</th> <th>صادرکننده</th> <th>بسته کاری</th> <th>پروژه</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D01</td> <td>0001</td> <td>RT</td> <td>GT</td> <td>110</td> <td>PEDCO</td> <td>W028</td> <td>BK</td> </tr> </tbody> </table>	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK	شماره صفحه : 49 از 72
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه											
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK											

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 اشاره شده است.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 50 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه 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 می‌باشد. تغییر فشار خاک در اثر تغییر رطوبت برای سازه‌هایی که در خشکی قرار دارند نیز مطرح است. تغییرات رطوبت باعث تغییر وزن مخصوص خاک و نهایتاً مقدار فشار وارده بر دیوار می‌گردد. علاوه بر مطالب بالا، تغییرات سطح آب زیرزمینی در جلو و پشت دیوار نیز باعث تغییر فشار آب و خاک وارده بر دیوار می‌شود.

نحوه توزیع فشار محرک و مقاوم پشت دیوار به صورت خطی تابعی از عمق نقطه موردنظر از سطح خاکریز می‌باشد 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:

q: سربار قائم برحسب t/m^2

Ka و Kp: ضرایب فشار جانبی خاک

Pp: فشار مقاوم وارد بر دیوار برحسب t/m^2

Pa: فشار محرک وارد بر دیوار برحسب t/m^2

h: تراز نقطه اعمال فشار Pa از سطح زمین به



γ : وزن مخصوص طبیعی خاک به واحد t/m^3

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 فرمول‌های محاسبه ضرایب فشار محرک (K_a) و مقاوم (K_p) در پیوست 6 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 می‌باشد که مقدار آن (δ) در جهت اطمینان برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.

	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028</p>								
	<p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028</p>								
<p>شماره پیمان: 053 - 073 - 9184</p>	<p>پروژه BK</p>	<p>بسته کاری W028</p>	<p>صادرکننده PEDCO</p>	<p>تسهیلات 110</p>	<p>رشته GT</p>	<p>نوع مدرک RT</p>	<p>سریال 0001</p>	<p>نسخه D01</p>	<p>شماره صفحه : 51 از 72</p>

3-7- 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 6 که به روابط مونونوبه-آکابه معروف می‌باشند، محاسبه می‌گردند. این روابط در واقع بسط رابطه کولمب با در نظرگیری اثرات ناشی از شتاب‌های شبه استاتیکی بر گوه کولمب در حالت محرک یا مقاوم می‌باشد.

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 $K_h = \alpha \cdot A$ در نظر گرفته شود. ضریب α با توجه به کنترل تغییر شکل افقی سازه حائل قابل تعیین می‌باشد. 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 می‌باشد. توصیه می‌شود 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 می‌گردد:

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



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 لایه‌های خاکریز و نحوه اجرای دیوار در حین ساخت قابل تعیین می‌باشد و باید مشاور محترم بر اساس موارد فوق نسبت به مشخص نمودن آن اقدام نماید.

به منظور عملکرد بهتر دیوار حائل توصیه می‌شود جهت پر کردن پشت دیوار از مصالح درشت دانه در رده خاک‌های GP, GW یا SW و SP استفاده شود. همچنین تعبیه مجاری زهکشی طولی در پشت دیوار ضروری می‌باشد تا از تجمع آب و نتیجتاً افزایش فشار وارده به دیواره‌های حائل جلوگیری به عمل آید.

در جدول 7-1، ضرایب فشار جانبی خاک در حالات مقاوم، محرک و سکون در محل تاسیسات سرچاهی بسته‌ی W-028 با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز دانه‌ای ارائه شده است. در شرایط زلزله عملکرد کوتاه مدت لایه‌های رسی ملاک بوده و با توجه به اینکه زاویه اصطکاک داخلی خاک در این حالت نزدیک صفر می‌باشد؛ ضرایب فشار جانبی خاک در حالت زلزله معادل یک خواهد بود. لیکن در محاسبه فشارهای جانبی چسبندگی خاک در کاهش نیروهای وارده موثر می‌باشد که باید از رابطه زیر محاسبه گردد.

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

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

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه : 52 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

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

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

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:

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

در معادله فوق داریم:

$$H_C = H_a = \text{حداکثر عمق گودبرداری قائم مجاز}$$

$$H_C = \text{حداکثر عمق گودبرداری قائم محاسباتی}$$



$$N_s = \text{فاکتور پایداری}$$

$$c = \text{چسبندگی زهکشی نشده}$$

$$\gamma = \text{وزن مخصوص خاک}$$

$$F.S. = \text{ضریب اطمینان}$$

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 زون یک (گمانه ماشینی BH-WH-6) برای عمق حداکثر 3 متری بدون در نظر گرفتن اثر سربار سازه های مجاور، آب های جاری، اثر زلزله و با توجه به شرایط لایه های بستر در لایه 2 متری خاک رس به صورت 80-85 درجه و در یک متری سنگ مارن 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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 53 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

اثر هوازدگی، نفوذ رطوبت و کاهش قفل و بست میان ذرات، وقوع ریزش‌های موضعی محتمل می‌باشد. در دراز مدت با توجه به شرایط لایه‌های بستر، شیب مجاز خاکبرداری در زون یک (گمانه ماشینی WH-6) تا عمق حداکثر 3 متری، برای لایه 2 متری خاک رس به صورت 70-75 درجه برآورد می‌شود و در لایه یک متری سنگ مارن اگرچه شیب پایدار آن در کوتاه مدت به صورت قائم می‌باشد لیکن به دلیل وجود درز و شکاف در این لایه و در طول مسیر، احتمال روی دادن ریزش‌های موضعی وجود دارد. لذا در صورتی که از شیب‌های مذکور محافظت به عمل نیاید، لازم است تا شیب این ترانشه‌ها به حدود 75 تا 80 درجه نسبت به افق کاهش یابد. مسیر خط لوله در گمانه‌های ماشینی BH-FL-8 الی BH-FL-11 برای لایه یک متری خاک ریزدانه به صورت 80-85 درجه در بلند مدت برآورد می‌شود. لازم است پس از این مدت نسبت به کاهش شیب مجاز در صورت عدم احداث سازه نگهدارنده، اقدام گردد. برای پایداری درازمدت شیب‌های مذکور باید حفاظت‌های سطحی برای جلوگیری از رسوخ آب و شسته شدن لایه‌ها صورت گیرد؛ در غیر اینصورت احتمال وقوع ریزش به صورت کلی و موضعی در ترانشه‌ها، در درازمدت وجود دارد.

7-5- روش‌های پایداری گود

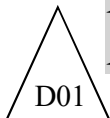
برای پایداری گود و گودبرداری در حال حاضر از روش‌های گوناگونی بهره جسته می‌شود که البته همه آنها اصولی نبوده و نیاز به بررسی دقیق دارند. روش‌هایی که در زیر به آنها اشاره می‌شود، روش‌هایی هستند که در برخی از پروژه‌های مهم مورد استفاده قرار گرفته‌اند. تعدادی از این روش‌ها فقط در پروژه‌های خاص کاربرد داشته و در پروژه‌های کوچک توجیه اقتصادی ندارند.



7-5-1- روش دیوار برلنی

در این روش برای مهار حرکت و رانش خاک با تمهیدات خاصی از خاک‌های اطراف استفاده می‌شود. ابتدا در حاشیه زمینی که قرار است درون آن گودبرداری شود، به فواصل معین چاه‌هایی حفر گشته پروفیل‌های I شکل درون آن قرار داده می‌شوند به منظور تامین گیرداری، انتهای این پروفیل‌ها به مقدار 0/25-0/35 ارتفاع گود به پائین‌تر از رقوم کف گود ادامه یافته سپس با بتن‌ریزی در محل خود کاملاً مستقر می‌شوند.

پس از استقرار پروفیل‌ها عملیات گودبرداری آغاز می‌شود. بین پروفیل‌های فوق پانل‌های بتنی کار گذاشته می‌شود برای جلوگیری از ریزش خاک در بدنه گود چاهک‌هایی به قطر مناسب حفر و درون آن یک یا چند میلگرد قرار داده می‌شود. سپس در آن بتن تزریق می‌شود. در نهایت پانل‌های بتنی باروش خاصی به میلگردهای مذکور متصل می‌شوند. طول این چاهک‌ها با توجه به نوع خاک و پارامترهای فیزیکی و مکانیکی آن تعیین می‌گردد و در حدود 5-10 متر است.

• معایب:



	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 54 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

به دلیل قرارگیری در حریم ملک‌های مجاور، در سطح شهر نمی‌توان از این روش بهره گرفت. به دلیل این که عملیات حفاری به صورت مرحله‌ای انجام می‌شود عملیات گودبرداری نیاز به زمان زیادی دارد.

2-5-7- روش انکراژ (Anchoring):

در این روش حفاری به صورت مرحله‌ای و از بالا به پائین انجام می‌شود. در هر مرحله به کمک دستگاه‌های حفاری ویژه‌ای چاهک‌های افقی یا مایل درون جداره گود اجرا می‌شود. سپس درون چاهک حفر شده کابل‌های مخصوصی قرار داده و انتهای آن با عمل تزریق کاملاً در خاک مهار می‌گردد. پس از آن کابل‌های مذکور توسط جک‌های ویژه با نیروی مشخصی کشیده و با اتصالات ویژه‌ای در جداره گود مهار می‌شوند. در نهایت نیز درون چاهک‌ها تزریق شده و بعد از گیرش آن مرحله بعدی حفاری آغاز می‌شود. مقداری که در هر پله خاکبرداری می‌شود بستگی به نوع خاک و فاصله چاهک‌ها دارد و معمولاً می‌توان آن را بین 2-3 متر اختیار کرد.

- معایب:

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 می‌گیرد خواص خاک بهبود پیدا می‌کند. با اجرای این سیستم از خود خاک برای مهار نیروی رانشی استفاده می‌شود. از این روش برای گودبرداری‌های طولی با عمق کم می‌توان به خوبی بهره گرفت.

3-5-7- روش میخکوبی (Nailing)

این روش مشابه روش انکراژ است با این تفاوت که المان‌های قائم اجرا نمی‌شوند. در سیستم میخکوبی پس از اجرای سوراخ‌های افقی یا مایل میلگردهای محاسبه شده در آن تعبیه و دوغاب به درون آن تزریق می‌گردد. سپس با آرماتور بندی بدنه دیواره و انجام عملیات بتن پاشی، آرماتورهای افقی اجرا شده محکم می‌شوند. 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 می‌شود.

- مزایا:

اثرات تخریب زیست محیطی آن به مراتب از سایر روش‌ها کمتر است. به خصوص در مقایسه با روش‌های مهار بندی فضای کمتری از کارگاه را اشغال می‌کنند. قابلیت نصب نسبتاً سریع و همچنین نیاز به مصالح سازه‌ای کمتری نسبت به روش میل مهار دارد.

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							 شماره صفحه : 55 از 72
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							
	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK

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 شاکریت *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 تغییرشکل 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.

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 56 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

تیرهایی در بین پروفیل های عمودی قراردادده می شود در صورتی که خاک خیلی ریزی 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:

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 نگهبان مورد استفاده در گودبرداری نشان داده شده است.



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
 فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
 ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان
 مربوط به موقعیت W028



شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

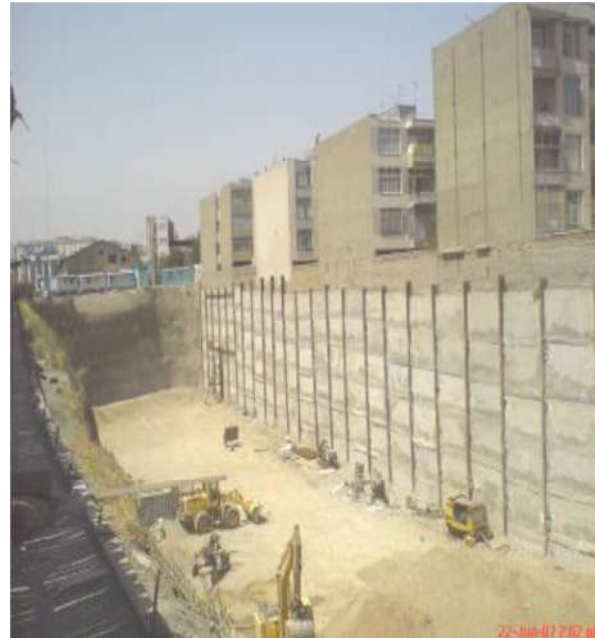
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK



شماره صفحه : 57 از 72



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



شکل 7-1 - تصاویری از سازه های نگهدارنده جهت گودبرداری (روش نیلینگ و دیوار برلنی)

	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W028</p>							
	<p>شماره پیمان: 053 - 073 - 9184</p> <p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028</p>							<p>شماره صفحه: 58 از 72</p>
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

6-7- روشهای کنترل تراوش آب های زیرسطحی

روشهای متفاوتی جهت کنترل سطح و تراوش آب زیرسطحی وجود دارد که بطور کلی در قالب یکی از سه گروه زیر قرار می گیرند:



- روشهای جلوگیری از ورود آب به گود (احداث دیوار آب بند)
- روشهای آبکشی از گود با پمپاژ
- ترکیبی از روشهای 1 و 2

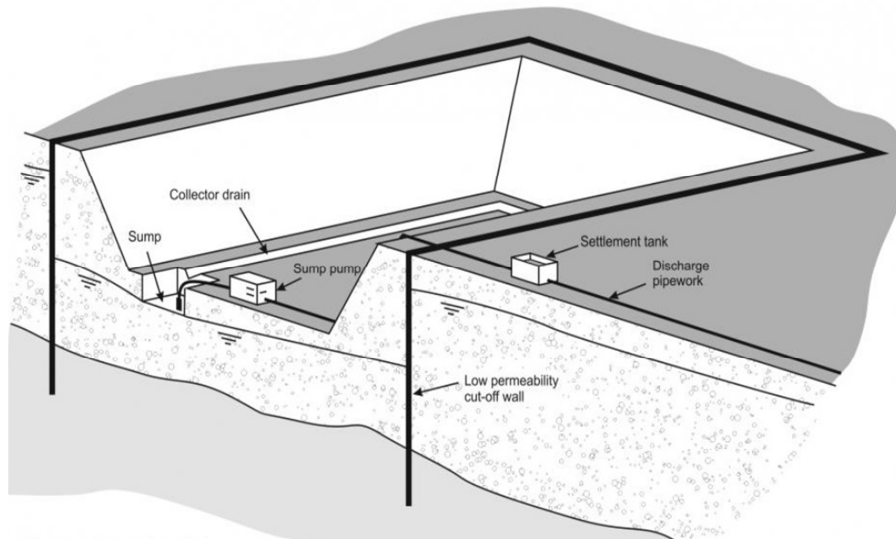
عوامل مختلفی بر انتخاب یکی از رویکردهای فوق برای کنترل سطح آب در یک پروژه موثر است که شامل نوع خاک، سطح آب زیرزمینی، مدت زمان گودبرداری و احداث سازه، هزینه های طرح آبکشی و ... می باشد. طبق توصیه *BS 8004:1986* روش مناسب آبکشی باید شرایط زیر را ارضا کند:

- سطح آب پایین افتاده در تمام دوره ساخت باید تحت کنترل کامل باشد.
 - روش آبکشی باید طوری انتخاب شود که در تمام دوره ساخت پایداری دیواره و کف گود حفظ گردد.
 - در حین زهکشی خاک های با دانه بندی یکنواخت، خود مصالح نقش فیلتر را ایفا کرده و از شسته شدن خاک در اثر پمپاژ جلوگیری می کند. در غیر این صورت باید از مصالح فیلتر مناسب در اطراف گودال یا چاه تخلیه استفاده نمود.
 - در سیستم های پمپاژ همواره باید پمپ های کمکی (*standby*) با ظرفیت کافی برای مواقع اضطراری و سرویس در دسترس باشد.
- در ادامه توضیحات لازم در مورد روش های مختلف آبکشی ارائه شده است.

روش نهر و پمپاژ از گودال (Ditch & Sump pumping)

این روش ساده ترین راه حل برای آبکشی از داخل گودبرداری ها می باشد. در این روش پیرامون گود و خارج از محل احداث سازه، نهری با شیب ملایم (*ditch*) به سمت گودال های تخلیه (*sumps*) ساخته شده و آب جمع شده در این گودال ها توسط پمپ تخلیه می شود. در تمام شرایط کف گودال باید از کف نهرهایی که آب را به سمت آن هدایت می کنند و همچنین از کف گود در تراز پایین تری باشد. اگر لازم شود، در حین دوره ساخت باید گودال را عمیق تر نمود. همچنین ابعاد گودال بایستی به مقدار قابل توجهی از فضای لازم برای استقرار پمپ ها بزرگتر باشد. پمپ در گودال به گونه ای مستقر می شود تا از کف حداقل 30 سانتیمتر بالاتر باشد تا در صورت ته نشینی رسوبات در کف گودال اختلالی در پمپاژ بوجود نیاید.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028		شماره صفحه : 59 از 72					
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01



شکل 7-2 - روش نهر و پمپاژ از گودال

سیستم نقطه چاهها (Well Point System)

در این روش چاههایی با قطر کوچک در خارج منطقه گودبرداری قبل از انجام عملیات حفر می شوند. نقطه چاه وسیله ای برای مکش آب است که براحتی در زمین نصب شده و همانند یک چاه کوچک عمل می کند. این وسایل لوله هایی فولادی یا پلاستیکی سوراخ داری با طول حدود 60 تا 120 سانتیمتر و قطر 5 تا 7/5 سانتی متر می باشند که از طریق یک پوشش مشبک محافظت می شوند تا از گرفتگی آنها جلوگیری شود. نقطه چاهها از طریق لوله های بالابر (*riser pipe*) به لوله اصلی (*header pipe*) وصل شده و لوله اصلی نیز به یک پمپ مرکزی متصل می شود فواصل نصب نقطه چاهها معمولاً بین 0/75 تا 3 متر متغیر است و از این سیستم عمدتاً برای پایین آوردن تراز آب به اندازه 5 تا 6 متر نسبت به تراز پمپ مکش استفاده می شود (این عمق در ماسه های ریز و لای دار به 3 تا 4 متر محدود می شود). برای پایین آوردن تراز آب به بیش از 5 تا 6 متر می توان از سیستم نقطه چاه چند مرحله ای استفاده نمود که این روش مستلزم ایجاد چند برم در شیروانی های گودبرداری بوده و ابعاد خاکبرداری را افزایش می دهد. ظرفیت یک چاه نقطه ای معمولاً بسته به جنس خاک بین 0/6 تا 4 متر مکعب در ساعت است.

این روش آبکشی برای خاک های ماسه ای مناسب است. در خاک های شنی، فاصله بین نقطه چاهها بسیار کم و غیر عملی می شود. از این روش در خاک های رسی نیز استفاده نمی شود، زیرا در این شرایط میزان سرعت تراوش آب و در نتیجه سرعت پایین آوردن سطح آب خیلی کم می شود. راندن نقطه چاهها در خاک های شامل قلوه سنگ معمولاً با مشکلات اجرایی همراه است. بعلاوه کنترل جایگذاری صحیح فیلتر در اطراف نقطه چاهها به لحاظ اجرایی



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی
مربوط به موقعیت W028



شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK

شماره صفحه : 60 از 72



مشکل است. در صورت عدم کارکرد صحیح فیلترها، ممکن است لایه های نفوذناپذیری در اطراف چاه تشکیل شده و مانع رسیدن آب به چاه نقطه ای گردد.



شکل 7-3 - سیستم آبکشی با نقطه چاه



شکل 7-4 - سیستم نقطه چاه چند مرحله ای

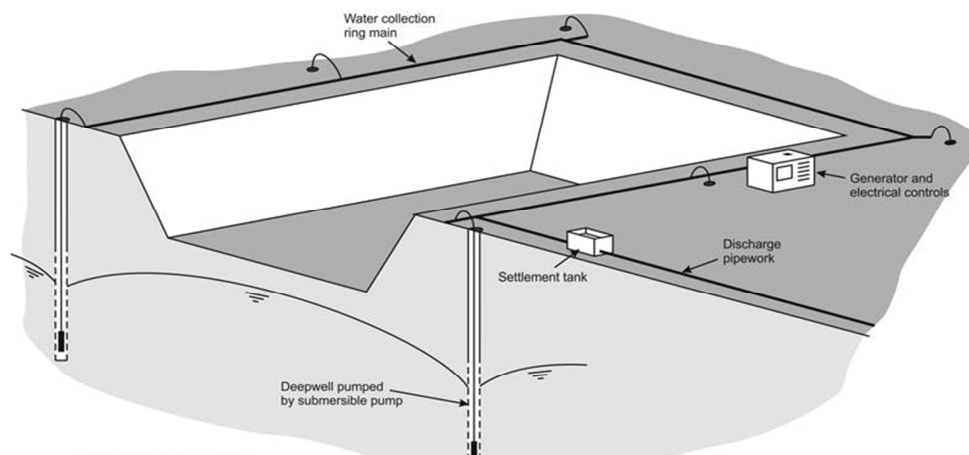
	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 61 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

سیستم چاه های کم عمق (Shallow well System)



در سیستم چاه های کم عمق، چاه هایی به قطر حدود 30 سانتیمتر با دستگاه حفاری اجرا شده و پمپ هایی که در سطح زمین استقرار می یابد بوسیله لوله های مکش، آب را به خارج از چاه پمپاژ می کند. محدودیت پایین آوردن تراز آب با این روش در حدود 8 متر است. از این روش بویژه در شرایطی که استفاده از سیستم نقطه چاه بدلیل سخت بودن لایه های خاک امکان پذیر نیست، استفاده می گردد. این چاه ها در خاک های با نفوذپذیری بالا که اجرای نقطه چاه در فواصل خیلی کم غیر عملی است نیز قابل اجرا می باشد. از دیگر مزایای این روش نسبت به نقطه چاه شناسایی دقیق زمین در حین حفاری و امکان تغییر فیلتر یا تجدید نظر در فاصله چاه ها می باشد. بدلیل فاصله بیشتر چاه های کم عمق، دستخوردگی زمین نسبت به سیستم چاه های نقطه ای کمتر است، اما بطور کلی هزینه اجرای این سیستم بیشتر از نقطه چاه است.

سیستم چاه عمیق (Deep well System)

این روش بویژه در شرایطی که آب تحت فشار (آرتزین) در زیر یک لایه نفوذناپذیر وجود داشته باشد، مناسب است. سیستم شامل چند چاه عمیق در اطراف گود است که هر چاه توسط یک پمپ شناور پمپاژ می گردد. قطر چاه های عمیق معمولاً بین 25 تا 45 سانتیمتر و عمق آنها بین 10 تا 35 متر است. چاه های عمیق در لایه های نفوذپذیر سطح آب را تا شعاع بزرگی (معمولاً چند صد متر) متاثر کرده و سطح آب بصورت مخروطی که راس آن در چاه است، پایین می آید.





شکل 5-7 - سیستم آبکشی از چاه های عمیق

	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028</p>																	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>نسخه</td> <td>سریال</td> <td>نوع مدرک</td> <td>رشته</td> <td>تسهیلات</td> <td>صادرکننده</td> <td>بسته کاری</td> <td>پروژه</td> </tr> <tr> <td>D01</td> <td>0001</td> <td>RT</td> <td>GT</td> <td>110</td> <td>PEDCO</td> <td>W028</td> <td>BK</td> </tr> </table>	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK	شماره صفحه : 62 از 72
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه											
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK											

اجرای چاه‌های عمیق شامل حفر چاه تا عمقی پایین‌تر از تراز مورد نظر برای آبکشی می‌باشد که قطر آن معمولاً بین 15 تا 20 سانتیمتر بیشتر از قطر غلاف داخلی چاه است. قطر غلاف (*casing*) به حدی است که پمپ شناور از آن عبور کرده و در نزدیکی انتهای چاه قرار گیرد. غلاف داخلی چاه تا عمق مورد نظر برای آبکشی سوراخ دار است و اطراف این غلاف از مصالح فیلتر مناسب پر می‌شود.

از آنجائیکه در این سیستم پمپ در انتهای چاه نصب می‌شود، هیچ نوع محدودیتی در ارتفاع آبی که به بیرون چاه انتقال داده می‌شود وجود نخواهد داشت بنابراین از این سیستم می‌توان برای پایین آوردن سطح آب زیرزمینی به هر میزان استفاده نمود. سیستم چاه عمیق در خاک‌های شنی تا ماسه ریز لای دار به کار گرفته می‌شود.

با توجه به موارد ذکر شده و عمق گودبرداری در حدود 43 متر و بالا بودن تراز آب زیرسطحی و با وجود قرارگیری در فضای شهری و محدودیت فضا در اطراف گود، می‌بایست طبق نظر متخصصین مجرب ژئوتکنیکی روش بهینه جهت کنترل سطح آب و پایین نگه داشتن آن در حین گودبرداری، همچنین بررسی لزوم استفاده از سیستم‌های زهکشی دائم پس از بهره‌برداری از سازه، تعیین گردد.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 63 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

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

8-1- جمع بندی و نتیجه گیری



- محدوده مورد مطالعه به 2 زون مختلف به شرح زیر قابل تقسیم بندی است:

1- زون یک: شامل گمانه ماشینی BH-WH-6 می باشد که پس از گذر از لایه سطحی به ضخامت حدوداً 50 سانتیمتر تا عمق تقریبی 1/5 متری خاک شن حاوی سیلت بدون چسبندگی و از عمق 1/5 متری الی 4 متری خاک رس مشاهده شده است. در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی توالی لایه های سنگی مارن (Marl) و در عمق 10/5 الی 12/5 لایه سنگی سیلتی (SiltStone) مشاهده شده است. لازم به ذکر است در 1/5 متر ابتدایی و یک متر انتهایی این گمانه ماشینی گچ مشاهده شده است.

2- زون 2: شامل گمانه های ماشینی BH-FL-8, BH-FL-9, BH-FL-10, BH-FL-11 می باشد. در گمانه های ماشینی BH-FL-8 و BH-FL-9 پس از گذر از لایه سطحی فوقانی به ضخامت تقریبی 20 سانتیمتر، تا انتهای گمانه ماشینی به عمق 3 متر توالی لایه های ریز دانه رس و سیلت دارای چسبندگی مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-10 بعد از عبور از خاک سطحی به ضخامت حدوداً 10 سانتیمتر، تا عمق 1/5 متری خاک ریزدانه رسی و در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی 3 متری لایه سنگ لایه های سنگی مارن (Marl) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-11 از ابتدا تا انتهای گمانه ماشینی 3 متری توالی لایه های سنگی مارن (Marl) مشاهده شده است. شایان ذکر است از ابتدا تا انتهای گمانه ماشینی BH-FL-8، از ابتدا تا عمق 1/5 متری گمانه ماشینی BH-FL-10 و در یک متر ابتدایی و انتهایی گمانه ماشینی BH-FL-11 گچ مشاهده شده است.

- درصد گچ مشاهده شده در گمانه های ماشینی اندک بوده به نحوی که به صورت لایه گچی قابل تفکیک نمی باشد و این لایه نمی تواند در رفتار کل لایه تاثیر مستقیم بگذارد. لذا حضور گچ در گمانه های ماشینی مشکل ساز نخواهد بود.

- حین انجام عملیات حفاری گمانه های ماشینی در زون های یک و 2 در بسته W-028 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 و تراز آب رودخانه در محدوده پروژه شود، لازم است قبل و حین انجام عملیات عمرانی سطح آب به صورت دقیق مورد بررسی قرار گیرد.

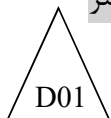
	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							شماره صفحه: 64 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01	

- با در نظرگیری عدم مشاهده تراز آب زیرزمینی در اعماق سطحی و از طرف دیگر 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. آزمایش لرزه نگاری درون چاهی (DownHoleTest) در شرح خدمات آزمایشات صحرائی بخش تحت الارض ذکر نشده است لذا براساس نتایج از تخمین سرعت موج برشی در عمق 30 متری و متوسط سرعت موج برشی در عمق 15 متر در بخش تاسیسات سرچاهی، زمین مطابق طبقه بندی ارائه شده در استاندارد 2800 از نوع II پیشنهاد می شود. این نوع زمین با نوع II نشریه 038 و نوع C نشریه ASCE7 همخوانی دارد.



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 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 این سایت (شامل تاسیسات سرچاهی و مسیر خط لوله بسته ی W-028) بسیار ناچیز 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 صحرائی و در محل انجام شود



- لایه خاک سطحی به ضخامت آن حداکثر به 50 سانتیمتر در محل گمانه های ماشینی مشاهده شده است. ضخامت این لایه خاک در پیمایش طولی گمانه های ماشینی در پیوست 1-2 ارائه شده است.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 65 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

- به منظور جلوگیری از اثر فرسایشی رطوبت بر خاک زیر شالوده توصیه می‌گردد شیب بندی اطراف شالوده‌ها به نحوی اجرا شود که از تجمع و نفوذ آب‌های سطحی به زیر شالوده جلوگیری شود و چنانچه احتمال نفوذ آب از بالادست وجود دارد با طرح زهکش‌های مناسب از نفوذ آب به محدوده شالوده جلوگیری شود.
 - محاسبات عمق یخبندان در گزارش هیدرولوژی ارائه شده است.
 - لایه زیر اساس معمولاً اولین قشر است که روی بستر آماده شده روسازی راه قرار می‌گیرد. مصالح مصرفی برای زیراساس شنی از بستر رودخانه‌ها، مسیل‌های قدیمی، تپه‌های شن و ماسه‌ای یا واریزه‌ها و برای زیر اساس سنگی از سنگ‌های استخراج شده از معادن سنگ یا قلوه سنگ‌های طبیعی که در سنگ‌شکن شکسته شده و سپس سرند می‌شوند به دست می‌آید این لایه باید دارای مشخصات فنی زیر باشد:
- الف: دانه‌بندی مصالح مصرفی که به روش آشتو T27 تعیین می‌گردد باید در محدوده یکی از دانه‌بندی‌های داده شده در جدول شماره 8-1 باشد:

جدول 8-1. دانه‌بندی مصالح زیراساس شنی و سنگی*



درصد وزنی رد شده از هر الک				اندازه 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)
۱۲-۵	۱۲-۵	۱۲-۳	۸-۲	۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)*

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

ب: حد روانی و دامنه خمیری مطابق آزمایش‌های آشتو، T89 و T90، نباید به ترتیب از 25 درصد و 6 درصد تجاوز نماید.

پ: ارزش ماسه‌ای مطابق آزمایش آشتو T176 نباید از 25 درصد کمتر باشد.

ت: درصد سایش به روش لس آنجلس (آشتو T96) نباید از 50 تجاوز نماید.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							شماره صفحه : 66 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01	

ث: تحمل باربری مصالح که با روش $T193$ یا $ASTM D1883$ در آزمایشگاه بر روی نمونه‌هایی که با تراکم 100 درصد و به روش آشتو $T180$ طبقه D انجام می‌شود، 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 سنگدانه‌های سخت و مقاوم تشکیل شده باشند. مشخصات فنی این مصالح به شرح زیر است:

الف: دانه‌بندی مصالح مصرفی باید با یکی از دانه‌بندی‌های مندرج در جدول 2-8 مطابقت نموده و پیوسته و یکنواخت باشد.

ب: حد روانی و دامنه خمیری مطابق آزمایش‌های آشتو، $T89$ و $T90$ ، نباید به ترتیب از 25 درصد و 4 درصد تجاوز نماید.

پ: ارزش ماسه‌ای بر اساس آزمایش آشتو $T176$ 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 نمی‌باشد).

ث: درصد سایش مصالح به روش لس آنجلس (آشتو $T96$) نباید از 45٪ تجاوز نماید.

ج: درصد افت وزنی مصالح با آزمایش آشتو $T104$ 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 $T180$ اندازه‌گیری می‌شود نباید از 80٪ کمتر باشد.



ح: حداکثر ضریب تورق مصالح با روش $BS812$ نباید از 35٪ تجاوز نماید.

خ: درصد دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در مصالح درشت‌دانه نباید مجموعاً از 15 درصد تجاوز نماید. دانه‌های سوزنی و پولکی به سنگدانه‌هایی با ابعاد بیشتر از $9/5$ میلیمتر اطلاق می‌شود که نسبت درازا به متوسط ضخامت سنگدانه از 5 تجاوز نماید.

جهت آماده سازی و تسطیح بستر می‌توان 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 می‌گردد:

الف) قبل از تسطیح و آماده سازی اراضی برای پی ریزی، باید ترازهای طبیعی زمین با روش‌های مناسب نقشه برداری، برداشت شود.

ب) پس از نقشه برداری باید نقشه تسطیح تهیه شود. نقشه تسطیح باید با توجه به تراز زمین‌های مجاور و شیب لازم برای زهکشی، تراز پی‌ها و عمق مدفون آنها، طراحی گردد.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 67 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01

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 لایه‌های کم ضخامت و انجام عملیات تراکم با مشخصاتی که طراح مشخص می‌کند، 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. دانه‌بندی مصالح اساس*



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

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 نمی‌باشد و رسیدن به حداقل درصد تراکم بدست آمده از آزمایش پروکتور اصلاح شده مطابق با آیین نامه‌های معتبر کفایت.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028							شماره صفحه : 68 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01	

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 زیر نظر 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.

- مطابق اطلاعات دریافتی از کارفرمای محترم، تاریخ ابلاغ قرارداد پروژه میدان نفتی بینک پیش از تاریخ 1401/01/01 است. لذا باتوجه به متن "آیین نامه بتن ایران (آبا)-تجدید نظر دوم"، اجرای مفاد آیین نامه مذکور در این پروژه لازم الاجرا نمی باشد و می توان از آیین نامه بتن تجدید نظر اول استفاده نمود. با توجه به قرارگیری محل پروژه در سواحل خلیج فارس و نتایج آزمایش شیمیایی، در نظرگیری 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) ضروری است لیکن در صورت رعایت حداقل ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها، استفاده از مواد افزودنی شیمیایی و معدنی مناسب در عمل آوری بتن، عدم ارتباط بتن تازه با خاک و هوا به نحوی که نفوذ یون کلر و سولفات به بتن غیر ممکن باشد، عدم استفاده از آب شور دریا به منظور شستشوی سنگدانه ها، دقت در تهیه و عمل آوری بتن، در نظر گرفتن شالوده مناسب با ضخامت زیاد و اتخاذ سایر تدابیر حفاظتی ویژه به منظور افزایش پایداری بتن در پروژه، می توان دسته بندی سازه های بتنی موجود در این سایت را یک رده کاهش داده تا در رده سازه های بتنی در معرض نمک های کم موجود در هوا و مشابه سازه های دور از ساحل قرار گیرند. با فرض استفاده از کاور و پوشش سطحی مناسب، تراکم کافی جهت کاهش نفوذ پذیری بتن و در معرض آب و هوا قرار نداشتن بتن و برای سازه هایی که دوره عمر مفید آنها حدود یک سال است، می توان 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 نمود. 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



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
 فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
 ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی
 مربوط به موقعیت W028



شماره پیمان:

053 - 073 - 9184



GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028

پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W028	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

شماره صفحه : 69 از 72

مناسب در بتن ریزی‌ها، موارد ذکر شده در آیین نامه بتن ایران (بتن ریزی در مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان) و سایر نشریات و دستورالعمل‌های مرتبط با این امر در سواحل جنوبی کشور مانند نشریات 428 و 434 سازمان تحقیقات مسکن و شهرسازی مدنظر قرار داشته باشد. تعیین مقاومت بتن برای استفاده در طراحی‌های سازه‌ای از مشخصه‌های طراحی سازه و در اختیار طراح سازه است. مهندس مشاور ژئوتکنیک بر اساس نتایج آزمایشات شیمی و مقادیر حداقل درج شده در استانداردهای موجود، می‌تواند پیشنهاد نماید. لذا اعلام دقیق مقاومت بتن در صلاحیت مهندس طراح سازه است.

- عواملی که در مقدار نرخ خوردگی مؤثر هستند به سه دسته شیمیایی (مقدار اکسیژن، شوری، pH و ...)، فیزیکی (فشار، درجه حرارت و ...) و بیولوژیکی (موجودات زنده و باکتری‌ها) تقسیم می‌شوند.
 - خوردگی یک فرایند الکتروشیمیایی است و تحت تأثیر واکنش‌های جزئی آندی و کاتدی اتفاق می‌افتد. اگر یکی از این واکنش‌ها تحت کنترل قرار گیرد می‌توان سرعت بقیه آنها را نیز تحت مراقبت قرار داد. سازه‌های فولادی در مواجهه با رطوبت زیرسطحی به عنوان آند ایفاء نقش می‌کنند و به تدریج سطح سازه‌ها پوسیده و از بین می‌روند.
 - با روش‌های متداول حفاظت از خوردگی می‌توان سرعت واکنش‌های الکتروشیمیایی را کند و روند تولید زنگ آهن بر سطح سازه‌ها را کاهش و از بروز خوردگی جلوگیری نمود.
- روش‌های محافظت کنترل خوردگی عمدتاً به پنج دسته تقسیم بندی می‌شوند:
1. کاربرد پوشش‌ها
 2. انتخاب مواد مناسب
 3. حفاظت کاتدی
 4. کنترل شرایط محیطی
 5. رعایت اصول طراحی سازه‌ها برای مقابله با خوردگی
- روش‌های فوق می‌تواند به صورت منفرد و یا توأم با یکدیگر در یک مجموعه مورد استفاده قرار گیرد. اهمیت مجموعه یا سازه مورد استفاده، شرایط اقتصادی و میزان دسترسی به هر یک از روش‌های مذکور از جمله عواملی هستند که بکارگیری انفرادی یا ترکیبی آنها را تعیین می‌کنند.
 - روش پوشش دهی یکی از روش‌های متداول حفاظت از سازه‌های فولادی است. محدوده نسبتاً وسیعی از انواع مختلف پوشش‌های سرامیکی، فلزی، پلاستیک‌ها، مواد آلی و رنگ‌ها قابل دسترسی است، لیکن عموماً بدلیل طبیعت ساده و سهولت اعمال رنگ‌ها بر روی سازه‌ها از این نوع پوشش بیشتر استفاده می‌شود. نقش همه انواع پوشش‌ها بر روی سطوح سازه‌های فلزی ایجاد مانعی در مقابل نفوذ رطوبت و اکسیژن می‌باشد.



	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W028								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01	شماره صفحه : 70 از 72

- روش حفاظت کاتدی برای حفاظت کنترل خوردگی ناشی از طبیعت ذاتی فلزات و آلیاژها است. از دیدگاه پتانسیل الکتروشیمیایی، فلزات و آلیاژهای فعال تر (آند) در صورتی که در تماس با فلزات و آلیاژهای نجیب تر (کاتد) قرار گیرند در حضور محیط خورنده به تدریج خورده می شوند. عموماً فلزات روی، آلومینیوم و منیزیم که نسبت به آهن دارای پتانسیل فعال تر هستند با این فلز زوج شده و موجب حفاظت از خوردگی فولادها می گردند.

- تغییر شرایط محیط نیز می تواند باعث محدود کردن فعالیت های خوردگی شود. تغییر پارامترهایی همچون درجه حرارت، استفاده از ممانعت کننده ها در محیط، سرعت محیط و غلظت اجزاء خورنده محیط به طور مؤثری می تواند موجب کاهش نرخ خوردگی شود. البته این روش بیشتر در مورد محیط های بسته مورد استفاده قرار می گیرد و در محیط های باز تغییر شرایط محیطی یا غیرممکن یا مستلزم صرف هزینه های هنگفت می باشد.

- یکی از روش های کنترل حفاظت از خوردگی، رعایت استانداردها در مرحله طراحی سازه ها است. طراحان و مهندسان تکنولوژی باید در این مرحله ملاحظات مربوط به خوردگی را در نظر بگیرند. در بسیاری مواقع یک سازه فلزی بدلیل طراحی نامناسب و عدم کیفیت ساخت مورد حملات خوردگی قرار گرفته و حتی خسارات جبران ناپذیری را بوجود آورده است. پیش بینی دسترسی برای نگهداری تعمیرات، تدوین دستورالعمل روش ساخت سازه ها مطابق با استانداردهای جهانی، نحوه استقرار صحیح و دقت کافی در مونتاژ اجزاء سازه ها از جمله مواردی است که عمر تجهیزات فلزی را افزایش می دهد.

- 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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W028							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028						شماره صفحه : 71 از 72	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W028	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D01



برابر رطوبت، مقاومت کم و تراکم پذیری مشکلات فراوانی را از نظر فنی و اقتصادی در راهسازی 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 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.

 <p>NISOC</p>	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W028</p>																	
<p>شماره پیمان: 053 - 073 - 9184</p>	<p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W028</p> <table border="1" data-bbox="431 336 1166 396"> <thead> <tr> <th>نسخه</th> <th>سریال</th> <th>نوع مدرک</th> <th>رشته</th> <th>تسهیلات</th> <th>صادرکننده</th> <th>بسته کاری</th> <th>پروژه</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D01</td> <td>0001</td> <td>RT</td> <td>GT</td> <td>110</td> <td>PEDCO</td> <td>W028</td> <td>BK</td> </tr> </tbody> </table>	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK	<p>شماره صفحه : 72 از 72</p>
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه											
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	W028	BK											

فصل 9-

پیوست ها

پیوست ۱

تصاویر و مستندات پروژه



FL-08-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-09-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-10-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-11-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



WH-06-CoreBox 1-Depth (0.0-4.0 m)



WH-06-CoreBox 2-Depth (4.0-8.0 m)



WH-06-CoreBox 3-Depth (8.0-12.0 m)



WH-06-CoreBox 4-Depth (12.0-15.0 m)

پیوست ۲

شرح پیمایش گمانه های ماشینی و مقاطع عرضی

پیوست ۱-۲

شرح پیمایش طولی گمانه های ماشینی



Barangeotechnics

BORING NUMBER BH-FL-9

CLIENT _____ **PROJECT NAME** Binak- Package W-028
PROJECT NUMBER 589 **PROJECT LOCATION** Booshehr
DATE STARTED _____ **COMPLETED** _____ **GROUND ELEVATION** 0 m **HOLE SIZE** _____
DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics **GROUND WATER LEVELS:**
DRILLING METHOD Continuous Coring **AT TIME OF DRILLING** ---
LOGGED BY S.B. **CHECKED BY** _____ **AT END OF DRILLING** ---
NOTES X:437579 Y:3292272 **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		GRAVELLY LEAN CLAY, (CL) 40.5 % gravel, 9.5 % sand, 50 % fines, grayish brown, dry to moist, hard	CR				1.84	7	28	20	8	50
		LEAN CLAY, (CL) 0.3 % gravel, 0.6 % sand, 99.1 % fines, grayish brown, dry to moist, hard , most of gravel are cemented Clay	SS		67/0.05							
2			CR				1.73	10	34	22	12	99
		GRAVELLY LEAN CLAY, (CL) 35.5 % gravel, 7.2 % sand, 57.3 % fines, grayish brown, dry to moist, hard , most of gravel are cemented Clay	SS		67/0.03							
3			CR				1.76	11	32	21	11	57
			SS		67/0.06							

Bottom of borehole at 3.06 meters.

GEOTECH BH COLUMNS 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22



Barangeotechnics

BORING NUMBER BH-FL-10

CLIENT _____
 PROJECT NUMBER 589
 DATE STARTED _____ COMPLETED _____
 DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics
 DRILLING METHOD Continuous Coring
 LOGGED BY S.B. CHECKED BY _____
 NOTES X:437880 Y:3291880

PROJECT NAME Binak- Package W-028
 PROJECT LOCATION Booshehr
 GROUND ELEVATION 5 m 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		Fill Material										
		LEAN CLAY, (CL) 3.5 % gravel, 6.3 % sand, 50.2 % fines, light gray, dry to moist, hard , nodules of gypsum particles	CR					10	41	25	16	90
			SS		67/0.06							
2		Marl, (CL) 14.3% gravel, 6.5% sand, 79.2% fines, light gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel are cemented clay	CR	(0)			1.80	9	43	28	15	79
		Marl, (CL) 29.1% gravel, 4.2% sand, 66.7% fines, light gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel are cemented clay										
3			CR	(0)			1.86	8	39	25	14	67
			SS		67/0.05							

Bottom of borehole at 3.05 meters.

GEOTECH BH COLUMNS 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22



Barangeotechnics

BORING NUMBER BH-FL-11

CLIENT _____ **PROJECT NAME** Binak- Package W-028
PROJECT NUMBER 589 **PROJECT LOCATION** Booshehr
DATE STARTED _____ **COMPLETED** _____ **GROUND ELEVATION** 4 m **HOLE SIZE** _____
DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics **GROUND WATER LEVELS:**
DRILLING METHOD Continuous Coring **AT TIME OF DRILLING** ---
LOGGED BY S.B. **CHECKED BY** _____ **AT END OF DRILLING** ---
NOTES X:437901 Y:3291739 **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		Marl, (CL) 1.5% gravel, 4.9% sand, 93.6% fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most of gravel are cemented clay	CR	(0)	67/0.08				44	26	18	94
		SS										
2		Marl, (CL) 29.6% gravel, 15% sand, 55.4% fines, dark gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most of gravel are cemented clay, nodules of gyps particles	CR	(20)		1.95	5	39	23	16	55	
3		Marl, (CL) 36.1% gravel, 7.2% sand, 56.7% fines, dark gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most of gravel are cemented clay	UD	(20)		2.00	8	38	22	16	57	
			SS		67/0.05							

Bottom of borehole at 3.05 meters.

GEOTECH BH COLUMNS 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22



Barangeotechnics

KEY TO SYMBOLS








CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- Package W-028




PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

LITHOLOGIC SYMBOLS (Unified Soil Classification System)

-  Marl: Marl
-  CL: USCS Low Plasticity Clay
-  GM: USCS Silty Gravel
-  MH: USCS Elastic Silt
-  ML: USCS Silt
-  SILTSTONE: Siltstone
-  FILLMATERIAL: Fill Material

SAMPLER SYMBOLS

-  Core Sample
-  Split Spoon
-  Undisturbed Sample

WELL CONSTRUCTION SYMBOLS

ABBREVIATIONS

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| LL - LIQUID LIMIT (%) | TV - TORVANE |
| PI - PLASTIC INDEX (%) | PID - PHOTOIONIZATION DETECTOR |
| W - MOISTURE CONTENT (%) | UC - UNCONFINED COMPRESSION |
| DD - DRY DENSITY (PCF) | ppm - PARTS PER MILLION |
| NP - NON PLASTIC | ▽ Water Level at Time |
| -200 - PERCENT PASSING NO. 200 SIEVE | ▽ Drilling, or as Shown |
| PP - POCKET PENETROMETER (TSF) | ▼ Water Level at End of |
| | ▼ Drilling, or as Shown |
| | ▽ Water Level After 24 |
| | ▼ Hours, or as Shown |

پیوست ۲-۲

مقاطع عرضی



barangeotechnics

SUBSURFACE DIAGRAM

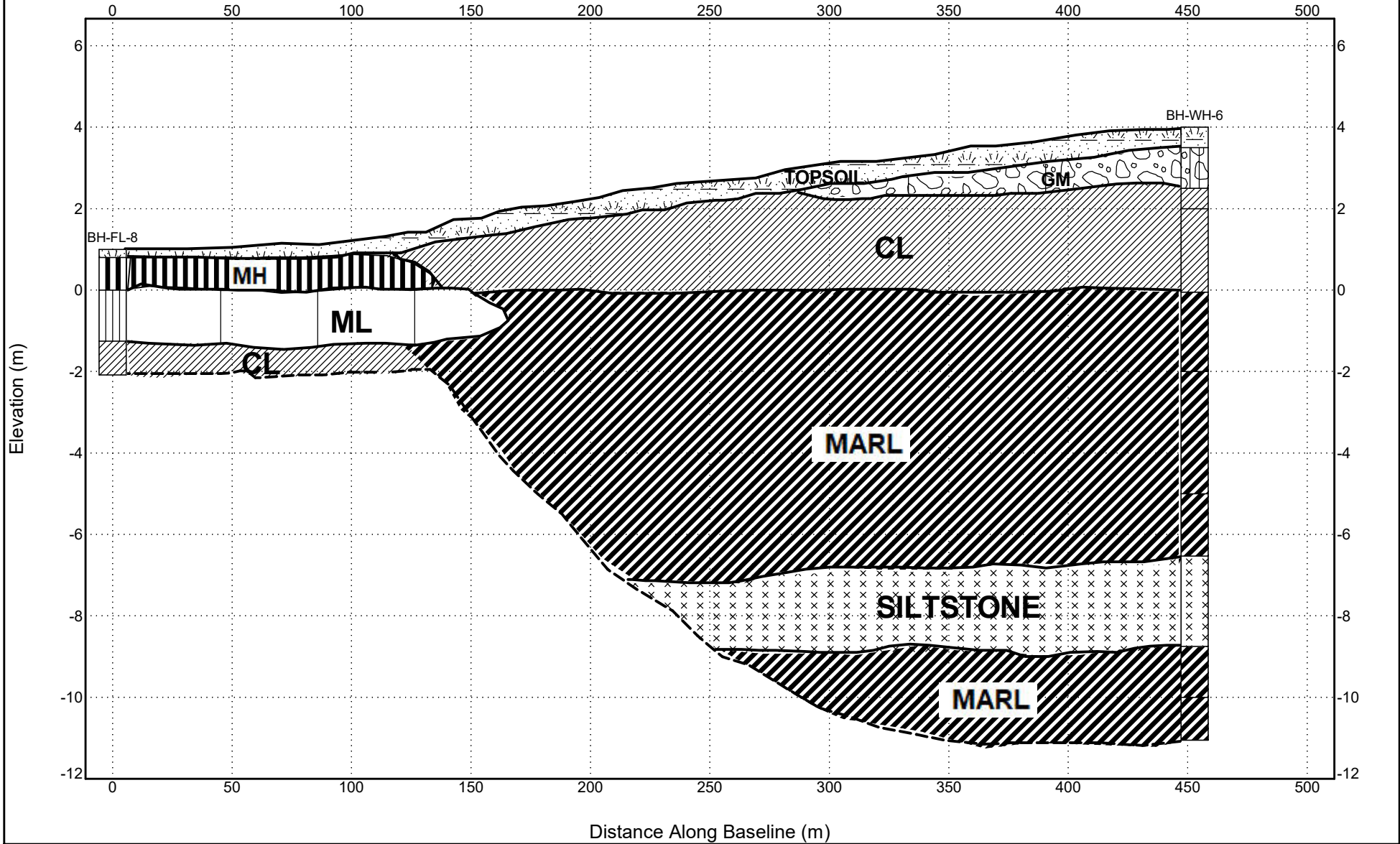
CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- Package W-028

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

STRATIGRAPHY & GW - A SIZE 14001204-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22





barangeotechnics

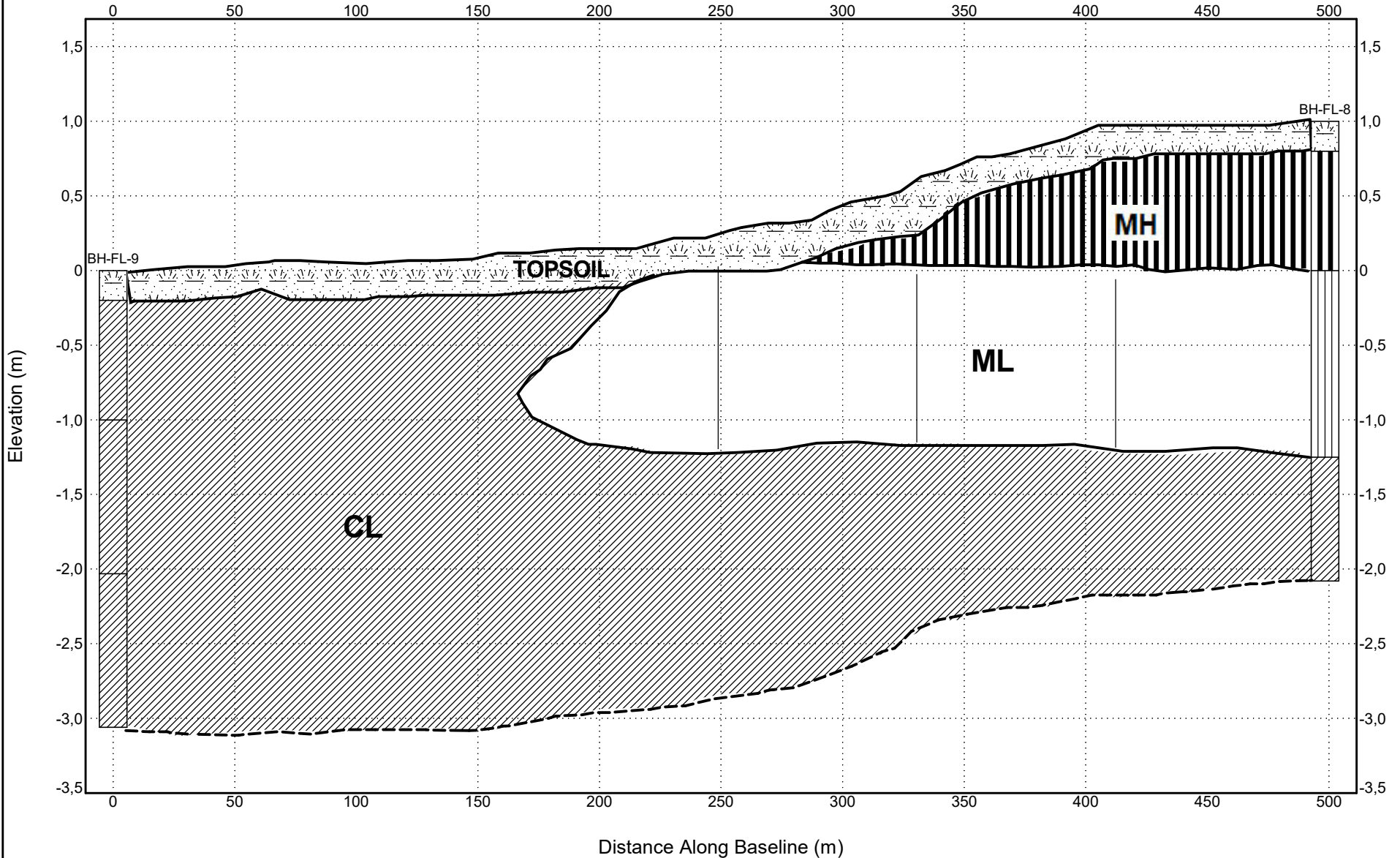
SUBSURFACE DIAGRAM

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- Package W-028

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



STRATIGRAPHY & GW - A SIZE 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ_GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22



barangeotechnics

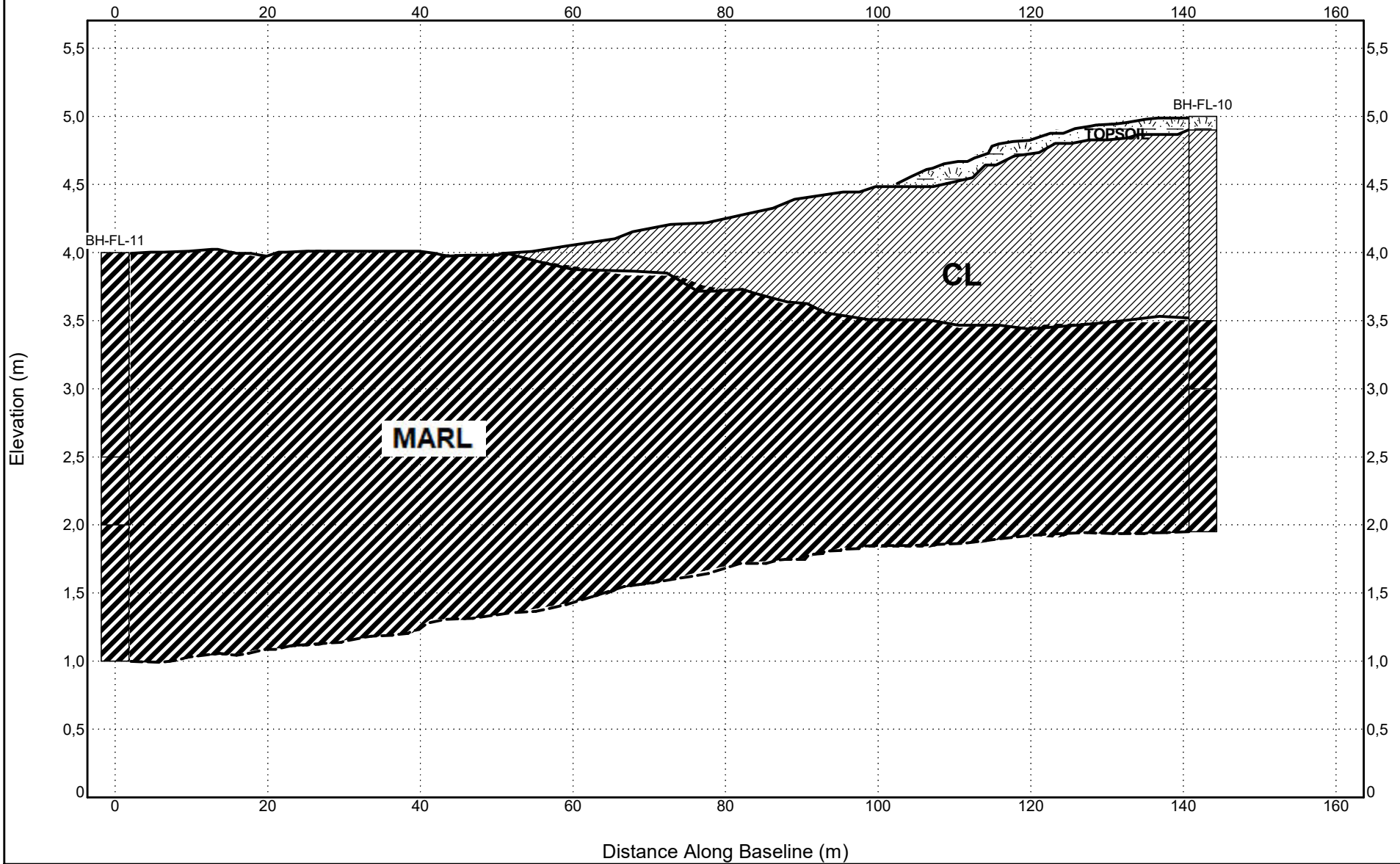
SUBSURFACE DIAGRAM

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- Package W-028

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



STRATIGRAPHY & GW - A SIZE 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22

پیوست ۳
آزمایشات صحرائی

پیوست ۱-۳

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
نفی بینک

Plate dimension:

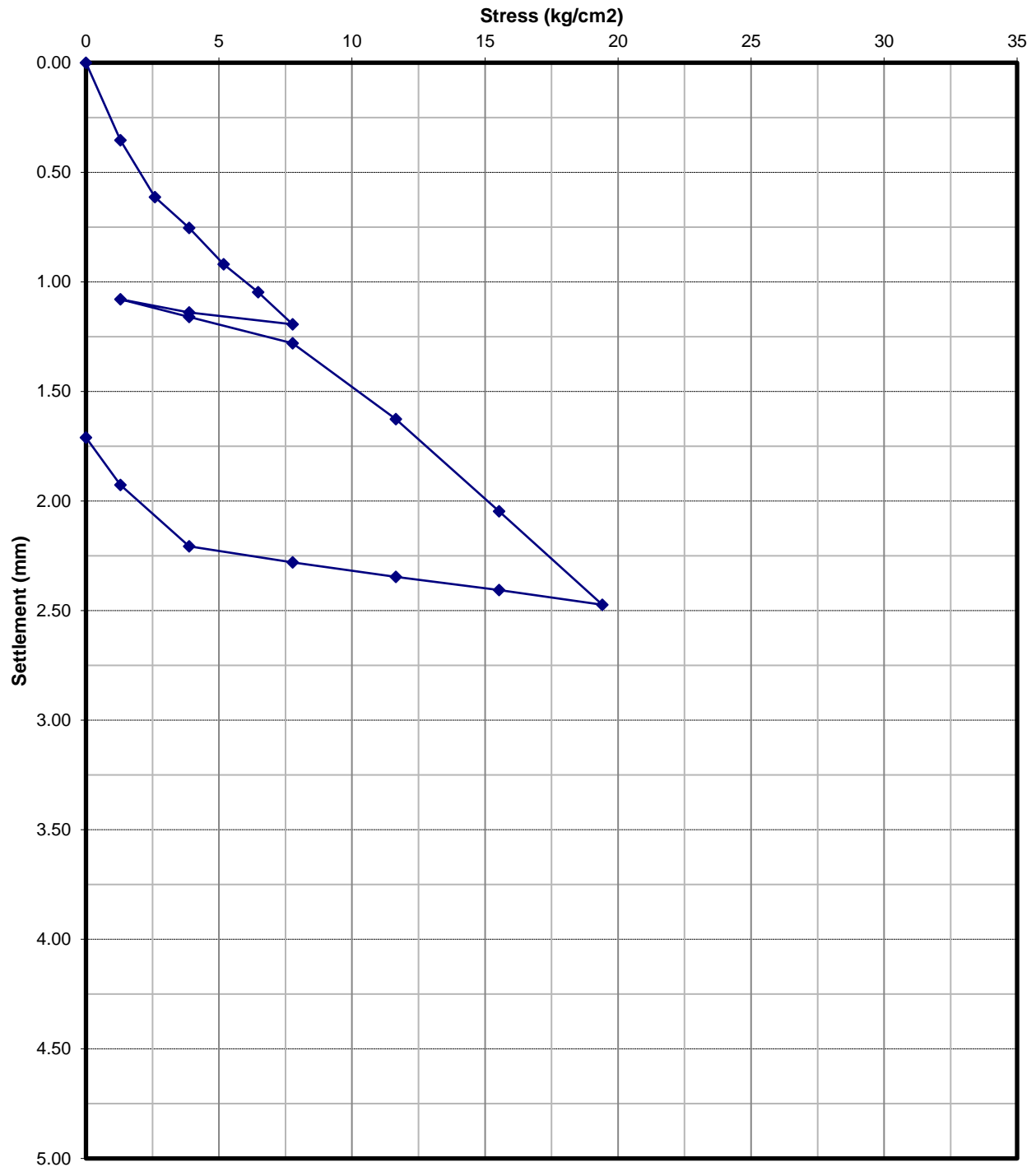
Testpit No.:

Depth:

30 cm

PLT-2 (W-028)

1.0 m



پیوست ۲-۳

آزمایش CBR



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

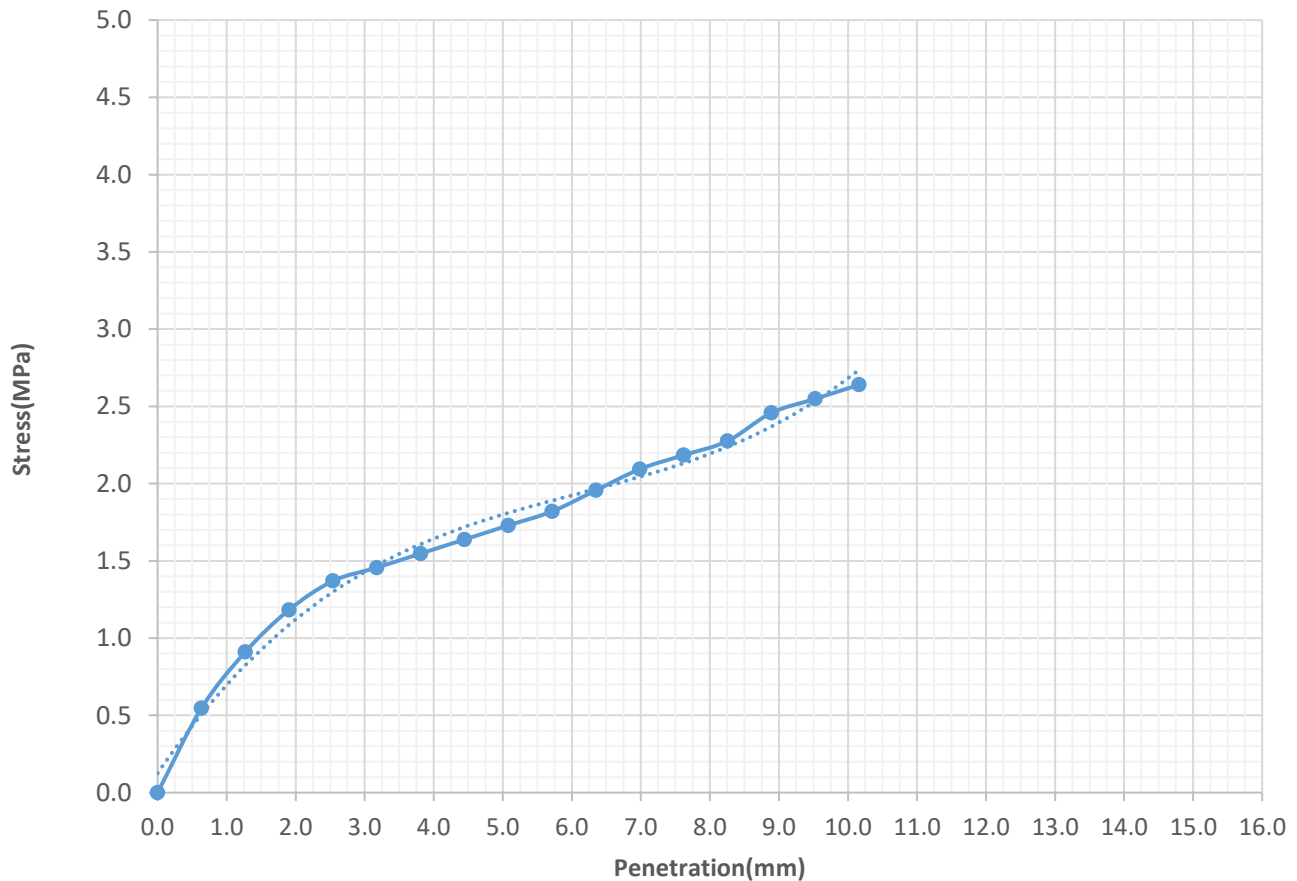
Project Name:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید
میدان نفتی بینک

Location: W28-CBR1

Client:

Depth: Ground Level



CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

19.9

%

Penetration-5.08 mm

16.8

%



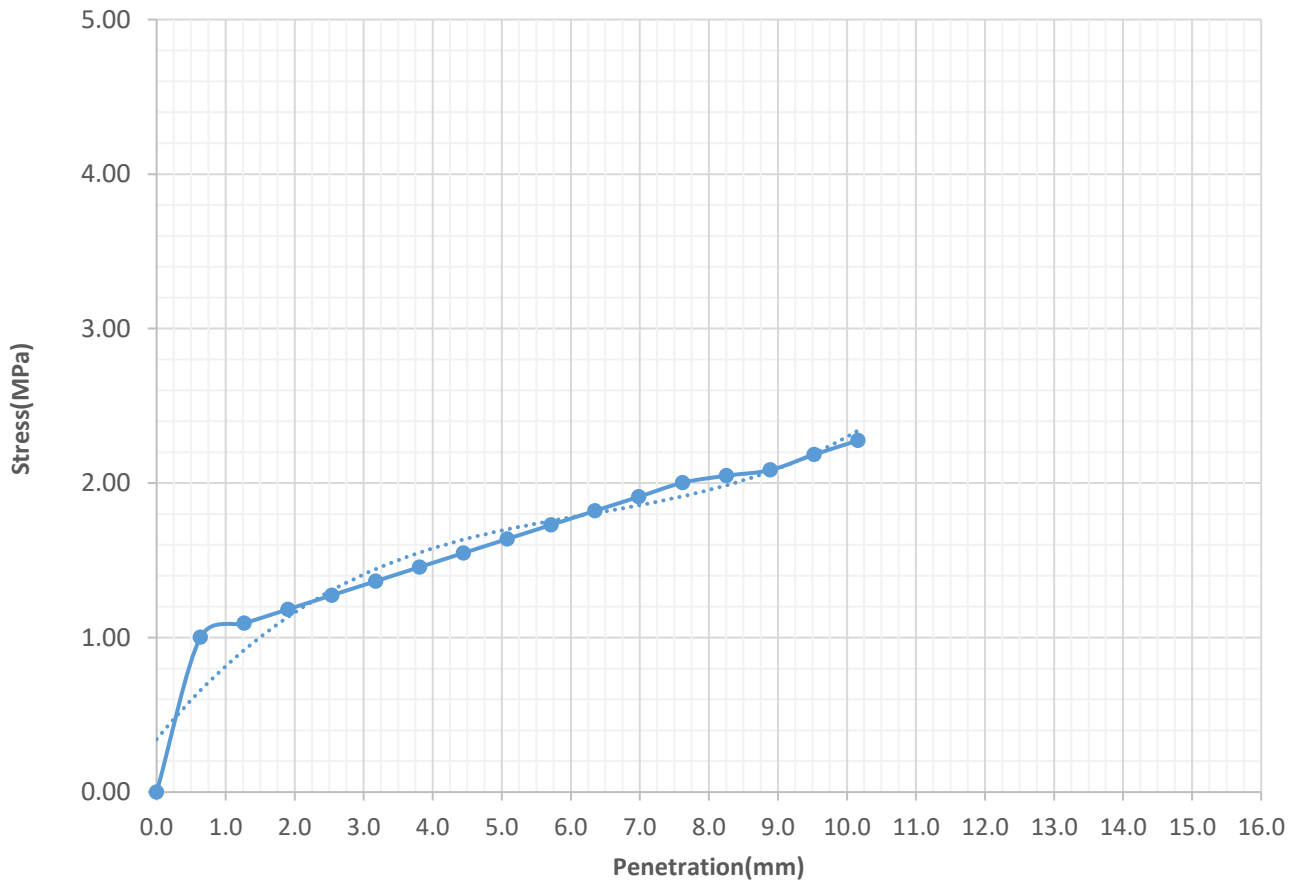
Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place (ASTM D4429)

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

Location: W28-CBR2

Client:

Depth: Ground Level



CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

18.5

%

Penetration-5.08 mm

15.9

%

پیوست ۳-۳

آزمایش اندازه گیری دمای خاک

Soil Temperature Measurement



Client:

Project:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

Date:

Dec 2021-10 Jan 23 2022

Site:

بوشهر

NO.	Location	Time	Depth (m)	Temperature (°C)
BH-FL-8	X: 437265 Y: 3292659	7:00 AM	1	21.5
		12:00 PM	1	23
		7:00 PM	1	22
BH-FL-9	X: 437579 Y: 3292272	7:00 AM	1	23.2
		12:00 PM	1	25
		7:00 PM	1	22.4
BH-FL-10	X: 437880 Y: 3291880	7:00 AM	1	23
		12:00 PM	1	23.8
		7:00 PM	1	21.3
BH-FL-11	X: 437901 Y: 3291739	7:00 AM	1	21
		12:00 PM	1	23.9
		7:00 PM	1	22.4
BH-WH-6	X: 437126 Y: 3293090	7:00 AM	1	23
		12:00 PM	1	24.7
		7:00 PM	1	22.6

پیوست ۳-۴

آزمایش ژئوالکتریک



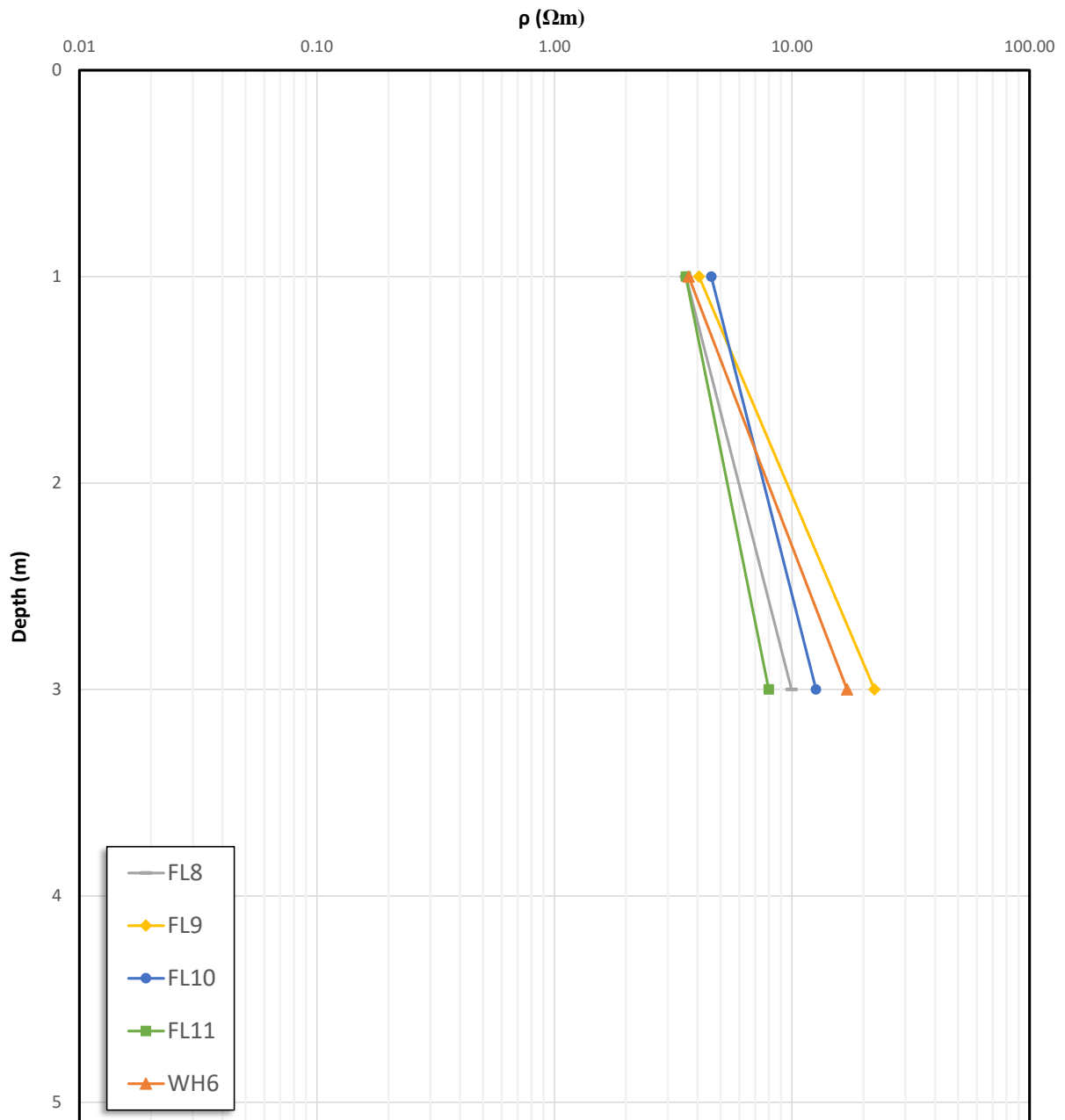
CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- W-028

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

Variation of Apparant Electrical Resistivity in W-028



پیوست ۴

آزمایشات آزمایشگاهی و مقادیر پیشنهادی

پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

پیوست ۴-۱
آزمایش دانه بندی



Barangeotechnics

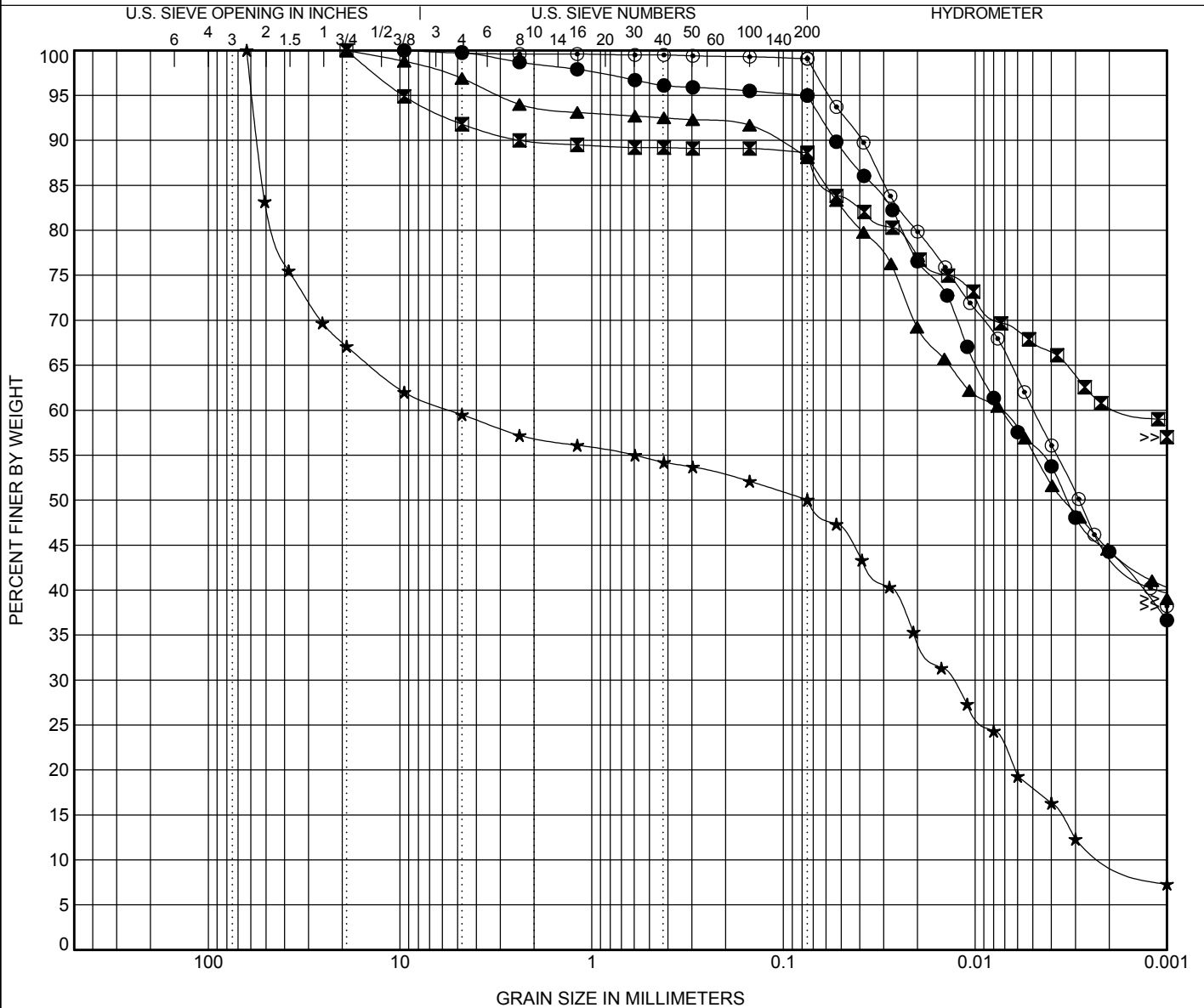
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- Package W-028

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-8	0.50	ELASTIC SILT(MH)				65	35	30		
☒ BH-FL-8	1.50	SILT(ML)				45	29	16		
▲ BH-FL-8	2.50	LEAN CLAY(CL)				28	20	8		
★ BH-FL-9	0.50	GRAVELLY LEAN CLAY(CL)				28	20	8	0.02	3022.04
◎ BH-FL-9	1.50	LEAN CLAY(CI)				34	22	12		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-8	0.50	9.51	0.007			0.2	4.8	50.7	44.3	
☒ BH-FL-8	1.50	19	0.002			8.2	3.2	28.1	60.5	
▲ BH-FL-8	2.50	19	0.007			3.1	8.8	43.7	44.4	
★ BH-FL-9	0.50	63	5.457	0.014	0.002	40.5	9.5	39.5	10.5	
◎ BH-FL-9	1.50	9.51	0.005			0.3	0.6	54.5	44.6	

GRAIN SIZE 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22



Barangeotechnics

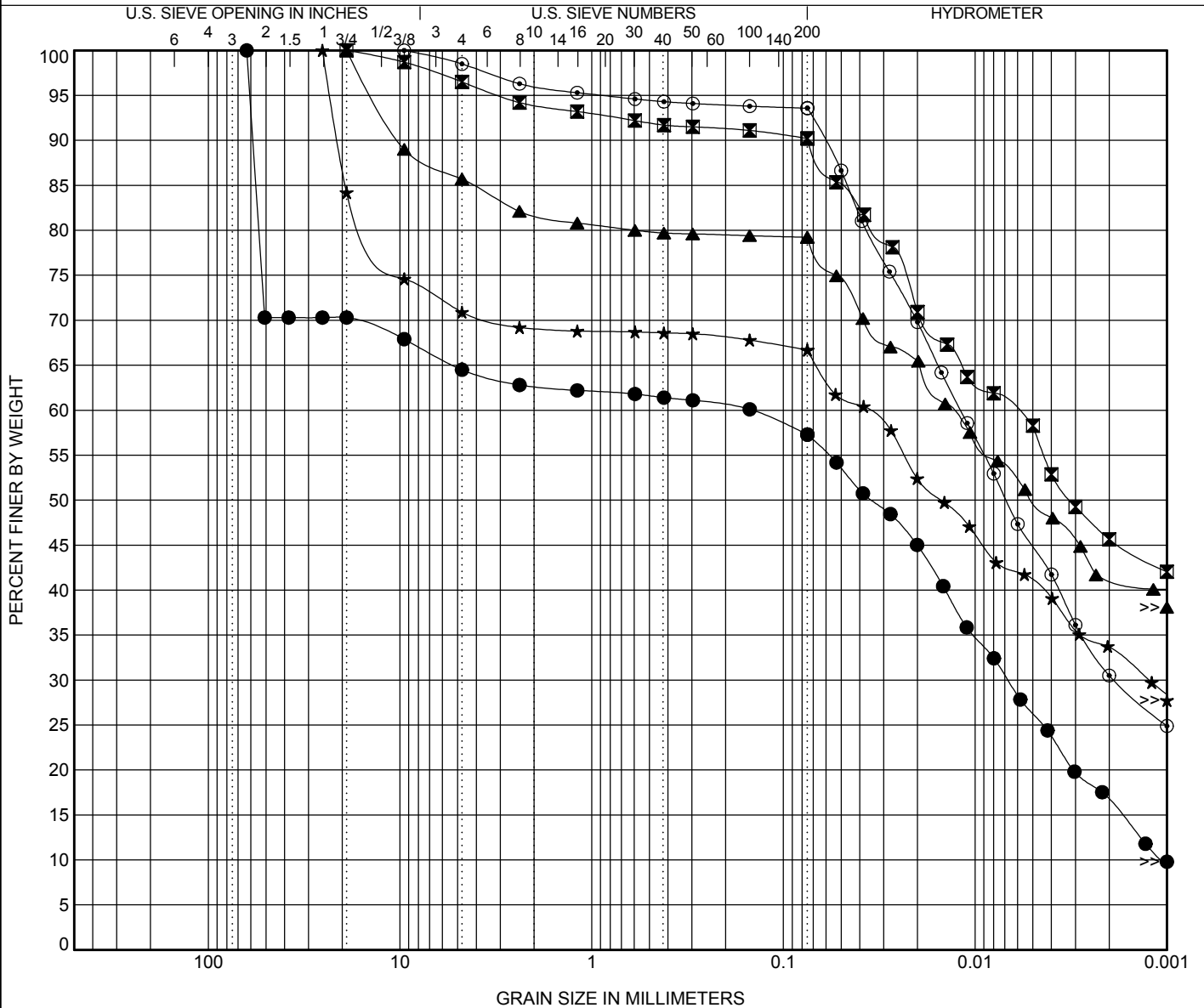
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- Package W-028

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-9	2.50	GRAVELLY LEAN CLAY(CI)				32	21	11	2.41	1131.01
■ BH-FL-10	0.60	LEAN CLAY(CI)				41	25	16		
▲ BH-FL-10	1.60	SILT with GRAVEL(ML)				43	28	15		
★ BH-FL-10	2.60	GRAVELLY LEAN CLAY(CI)				39	25	14		
○ BH-FL-11	0.60	LEAN CLAY(CI)				44	26	18		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-9	2.50	63	0.146	0.007	0	35.5	7.2	40.7	16.6	
■ BH-FL-10	0.60	19	0.006			3.5	6.3	44.6	45.6	
▲ BH-FL-10	1.60	19	0.013			14.3	6.5	37.9	41.3	
★ BH-FL-10	2.60	25.4	0.036	0.001		29.1	4.2	33.1	33.6	
○ BH-FL-11	0.60	9.51	0.012	0.002		1.5	4.9	63.1	30.5	

GRAIN SIZE 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22



Barangeotechnics

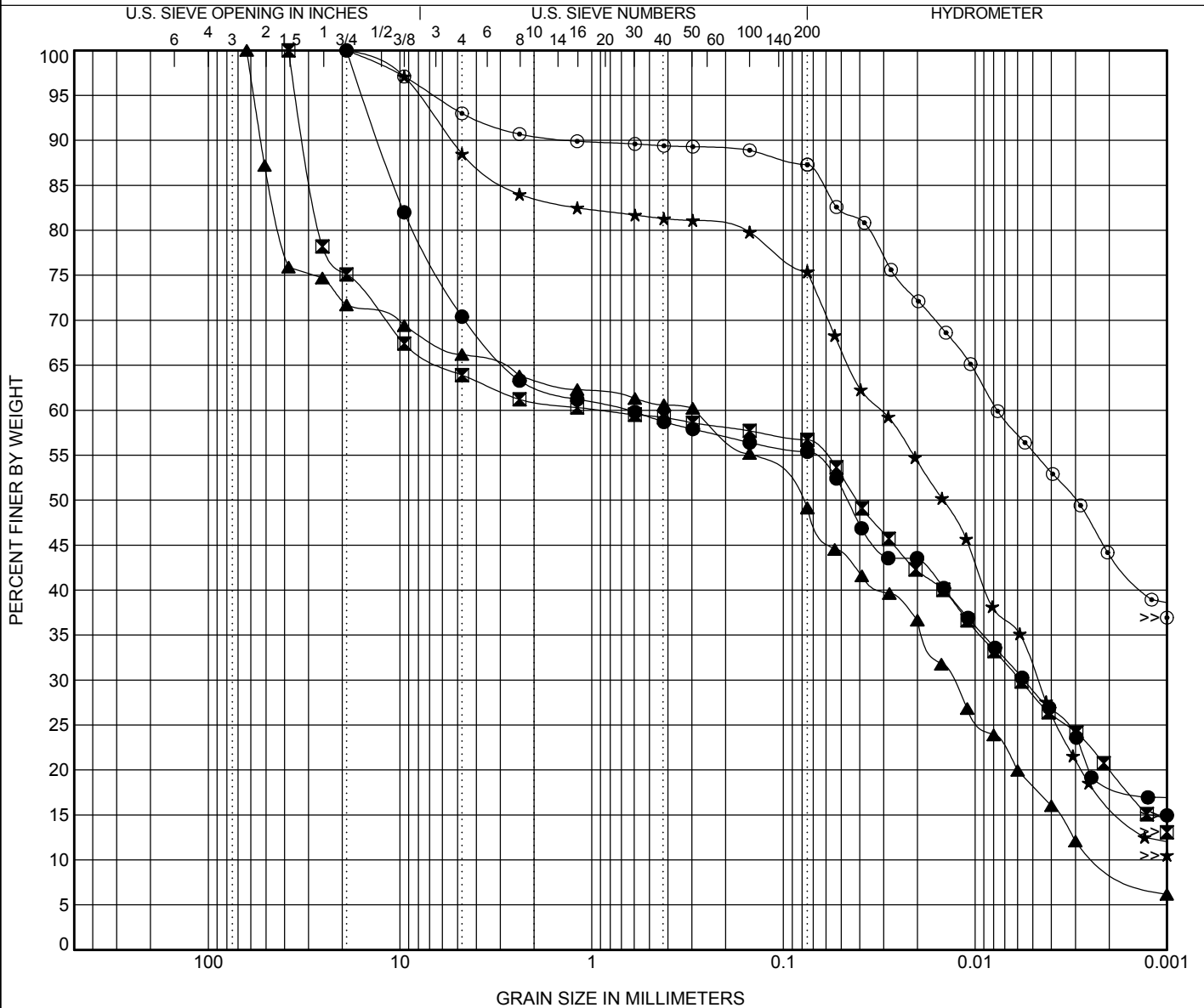
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- Package W-028

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-11	1.60	GRAVELLY LEAN CLAY with SAND(CI)				39	23	16		
☒ BH-FL-11	2.70	GRAVELLY LEAN CLAY(CI)				38	22	16		
▲ BH-WH-6	0.50	SILTY GRAVEL with SAND(GM)				NP	NP	NP	0.31	142.16
★ BH-WH-6	1.60	LEAN CLAY with SAND(CL)				28	19	9		
◎ BH-WH-6	3.00	LEAN CLAY(CI)				30	22	8		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-11	1.60	19	0.657	0.006		29.6	15.0	36.9	18.5	
☒ BH-FL-11	2.70	38.1	0.918	0.006		36.1	7.2	36.7	20.0	
▲ BH-WH-6	0.50	63	0.289	0.013	0.002	33.8	17.1	39.2	9.9	
★ BH-WH-6	1.60	19	0.031	0.005		11.5	13.1	59.1	16.3	
◎ BH-WH-6	3.00	19	0.008			7.0	5.7	43.3	44.0	

GRAIN SIZE 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22



Barangeotechnics

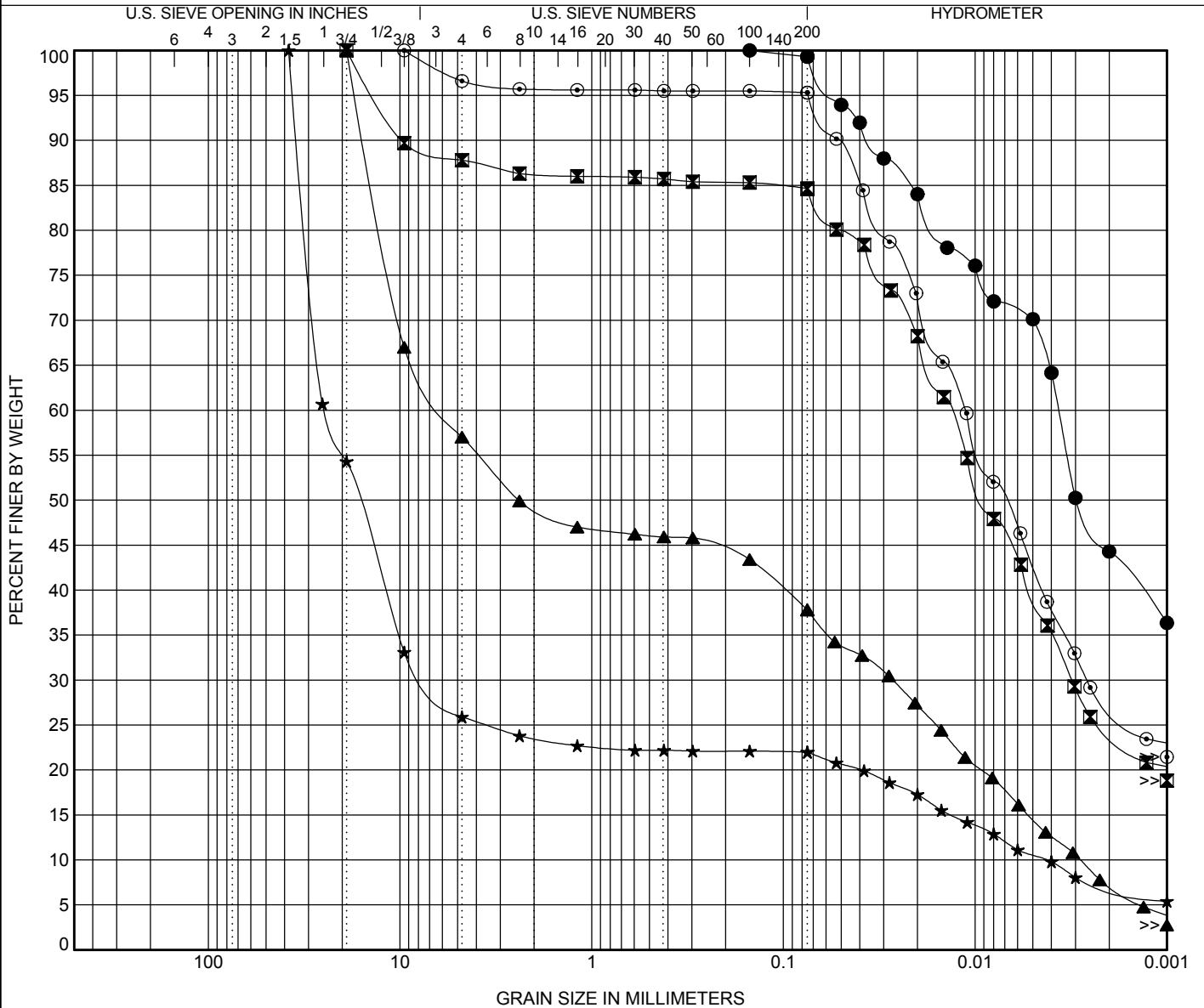
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- Package W-028

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-6	5.56	LEAN CLAY(CI)				38	23	15		
☒ BH-WH-6	7.60	LEAN CLAY with GRAVEL(CI)				36	24	12		
▲ BH-WH-6	9.25	CLAYEY GRAVEL with SAND(GC)				27	19	8	0.04	2063.13
★ BH-WH-6	11.12	SILTY GRAVEL(GM)				NP	NP	NP	476.54	800.21
◎ BH-WH-6	13.20	LEAN CLAY(CI)				33	21	12		

Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay
● BH-WH-6	5.56	0.15	0.004			0.0	0.7	55.0	44.3
☒ BH-WH-6	7.60	19	0.014	0.003		12.2	3.2	60.4	24.2
▲ BH-WH-6	9.25	19	5.85	0.027	0.003	43.0	19.2	30.7	7.1
★ BH-WH-6	11.12	38.1	24.606	7.053	0.004	74.1	3.9	14.9	7.1
◎ BH-WH-6	13.20	9.51	0.011	0.003		3.4	1.3	68.1	27.2

GRAIN SIZE 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22



Barangeotechnics

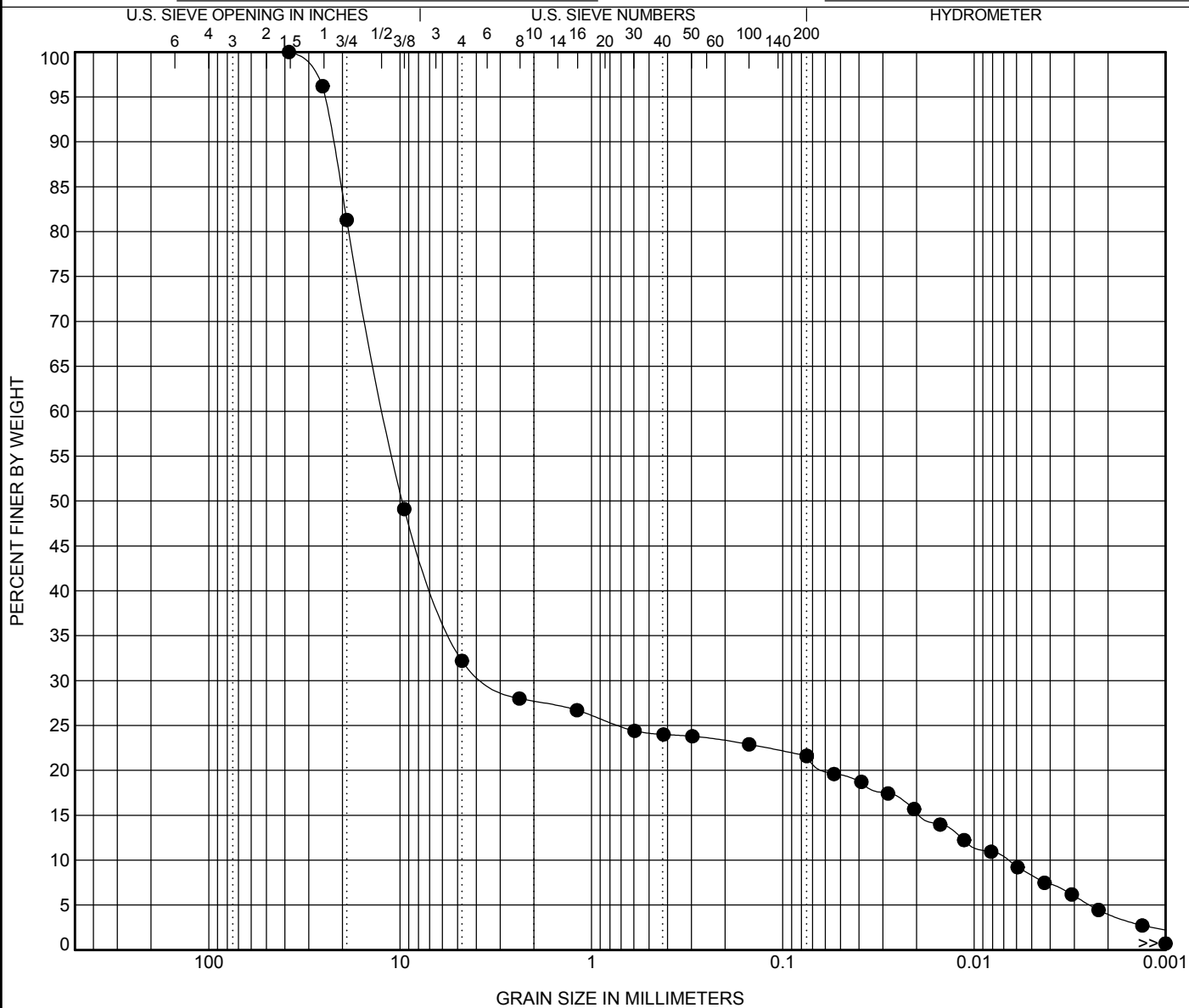
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- Package W-028

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-6	14.45	CLAYEY GRAVEL(GC)	28	20	8	132.68	752.60

Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay
● BH-WH-6	14.45	38.1	12.021	3.307	0.007	67.8	10.6	17.5	4.1

GRAIN SIZE 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22

پیوست ۲-۴

آزمایش حدود اتربرگ



Barangeotechnics

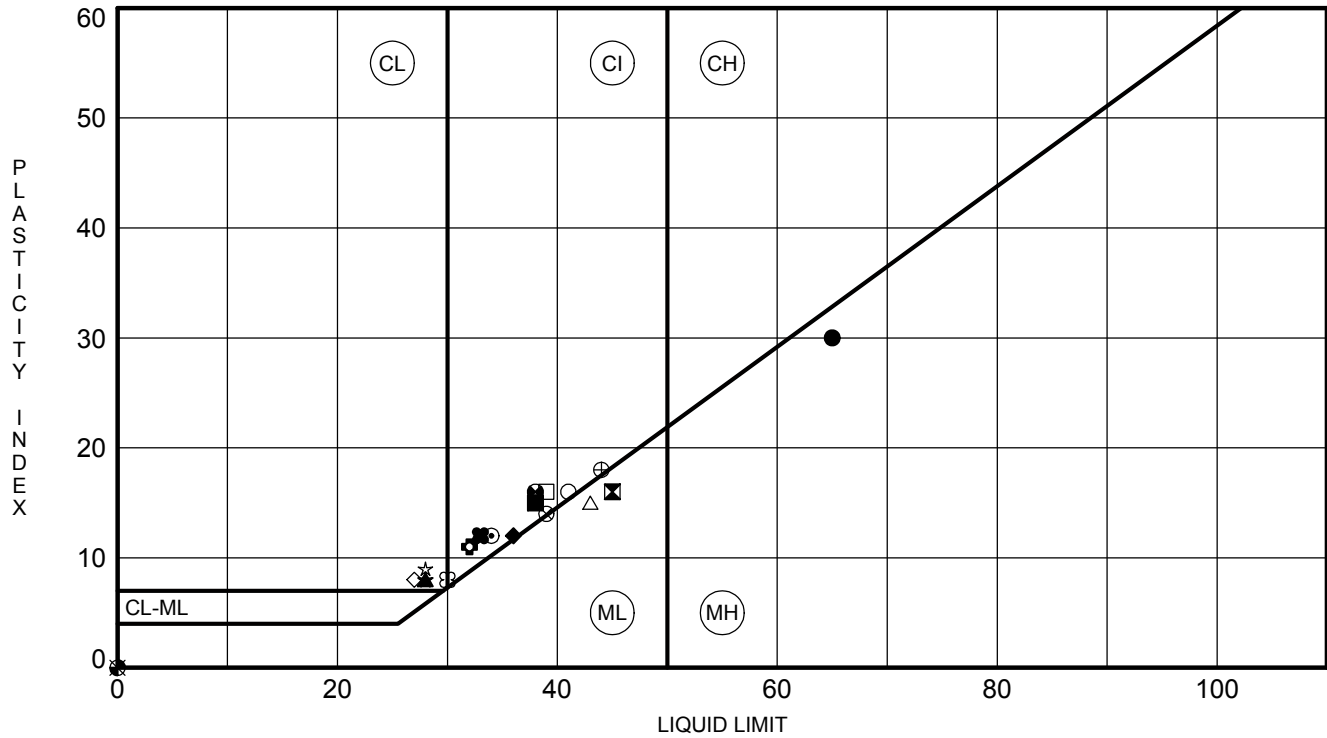
ATTERBERG LIMITS' RESULTS

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- Package W-028

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



Borehole	Depth	LL	PL	PI	Fines	Classification
● BH-FL-8	0.50	65	35	30	95	ELASTIC SILT(MH)
⊠ BH-FL-8	1.50	45	29	16	89	SILT(ML)
▲ BH-FL-8	2.50	28	20	8	88	LEAN CLAY(CL)
★ BH-FL-9	0.50	28	20	8	50	GRAVELLY LEAN CLAY(CL)
⊙ BH-FL-9	1.50	34	22	12	99	LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-FL-9	2.50	32	21	11	57	GRAVELLY LEAN CLAY(CI)
○ BH-FL-10	0.60	41	25	16	90	LEAN CLAY(CI)
△ BH-FL-10	1.60	43	28	15	79	SILT with GRAVEL(ML)
⊗ BH-FL-10	2.60	39	25	14	67	GRAVELLY LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-FL-11	0.60	44	26	18	94	LEAN CLAY(CI)
□ BH-FL-11	1.60	39	23	16	55	GRAVELLY LEAN CLAY with SAND(CI)
⊕ BH-FL-11	2.70	38	22	16	57	GRAVELLY LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-WH-6	0.50	NP	NP	NP	49	SILTY GRAVEL with SAND(GM)
★ BH-WH-6	1.60	28	19	9	75	LEAN CLAY with SAND(CL)
⊗ BH-WH-6	3.00	30	22	8	87	LEAN CLAY(CI)
■ BH-WH-6	5.56	38	23	15	99	LEAN CLAY(CI)
◆ BH-WH-6	7.60	36	24	12	85	LEAN CLAY with GRAVEL(CI)
◇ BH-WH-6	9.25	27	19	8	38	CLAYEY GRAVEL with SAND(GC)
× BH-WH-6	11.12	NP	NP	NP	22	SILTY GRAVEL(GM)
● BH-WH-6	13.20	33	21	12	95	LEAN CLAY(CI)

ATTERBERG LIMITS 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22

پیوست ۳-۴

آزمایش دانسیته و درصد رطوبت



Barangeotechnics

SUMMARY OF LABORATORY RESULTS

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak- Package W-028

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

Sheet 1 of 1

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-8	0.5	65	35	30	9.51	95	MH	12.0	1.74		
BH-FL-8	1.5	45	29	16	19	89	ML	11.0	1.75		
BH-FL-8	2.5	28	20	8	19	88	CL	13.3	1.73		
BH-FL-9	0.5	28	20	8	63	50	CL	7.0	1.84		
BH-FL-9	1.5	34	22	12	9.51	99	CI	10.0	1.73		
BH-FL-9	2.5	32	21	11	63	57	CI	11.0	1.76		
BH-FL-10	0.6	41	25	16	19	90	CI	10.0			
BH-FL-10	1.6	43	28	15	19	79	ML	9.4	1.80		
BH-FL-10	2.6	39	25	14	25.4	67	CI	7.6	1.86		
BH-FL-11	0.6	44	26	18	9.51	94	CI				
BH-FL-11	1.6	39	23	16	19	55	CI	5.3	1.95		
BH-FL-11	2.7	38	22	16	38.1	57	CI	8.1	2.00		
BH-WH-6	0.5	NP	NP	NP	63	49	GM	7.4	1.82		
BH-WH-6	1.6	28	19	9	19	75	CL				
BH-WH-6	3.0	30	22	8	19	87	CI				
BH-WH-6	5.6	38	23	15	0.15	99	CI	6.8	1.86		
BH-WH-6	7.6	36	24	12	19	85	CI	8.1	1.94		
BH-WH-6	9.3	27	19	8	19	38	GC	6.1	1.96		
BH-WH-6	11.1	NP	NP	NP	38.1	22	GM	4.6	1.95		
BH-WH-6	13.2	33	21	12	9.51	95	CI	4.3	1.99		
BH-WH-6	14.5	28	20	8	38.1	22	GC	4.3	1.98		

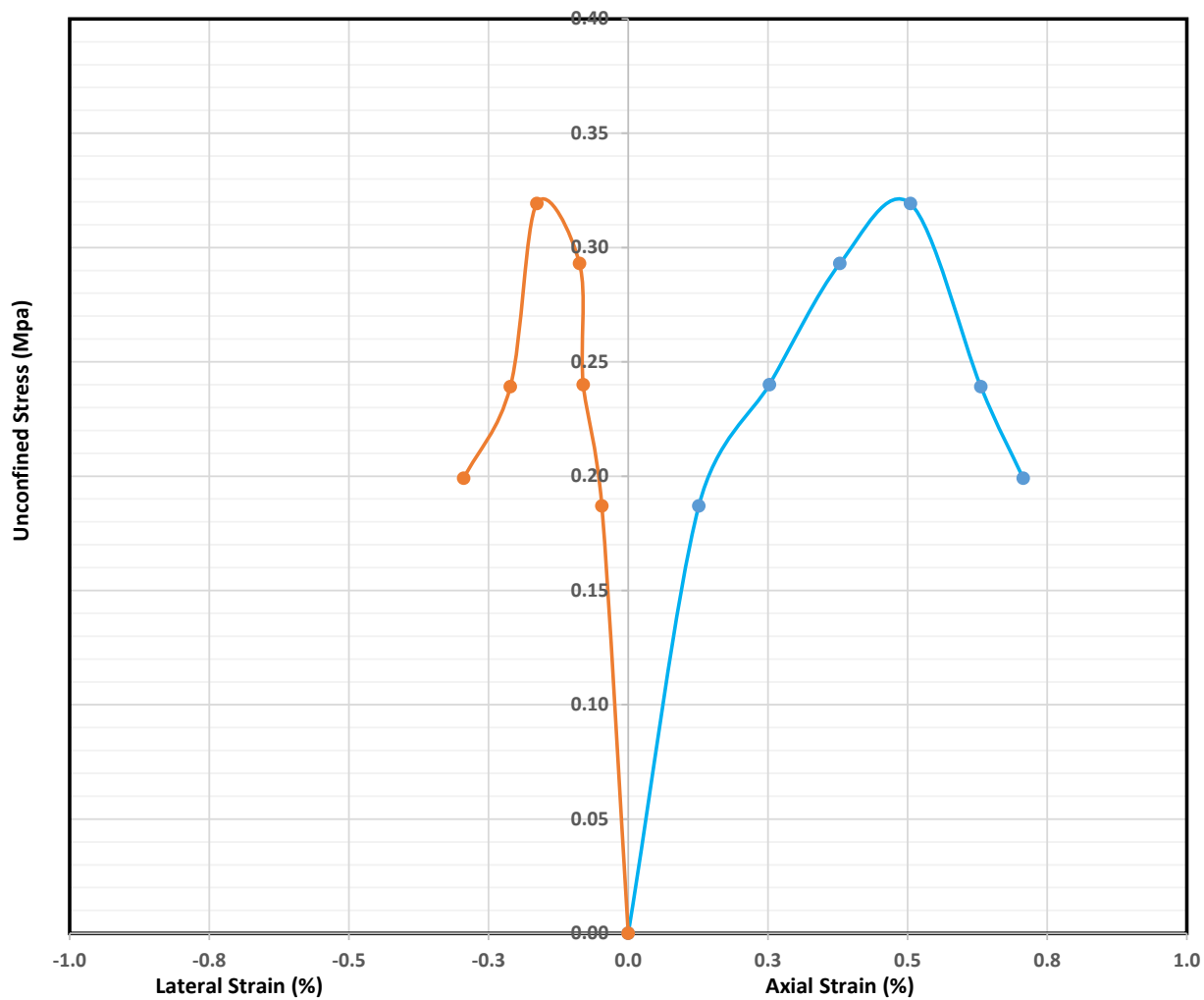
LAB SUMMARY 14001207-589-BINAK-W028-REV06.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/26/22

پیوست ۴-۴
آزمایش تک محوری



Uniaxial Compression Test

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



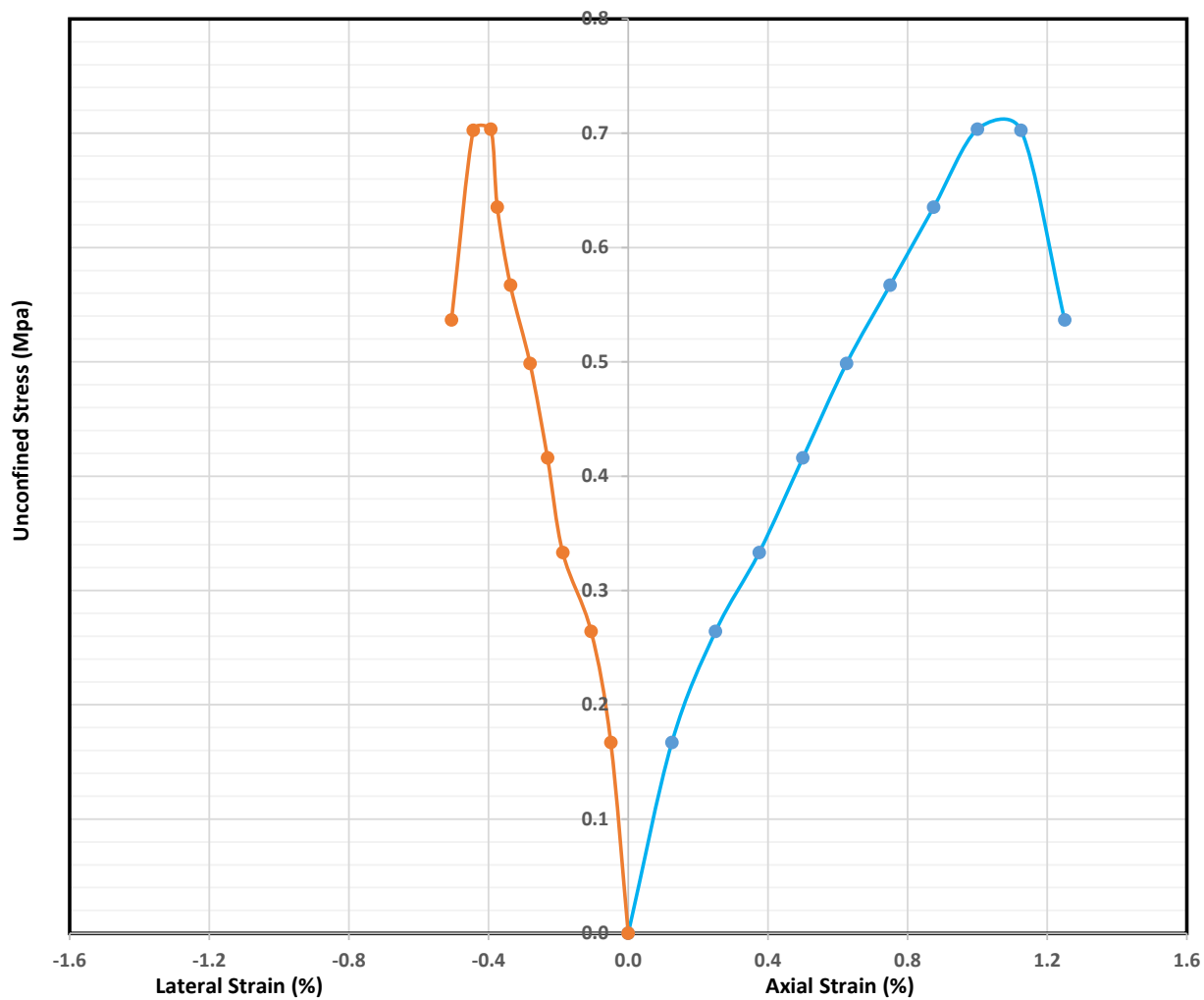
Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	WH-6	Bulk Density (kN/m ³):	19.56
Depth (m):	1.6-1.8	Dry Density (kN/m ³):	18.55
L (cm):	19.80	Moisture Content (%):	5.5
D (cm):	9.00	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.32



Uniaxial Compression Test

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



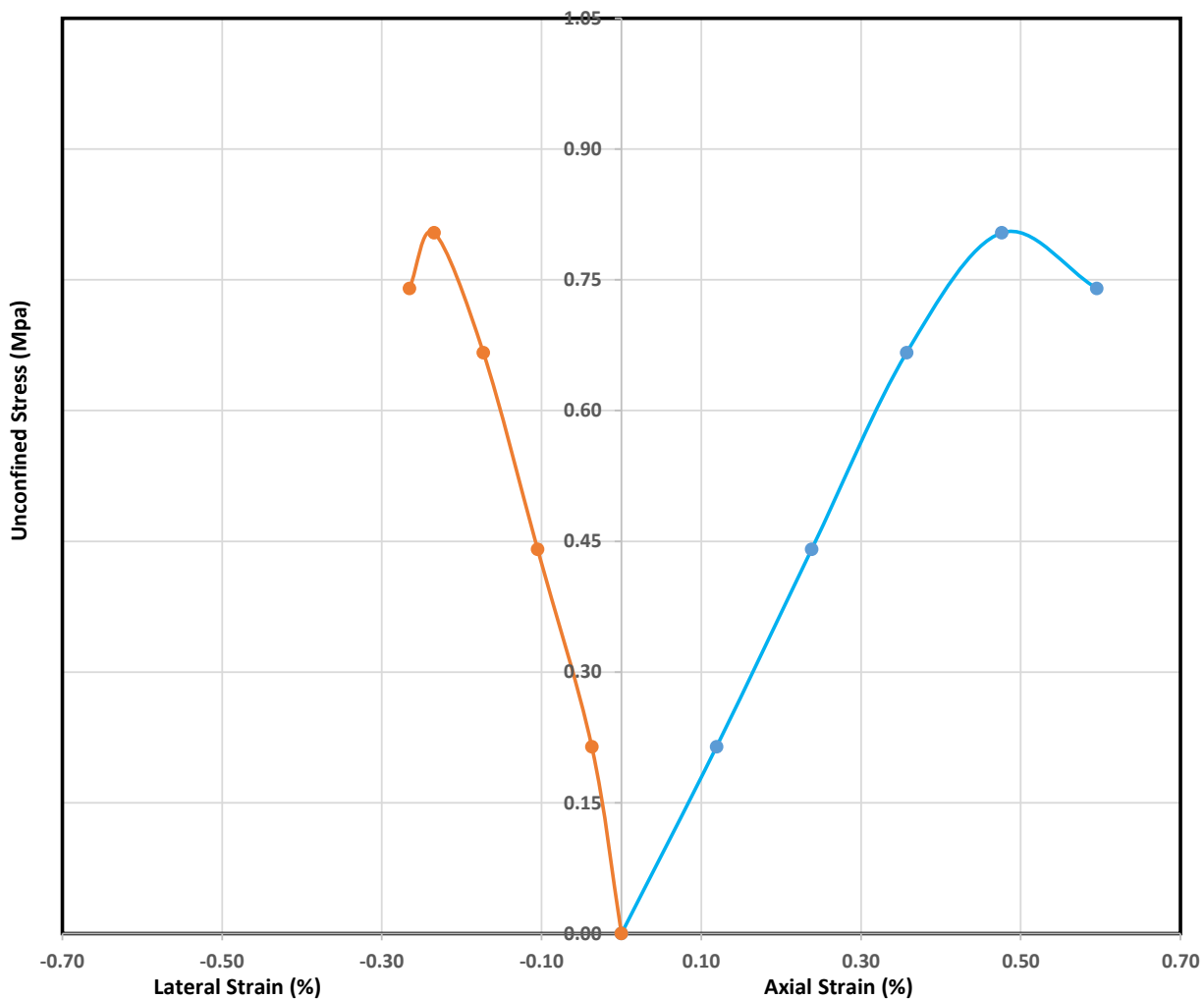
Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	WH-6	Bulk Density (kN/m ³):	20.15
Depth (m):	3.0-3.28	Dry Density (kN/m ³):	19.01
L (cm):	20.00	Moisture Content (%):	6.0
D (cm):	8.00	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.70



Uniaxial Compression Test

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



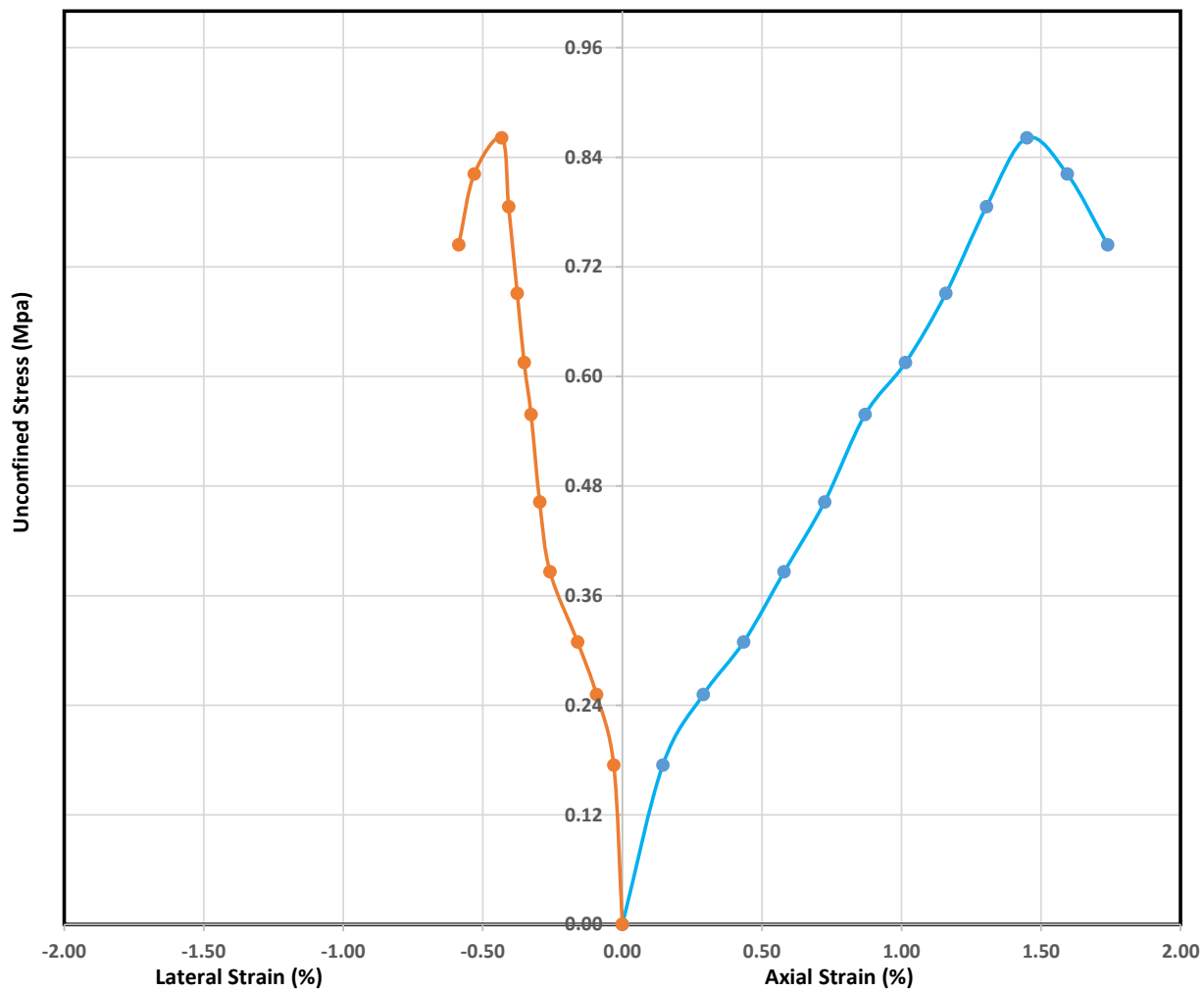
Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	WH-6	Bulk Density (kN/m ³):	20.43
Depth (m):	11.12-11.5	Dry Density (kN/m ³):	19.54
L (cm):	21.00	Moisture Content (%):	4.6
D (cm):	8.10	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.80



Uniaxial Compression Test

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



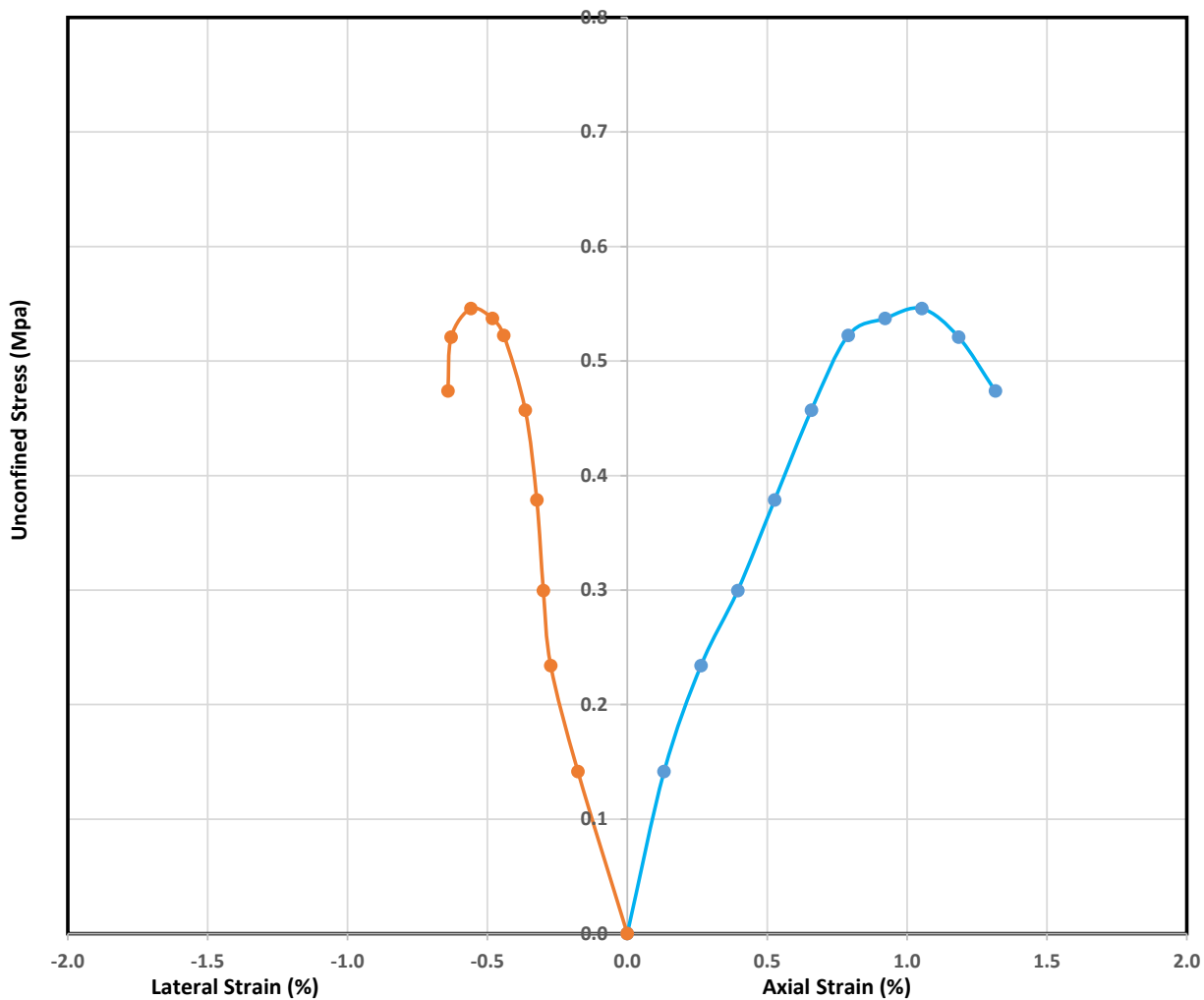
Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	WH-6	Bulk Density (kN/m ³):	19.36
Depth (m):	13.2-13.6	Dry Density (kN/m ³):	18.57
L (cm):	17.25	Moisture Content (%):	4.2
D (cm):	8.10	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.86



Uniaxial Compression Test

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



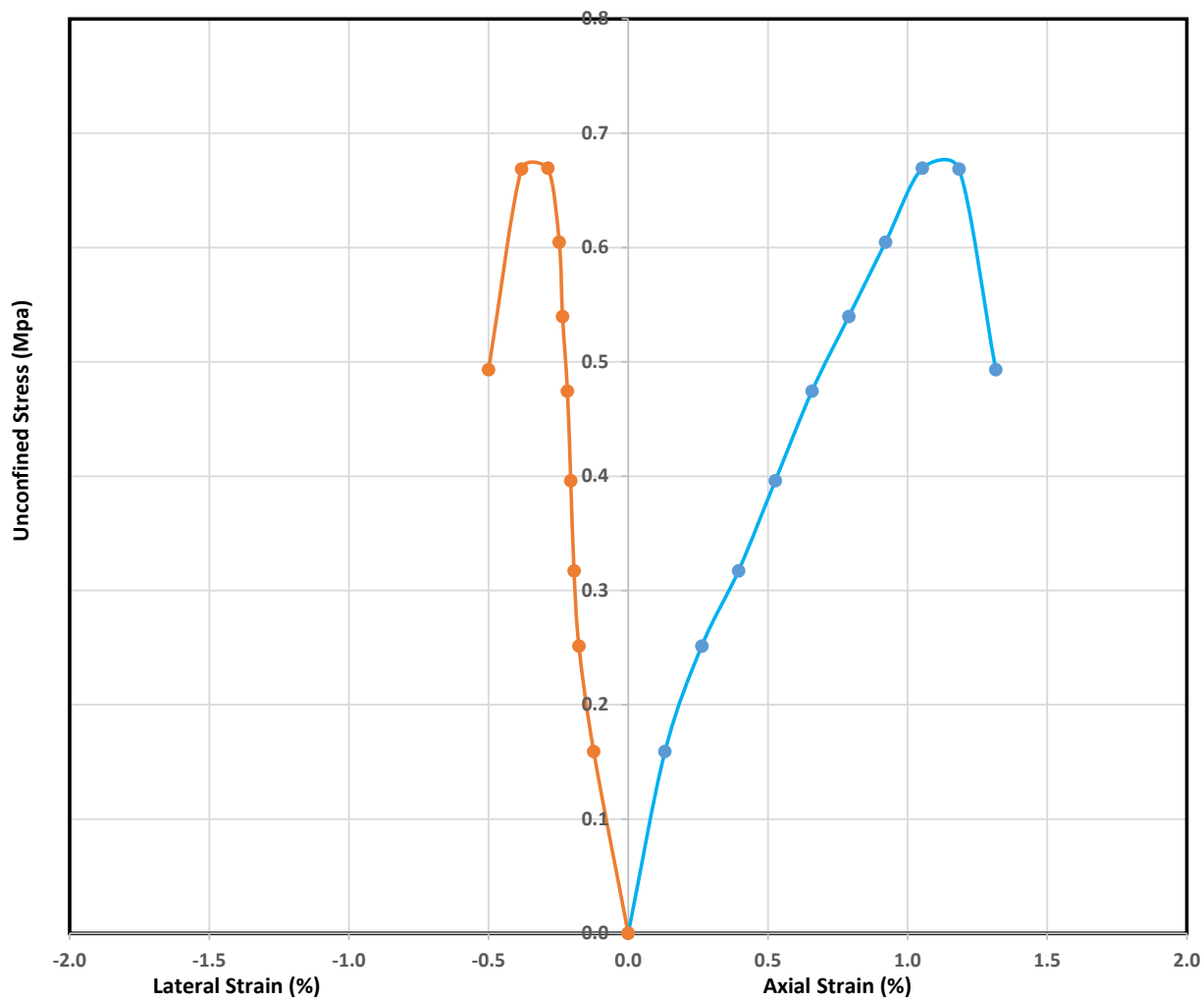
Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	FL-10	Bulk Density (kN/m ³):	19.33
Depth (m):	1.6-2.0	Dry Density (kN/m ³):	17.73
L (cm):	19.00	Moisture Content (%):	9.0
D (cm):	8.50	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.55



Uniaxial Compression Test

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



Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	FL-11	Bulk Density (kN/m ³):	19.81
Depth (m):	2.7-2.9	Dry Density (kN/m ³):	18.33
L (cm):	19.00	Moisture Content (%):	8.1
D (cm):	8.50	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.67

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-10	2.6-3.0	20	85	84	0.02	1.26	0.03	0.61
BH-WH-6	5.56-5.9	28	80	90	0.03	1.30	0.04	0.88
BH-WH-6	9.25-9.53	24	81	80	0.03	1.24	0.04	0.79

Note:

$$D_e = 4A / \pi$$

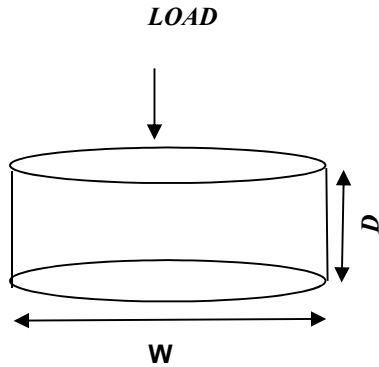
$$A = WD$$

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

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

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

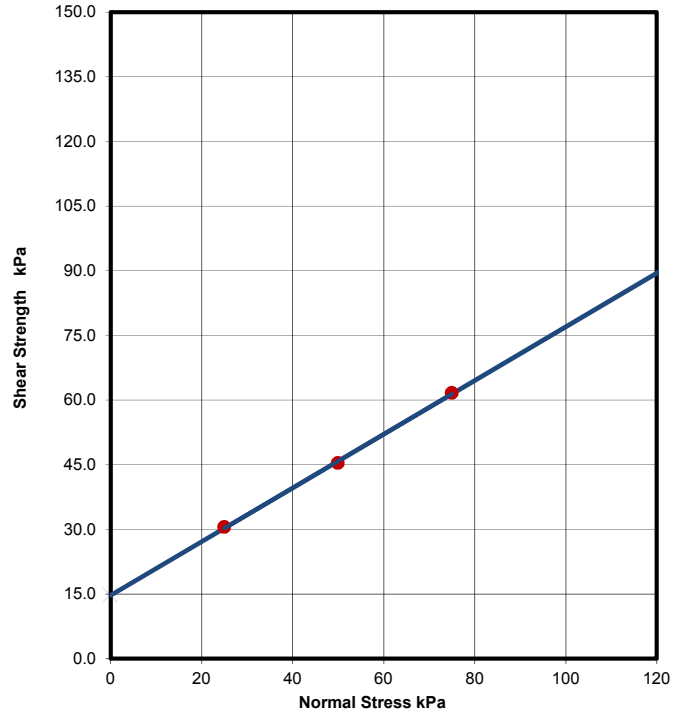
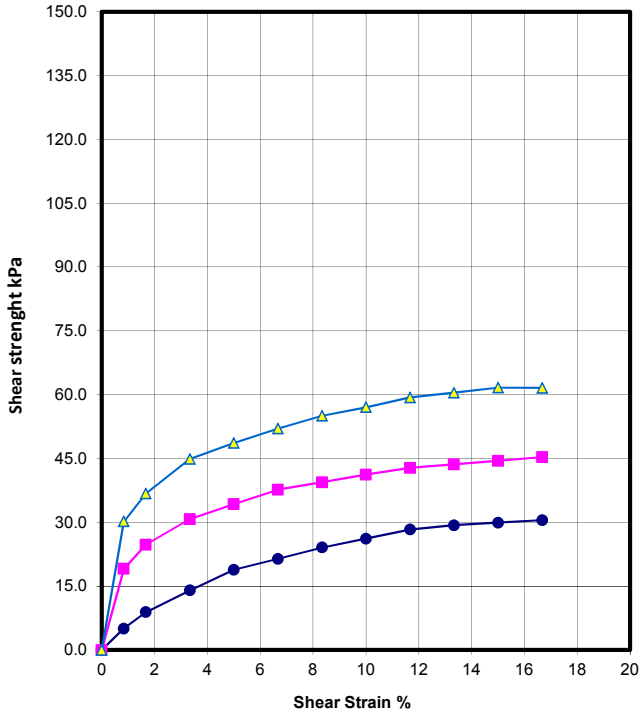
$$UCT \approx I_{50} * 22$$



پیوست ۴-۶

آزمایش برش مستقیم

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



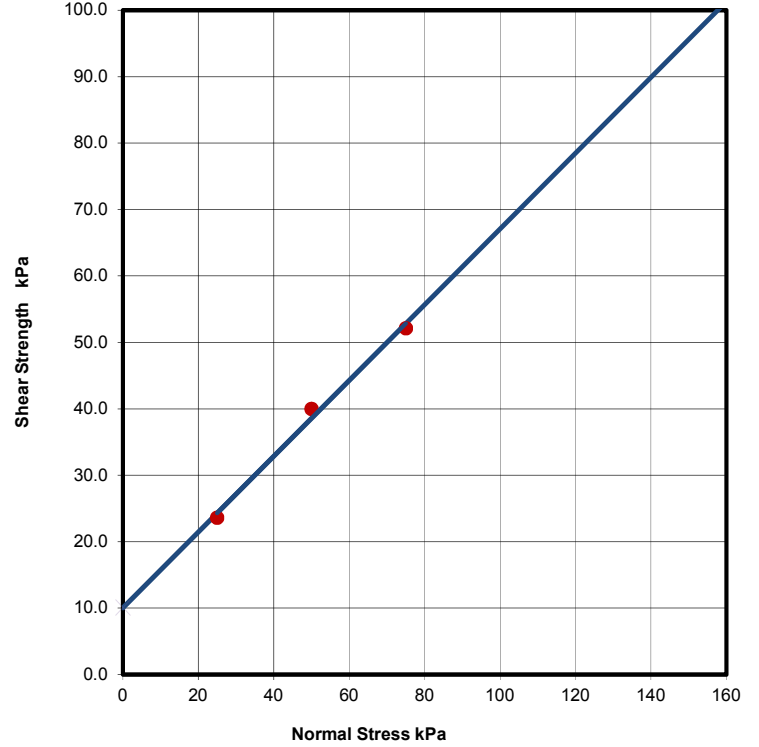
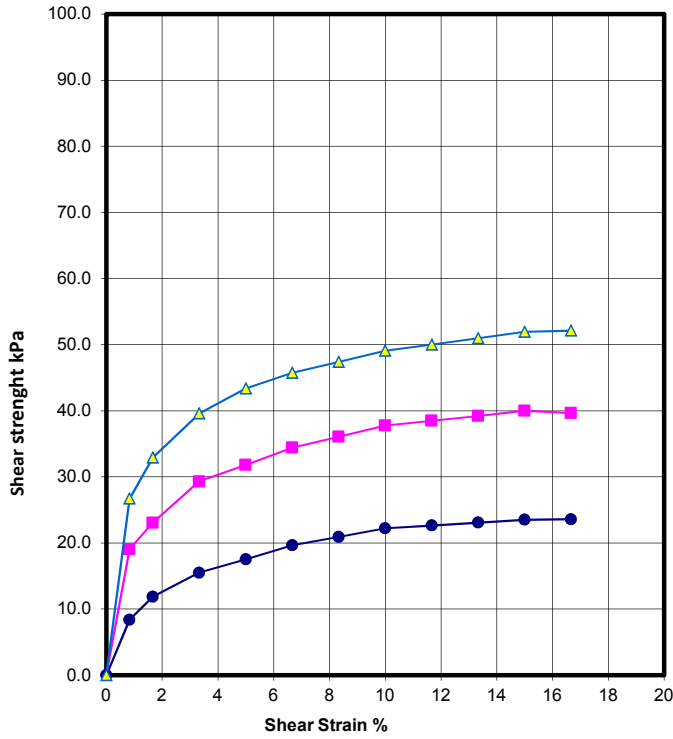
Borehole ID:	FL-08	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	0.5-1	Test Type:	Slow

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 (%):	19.5	19.5	19.5
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	58.12	60.64	58.15	Saturation (%):	94.22	97.61	92.70
γ_d (kN/m ³):	16.91	17.12	16.79	Void Ratio:	0.54	0.52	0.54	Void Ratio:	0.54	0.52	0.55

Test Results	
C (kPa):	14.68
ϕ (Degree):	31.9

CLIENT _____ PROJECT NAME مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION بوشهر



Borehole ID:	BH-FL-09	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 (%):	7.1	7.0	7.0	Moisture (%):	17.1	16.1	16.2
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	39.44	41.32	38.89	Saturation (%):	98.73	98.87	97.55
γ_d (kN/m ³):	17.68	18.06	17.93	Void Ratio:	0.47	0.44	0.47	Void Ratio:	0.45	0.42	0.43

Test Results	
C (kPa):	10.06
ϕ (Degree):	30

پیوست ۷-۴

آزمایش تحکیم



Oedometer Test

CLIENT _____

PROJECT NAME _____

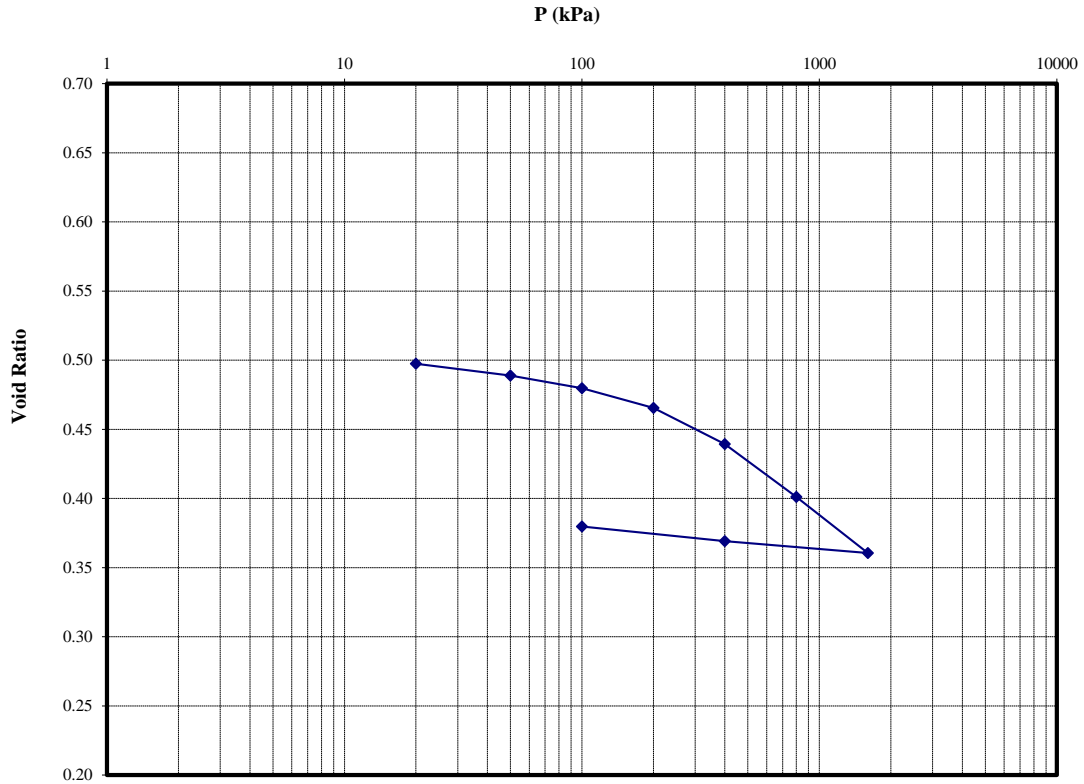
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER _____

589

PROJECT LOCATION _____

بوشهر



Borehole ID: BH-FL-10

Sample Depth (m): 0.6-1.0

Sample Condition Before Test		Sample Condition After Test	
Saturation (%):	62.0	Saturation (%):	100%
Dry Density (kN/m ³):	17.65	Dry Density (kN/m ³):	18.12
Void Ratio:	0.42	Void Ratio:	0.38
Gs:	2.50	Gs:	2.50
Height (cm):	2.00	Height (cm):	1.95
Moisture Content (%):	10.3	Moisture Content (%):	10.0

Test Results

Cc: 0.135

Cs: 0.014

پیوست ۴-۸
آزمایش شیمیایی



Chemical Test- W028 Soil

BH No:	Depth (m)	SO ₄ ⁻² (in Water) (BS1377)	SO ₄ ⁻² (Total) (BS1377)	CL ⁻ (BS1377)	pH (ASTM4972)
		(%)	(%)	(%)	at 25° c
BH-FL-10	1.6	0.41	0.57	0.028	8.2
BH-WH-06	0.5	0.31	0.44	0.019	8.0
BH-WH-06	3.0	0.29	0.47	0.023	8.1

پیوست ۴-۹

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

زون یک:

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون یک

Layer type according to Unified method	CL	Marl (CL)	Marl (CL)	Unit
***Depth	0.5-2.0	2.0-7.5	7.5-15.0	m
Soil internal friction angle long term (ϕ_d)	-	-	-	Degree
Soil cohesion (C_u)	0.5-1.5	2.0-3.0	3.0-4.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.85-1.95	1.90-2.00	1.95-2.05	g/cm ³
Soil module of elasticity (E_s)*	150-250	400-600	600-800	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)**	0.35-0.40	0.30-0.35	0.30-0.35	-

زون دو:

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون دو

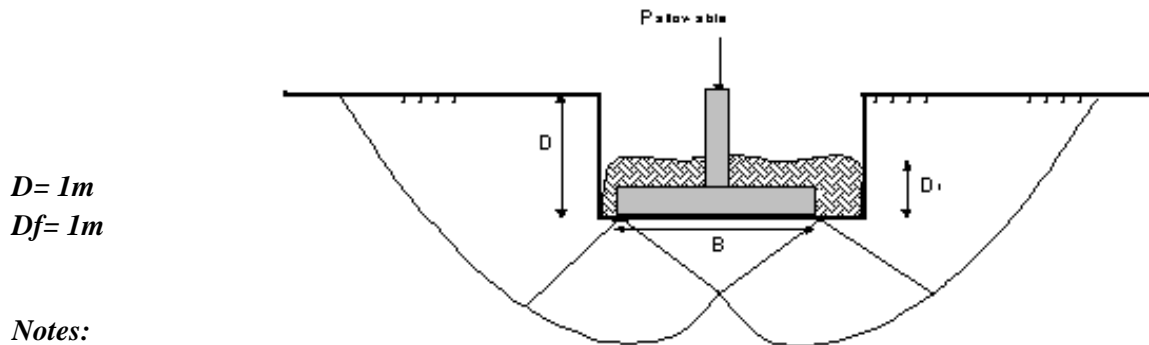
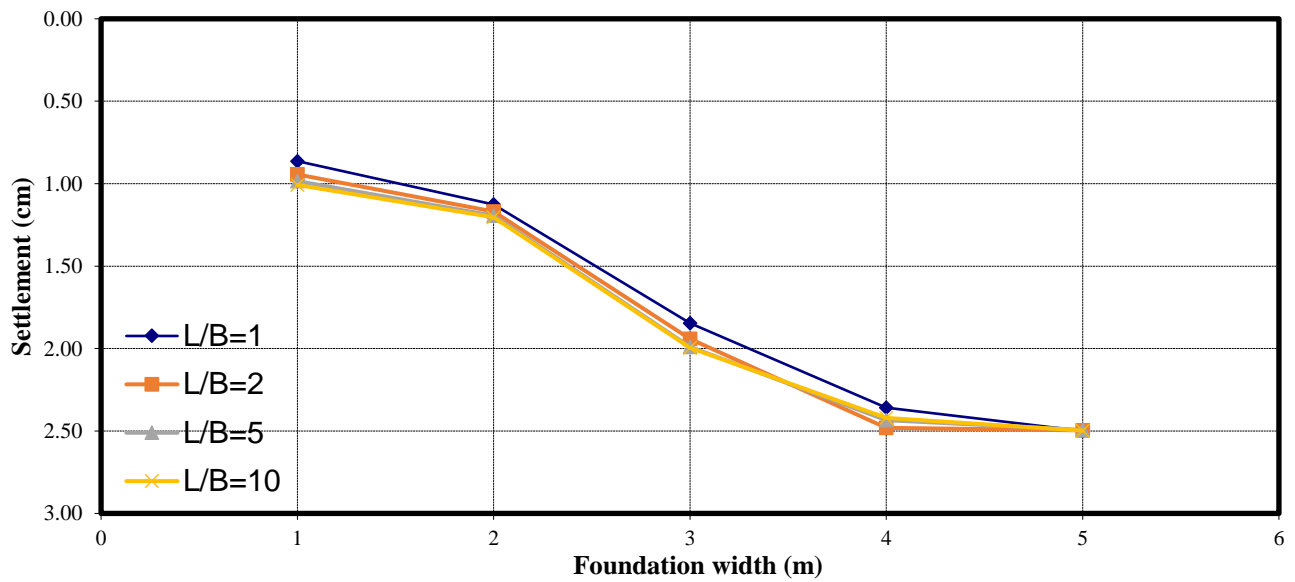
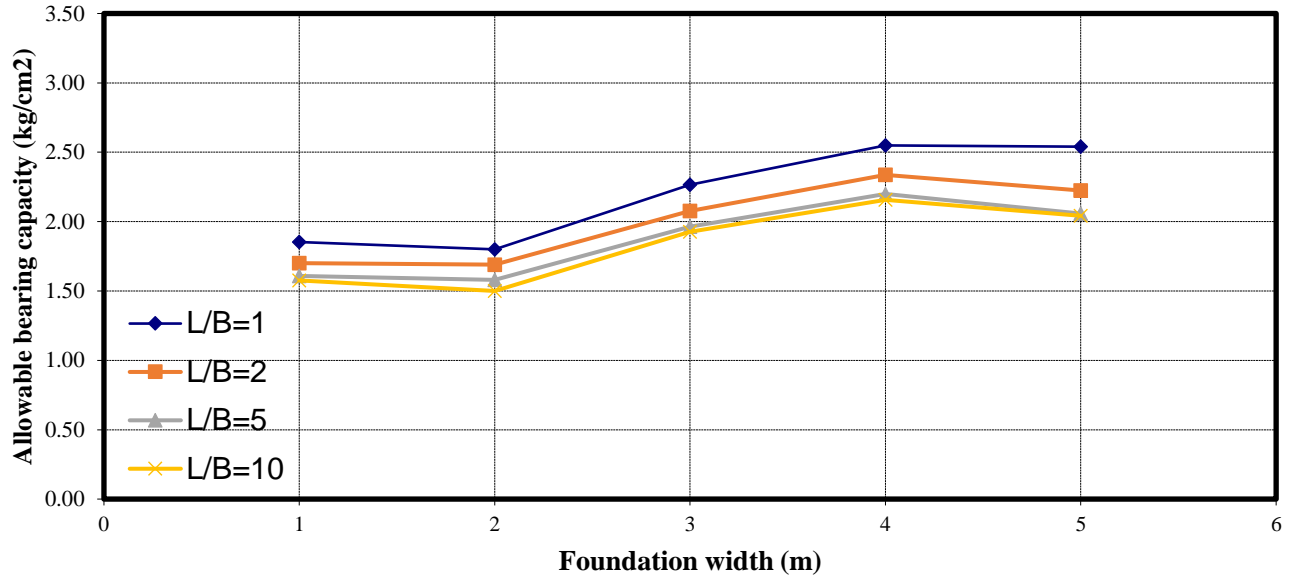
Layer type according to Unified method	CL-ML-MH	Marl (CL)	Unit
***Depth	0.2-1	1-3	m
Soil internal friction angle long term (ϕ_d)	-	-	Degree
Soil cohesion (C_u)	0.5-1.5	2.0-3.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.85-1.95	1.90-2.00	g/cm ³
Soil module of elasticity (E_s)*	100-200	200-600	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)**	0.35-0.40	0.30-0.35	-

پیوست ۵

ظرفیت باربری پی های سطحی، مدول عکس العمل بستر و

ضرایب فشار جانبی برای لایه های خاک طبیعی

Shallow Foundation (Zone I)- W028



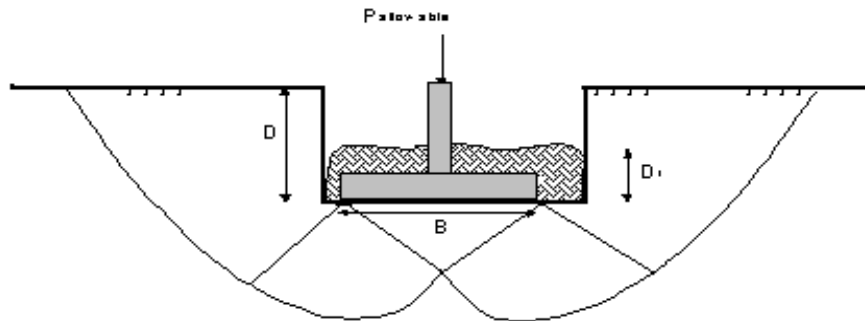
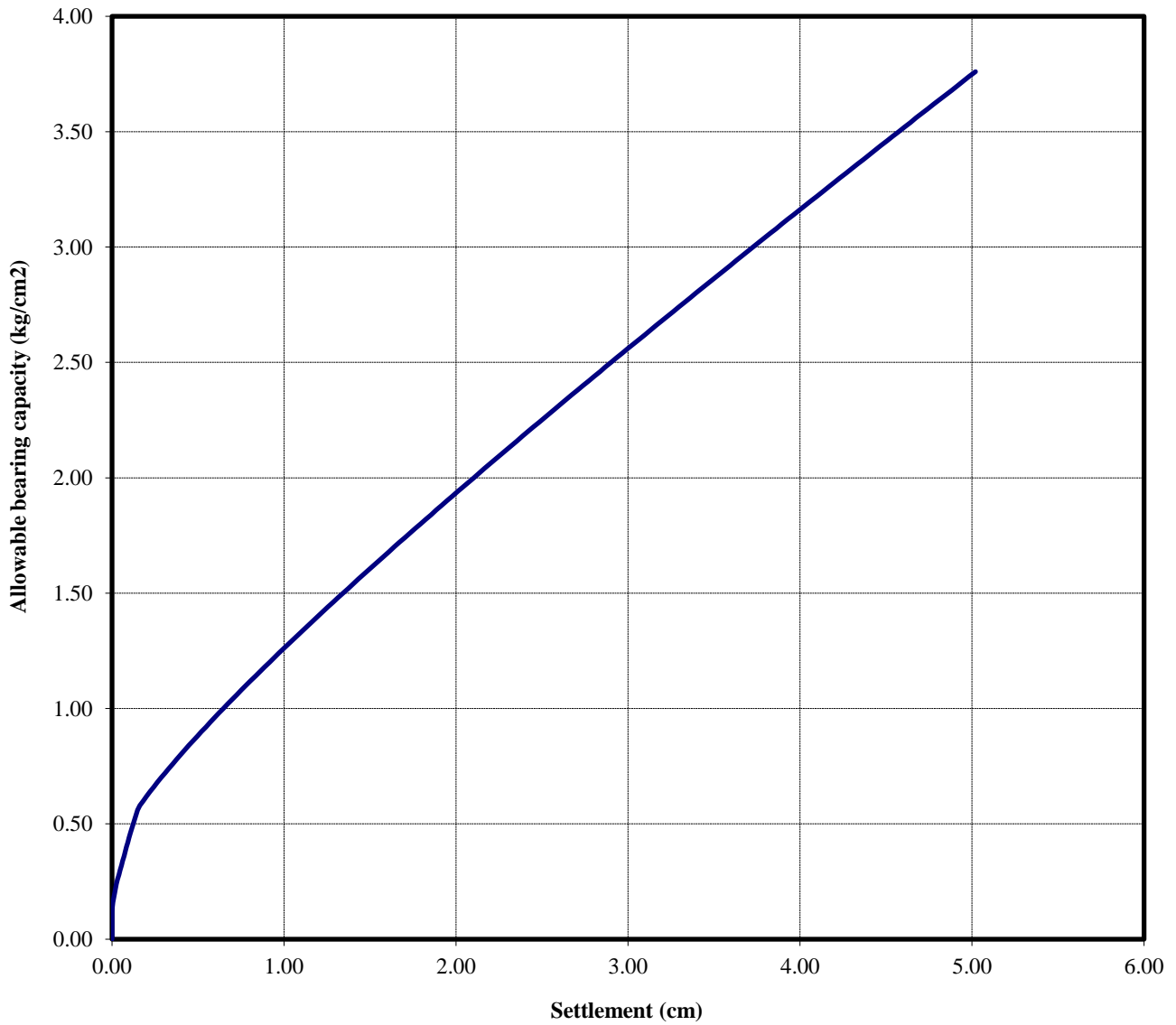
$D = 1m$
 $D_f = 1m$

Notes:

D : Depth of footing with respect to ground surface

D_f : Depth of footing embedment

Mat Foundation-12m*20m
W-028 (BH-WH-6) -(Zone I)



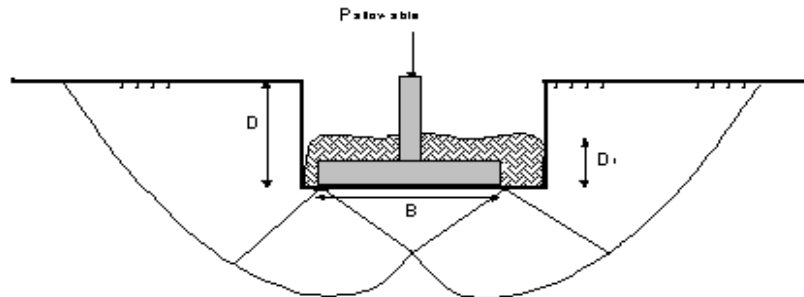
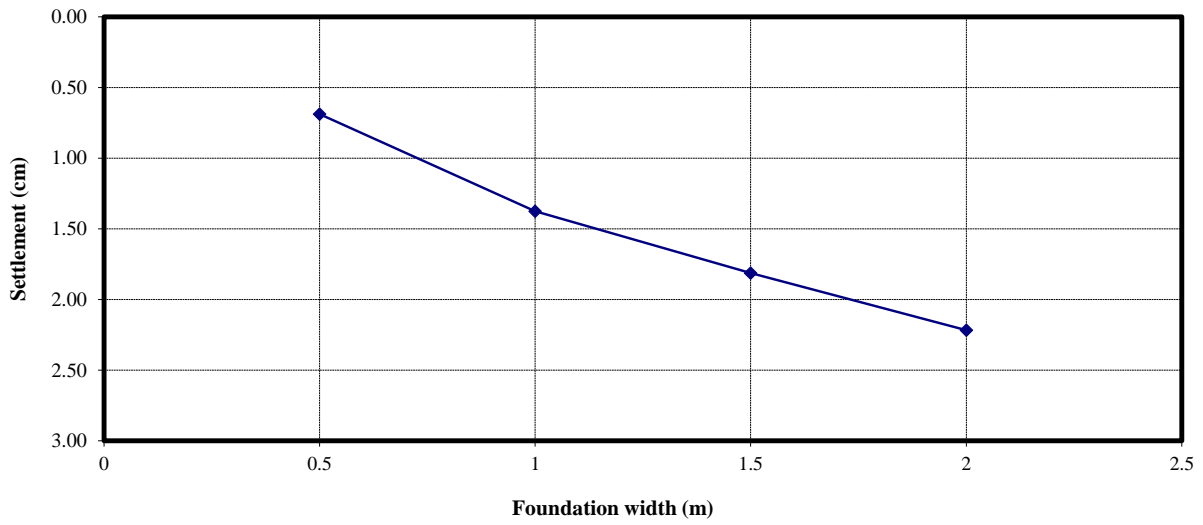
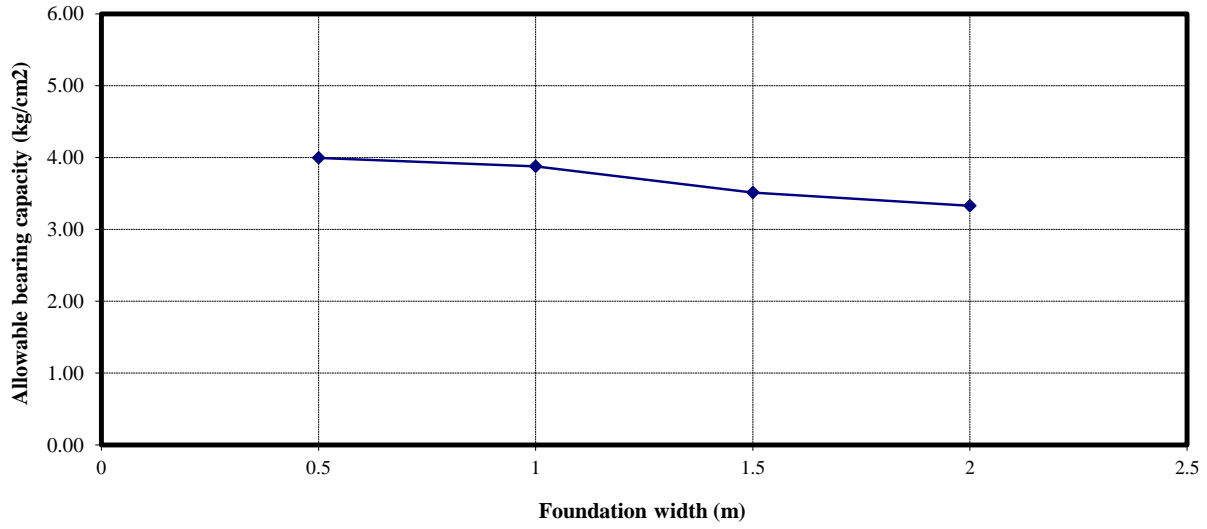
$D = 3m$
 $D_f = 1m$

Notes:

D : Depth of footing with respect to ground surface

D_f : Depth of footing embedment

Strip Foundation (Zone II)-W028



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

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

مدول عكس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر در گمانه ماشینی BH-WH-6 - زون یک

$B(m)$	مدول عكس العمل بستر (kg/cm^3) $D=1(m), Zone I$			
	$L/B=1$	$L/B=2$	$L/B=5$	$L/B=10$
1.0	2.15	1.80	1.63	1.57
2.0	1.45	1.28	1.19	1.16
3.0	1.23	1.07	0.99	0.97
4.0	1.08	0.94	0.90	0.89
5.0	1.02	0.89	0.83	0.82

مدول عكس العمل بستر پی گسترده برای عمق ۳ متر در گمانه ماشینی BH-WH-6 - زون یک

$B \times L (m)$	$S (cm)$	مدول عكس العمل بستر پی گسترده (kg/cm^3) $D=3(m), Zone I$		
		گوشه پی	لبه پی	وسط پی
12×20	5	3.00	1.50	0.75

مدول عكس العمل بستر پی نواری برای عمق یک متر در گمانه‌های ماشینی BH-FL-8 الی BH-FL-11 - زون ۲

$B(m)$	مدول عكس العمل بستر (kg/cm^3) $D=1(m), Zone II$
	$L/B=10$
0.5	6.07
1.0	2.96
1.5	2.04
2.0	1.58

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 طبیعی خاک 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

۱- مقدمه

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 در جای نفت خام این میدان در حدود ۲ میلیارد و ۸۹۰ میلیون بشکه برآورد می‌شود.

حجم نفت در جای 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 جهرم 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 جهرم این میدان به دلیل ارتباط فشاری مناسب، به عنوان یک مخزن واحد محسوب می‌شوند.

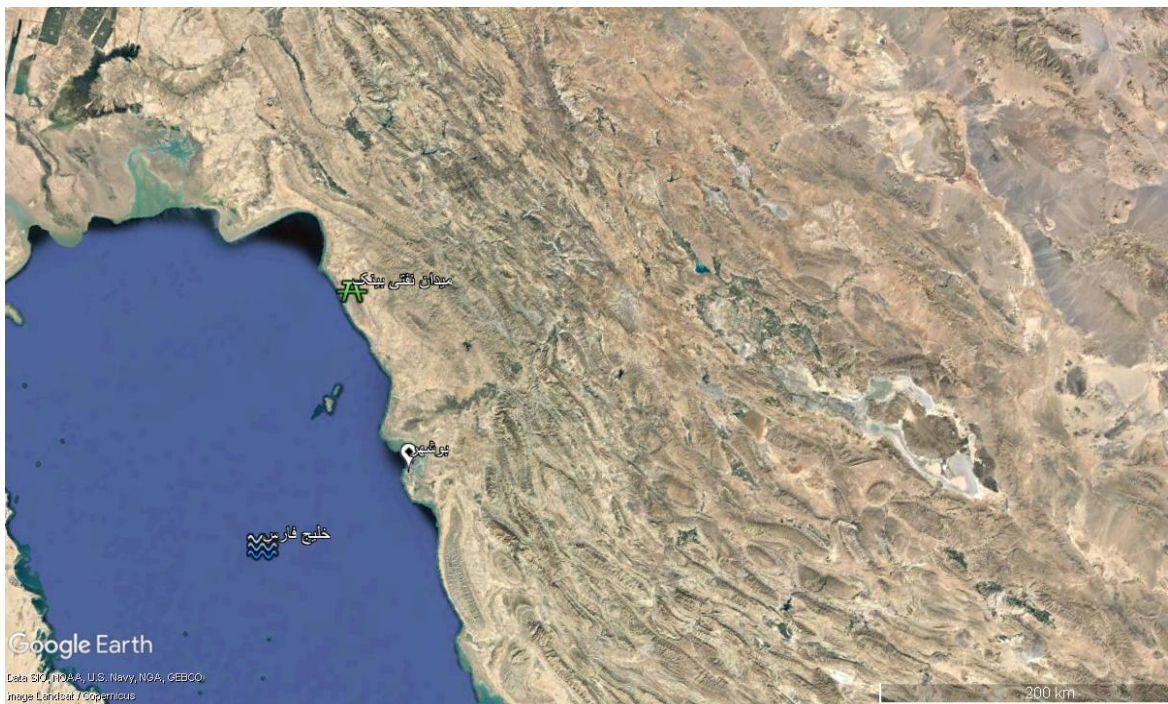
شرح کار پروژه:

• 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

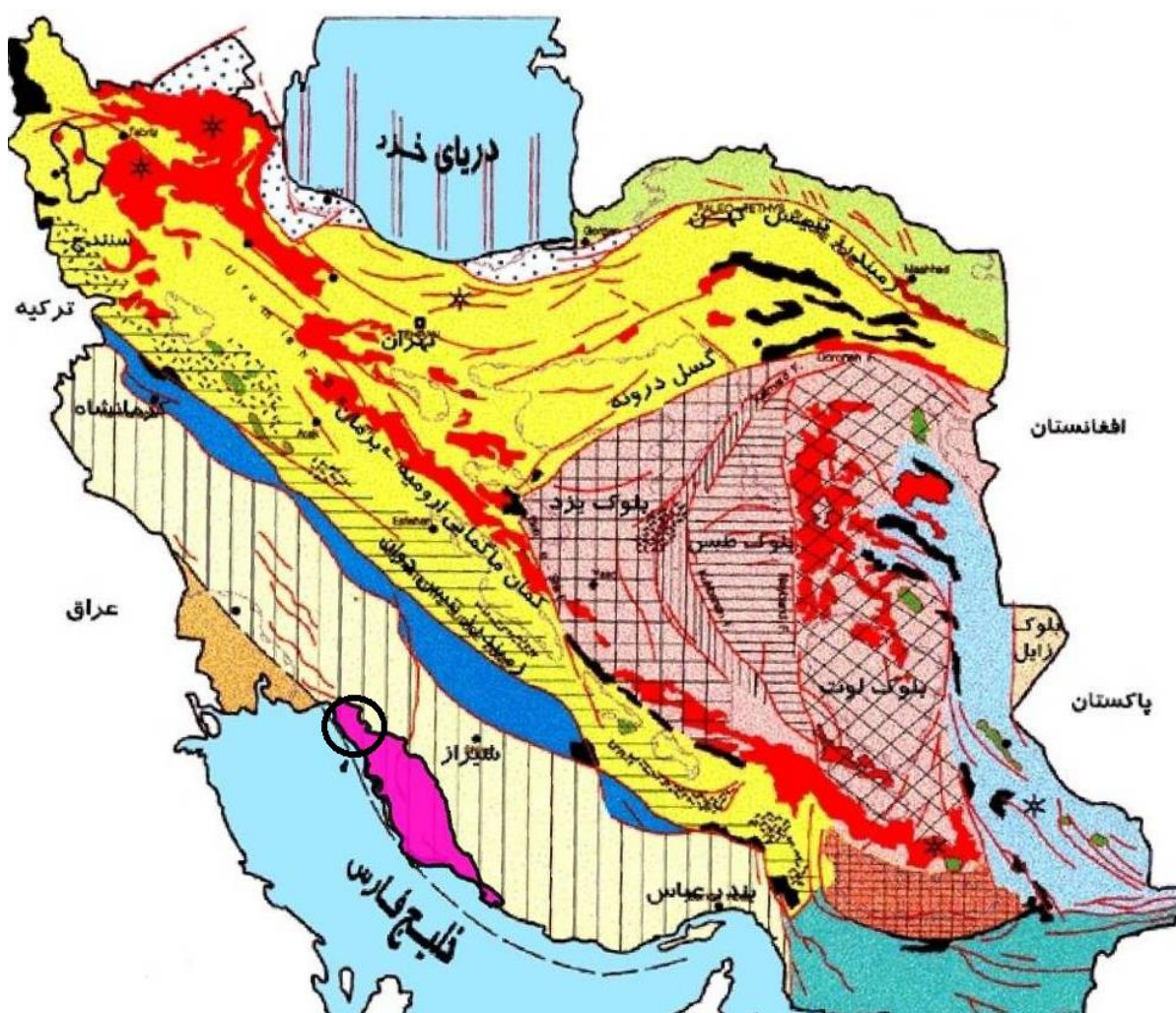
۳- هدف مطالعات

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 اینفرآ کامبرین تا تریاس رسوبات دیده شده در این ناحیه مشابه ایران مرکزی و البرز می‌باشد. در اوایل پرمین بوسیله رسوبات تبخیری قاره ای زاگرس پوشیده شده که بعداً رسوبات آهکی مربوط به دریای کم عمق همراه با شیل و رخساره های 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 (آقناباتی، ۱۳۷۹)

۵- سازند آجاجاری

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

محدوده استان فارس بطور غالب از جنس ماسه سنگ آهک دار قهوه ای مایل به خاکستری و کمی هوازده، ژئوپس 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 زمین‌شناسی (GSI) در سال ۱۹۹۲ توسط هوک و همکاران معرفی شد. سپس این شاخص برای توده سنگ‌های ضعیف نیز توسط هوک و همکاران، ۱۹۹۴ و هوک و مارینوس، ۲۰۰۰، توسعه داده شد. مارینوس و هوک، ۲۰۰۱ نموداری برای تعیین شاخص مقاومت زمین‌شناسی توده سنگ‌های ناهمگن مانند فلیش که شامل ترکیبی از تناوب سنگ‌های ضعیف و قوی بهم‌ریخته (تناوب ماسه‌سنگ و سیلتستون) است پیشنهاد نمودند. این نمودار در سال ۲۰۰۷ توسط مارینوس و همکاران تدقیق شد.

شاخص مقاومت زمین‌شناسی ویژگی‌های سنگ بکر را به توده سنگ مرتبط می‌کند. این ارتباط بر اساس ارزیابی جنس زمین‌شناختی (لیتولوژی)، ساختار زمین‌ساختی و شرایط سطح ناپیوستگی‌های توده سنگ است که بر پایه برداشت صحرایی توده سنگ‌های قابل مشاهده در رخنمون‌ها، حفاری‌های سطحی مانند ترانشه‌های راه، جبهه‌های کاری و سطوح اطراف تونل و مغزه‌های گمانه انجام می‌گیرد. این روش دو پارامتر اساسی فرآیند زمین‌شناختی (بلوکی شدن توده سنگ و شرایط ناپیوستگی‌ها) را مورد استفاده قرار می‌دهد. بنابراین محدودیت‌های اصلی زمین‌شناختی حاکم بر سازندها را در نظر می‌گیرد. این شاخص روشی آسان برای ارزیابی توده سنگ در صحرا می‌باشد.

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 زمین‌شناسی وابسته به مقیاس نیست، با این وجود هر نوع سنگی یک ارتباط گسترده‌ای با اندازه بلوک دارد مثلاً توده سنگ بلوکی، دارای بلوک‌های 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 ویژه‌ای نیست مثلاً توده سنگ شیستی برشی که فاصله‌داری 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 زبر 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 زمین شناسی 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 زمین شناسی 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 (Distubing) 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 $Spacing > 100\text{cm}$

۲- بلوکی (Blocky):

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

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 $Spacing: 10-30\text{cm}$

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 $Spacing: 3-10\text{cm}$ 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 $Spacing < 3\text{cm}$

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

توده‌سنگ فاقد بلوک بعلت فاصله‌داری نزدیک $Spacing < 1\text{cm}$ 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

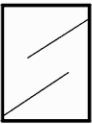
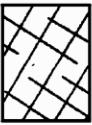




۲- خوب (Good): زبر، کمی هوازده، زنگزدگی با آهن

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.

<p>GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)</p> <p>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.</p>		SURFACE CONDITIONS										
STRUCTURE		VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR						
		Very rough, fresh unweathered surfaces	Rough, slightly weathered, iron stained surfaces	Smooth, moderately weathered and altered surfaces	Slickensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments	Slickensided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings						
		DECREASING SURFACE QUALITY →										
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES</p>	 <p>INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities</p>	90	80	70	60	50	40	30	20	10	N/A	N/A
	 <p>BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets</p>											
	 <p>VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets</p>											
	 <p>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity</p>											
	 <p>DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces</p>											
	 <p>LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes</p>	N/A	N/A									

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 هوازدگی

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 ...

γ1, γ2, γ3: 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:

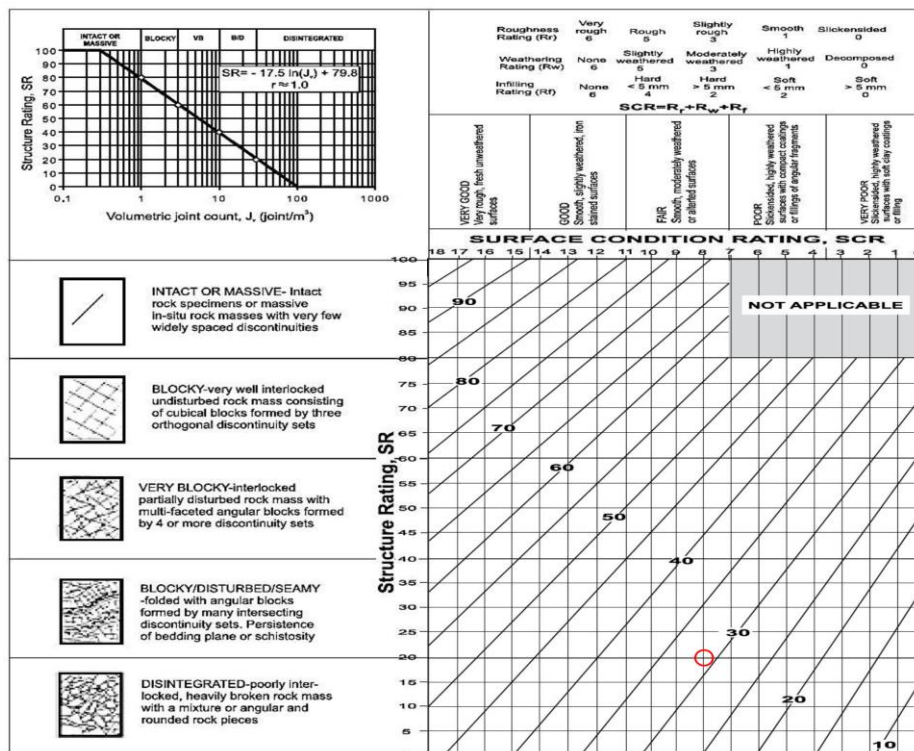
$$1.5 J_{cond}^{89}$$

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

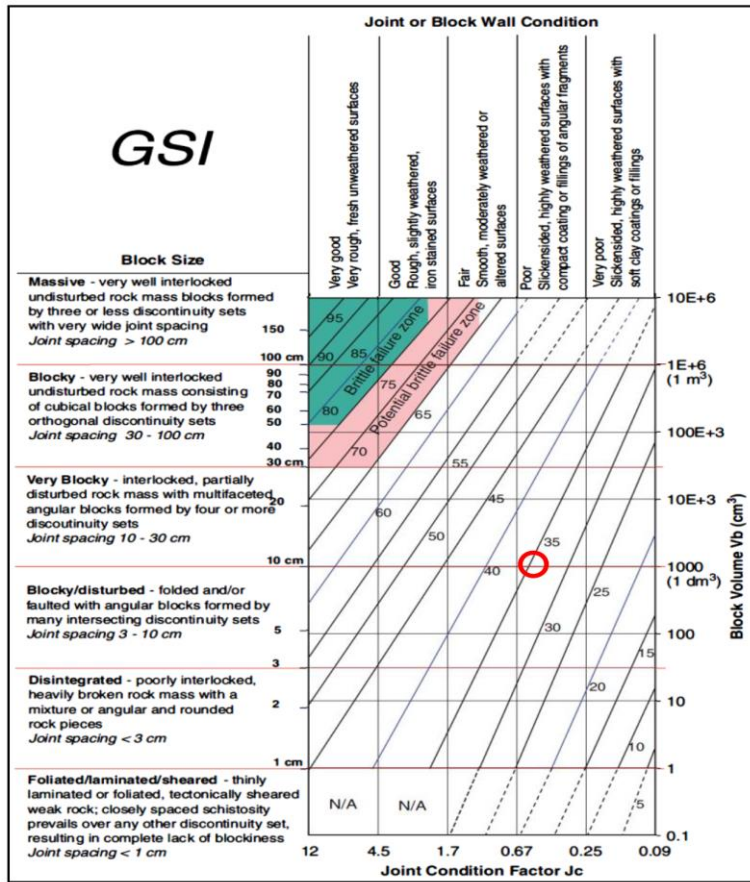
Jcond⁸⁹: امتیاز شرایط سطح ناپیوستگی بر اساس RMR⁸⁹

Jcond⁷⁶: امتیاز شرایط سطح ناپیوستگی بر اساس RMR⁷⁶

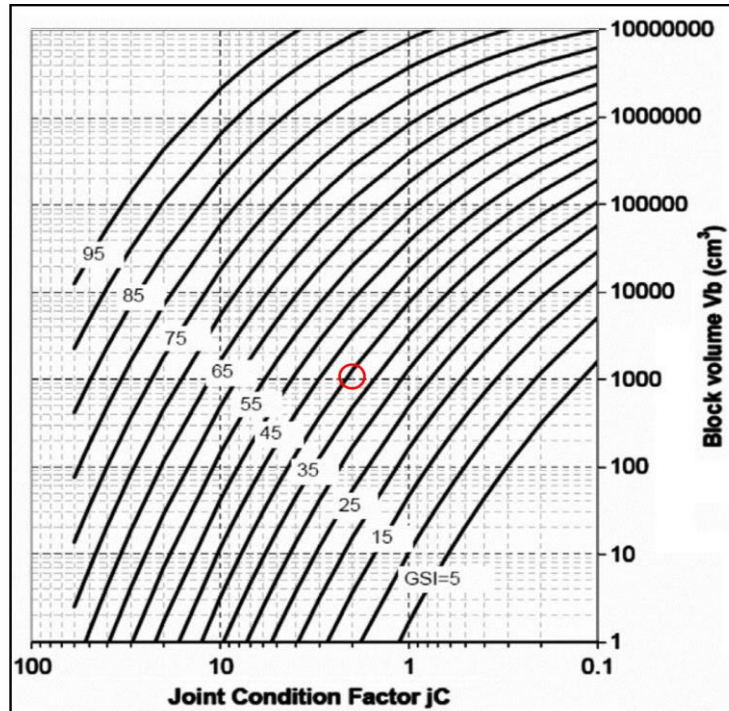
در تصویر ۱۰ چارت تخمین و ارزیابی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش Hoek et al, 2013 ارائه شده است.



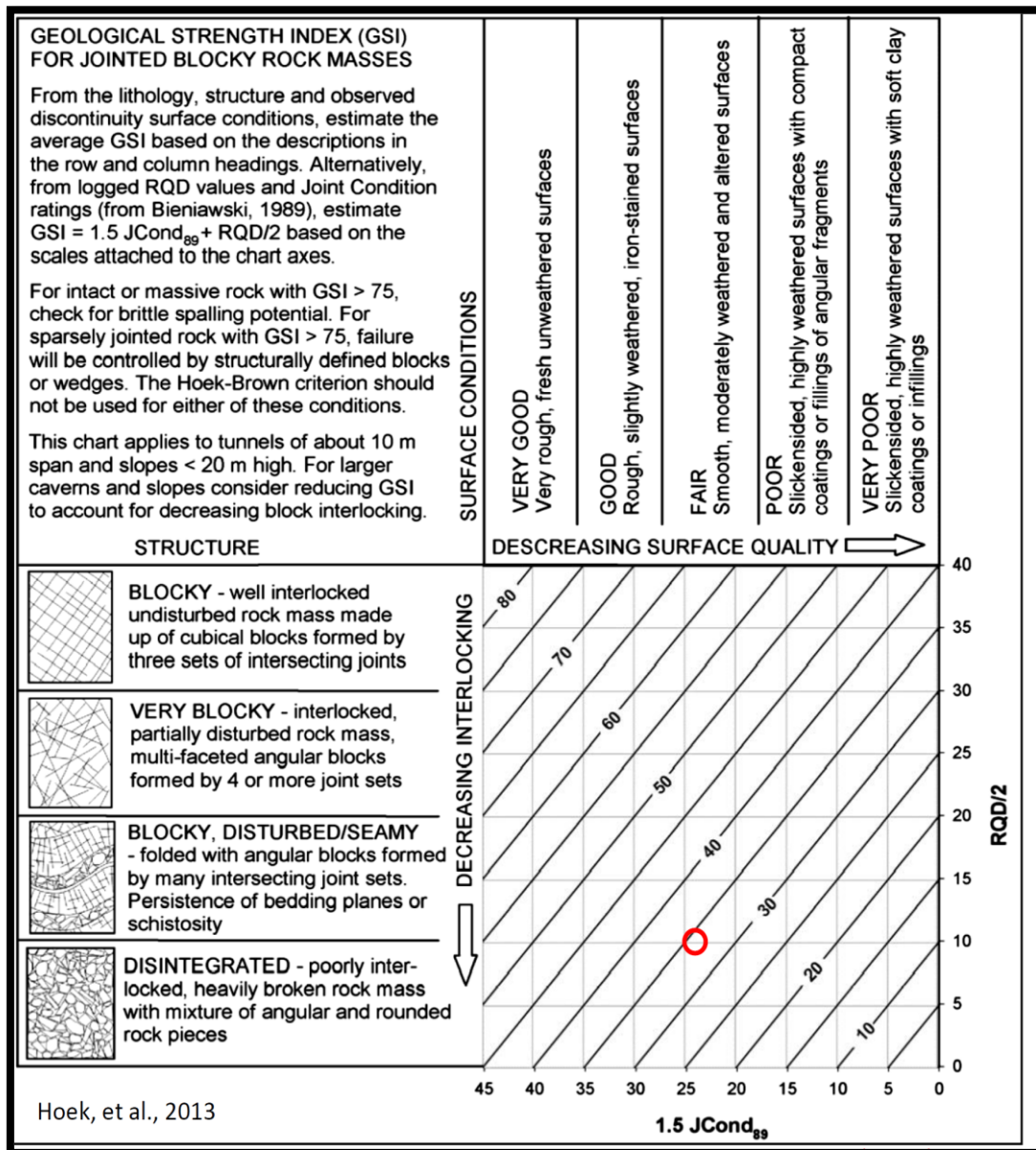
تصویر ۷: برآورد کمی GSI به روش Sonmez & Ulusay, 2002



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

۸-۸-چاه نفتی W-28

چاه نفتی W-28 بر روی سازند آغاچاری با لیتولوژی غالب مارن با لایه های ماسه سنگ تشکیل شده است. (تصویر ۸۸)

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-28 محاسبه و ارائه شده است.









تصویر ۸۸: نمایی از لیتولوژی محدوده چاه نفتی W-28

۸-۸-۱- 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-28، تخمین زده شده است (تصویر ۸۹).

	SURFACE CONDITIONS				
	VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
	DECREASING SURFACE QUALITY →				
 INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90	80	70	N/A	N/A
 BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets					
 VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets					
 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
	← DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES				

تصویر ۸۹ : شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ مارنی چاه نفتی W-28

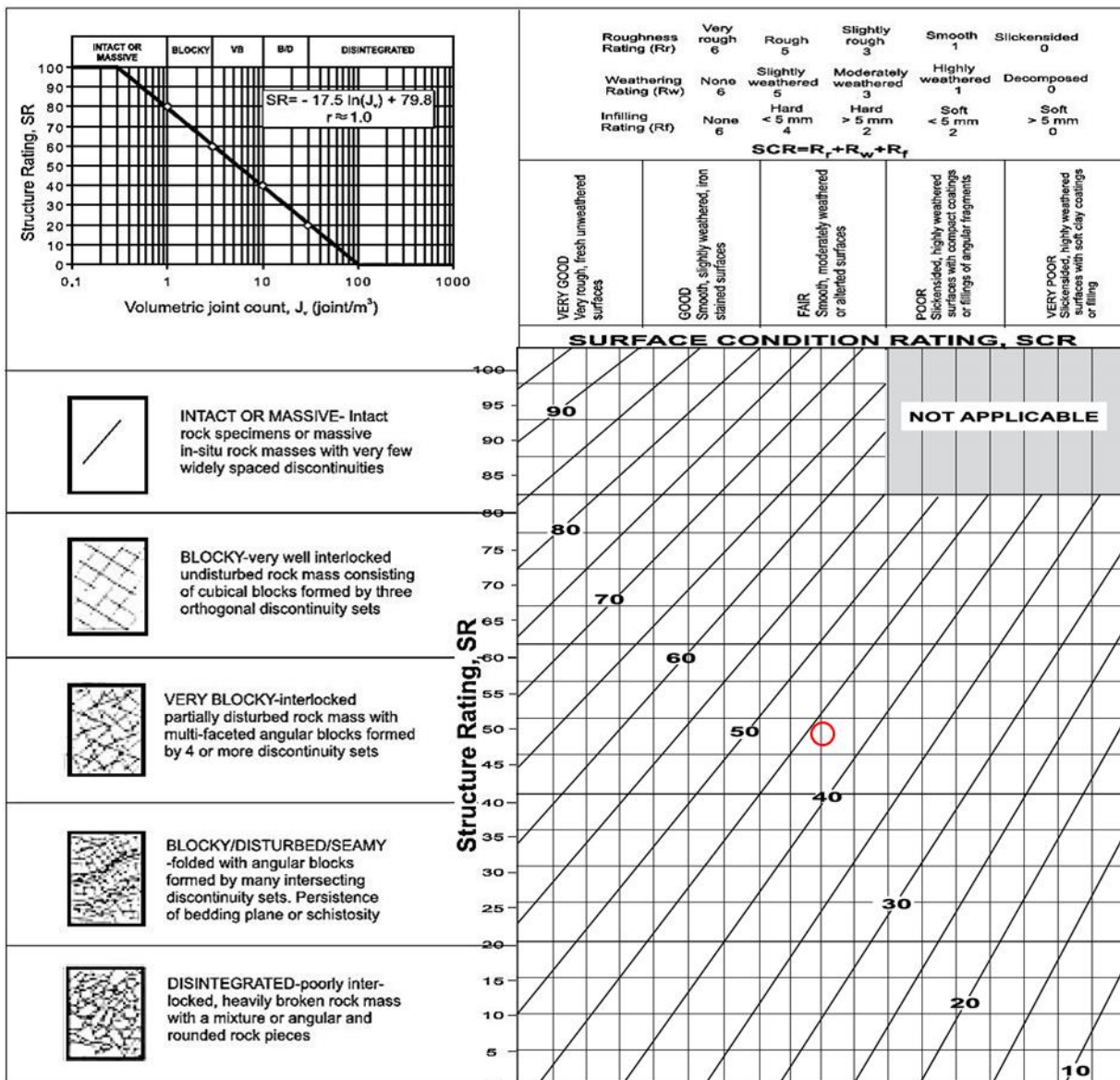
ب- محاسبه GSI به روش کمی

در ادامه برآورد کمی توده سنگ مارنی محل چاه نفتی W-28 بینک ارائه شده است:

ب-۱- محاسبه GSI بر اساس Sonmez & Ulusay, 2002

بر اساس روش Sonmez & Ulusay, 2002 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-28،

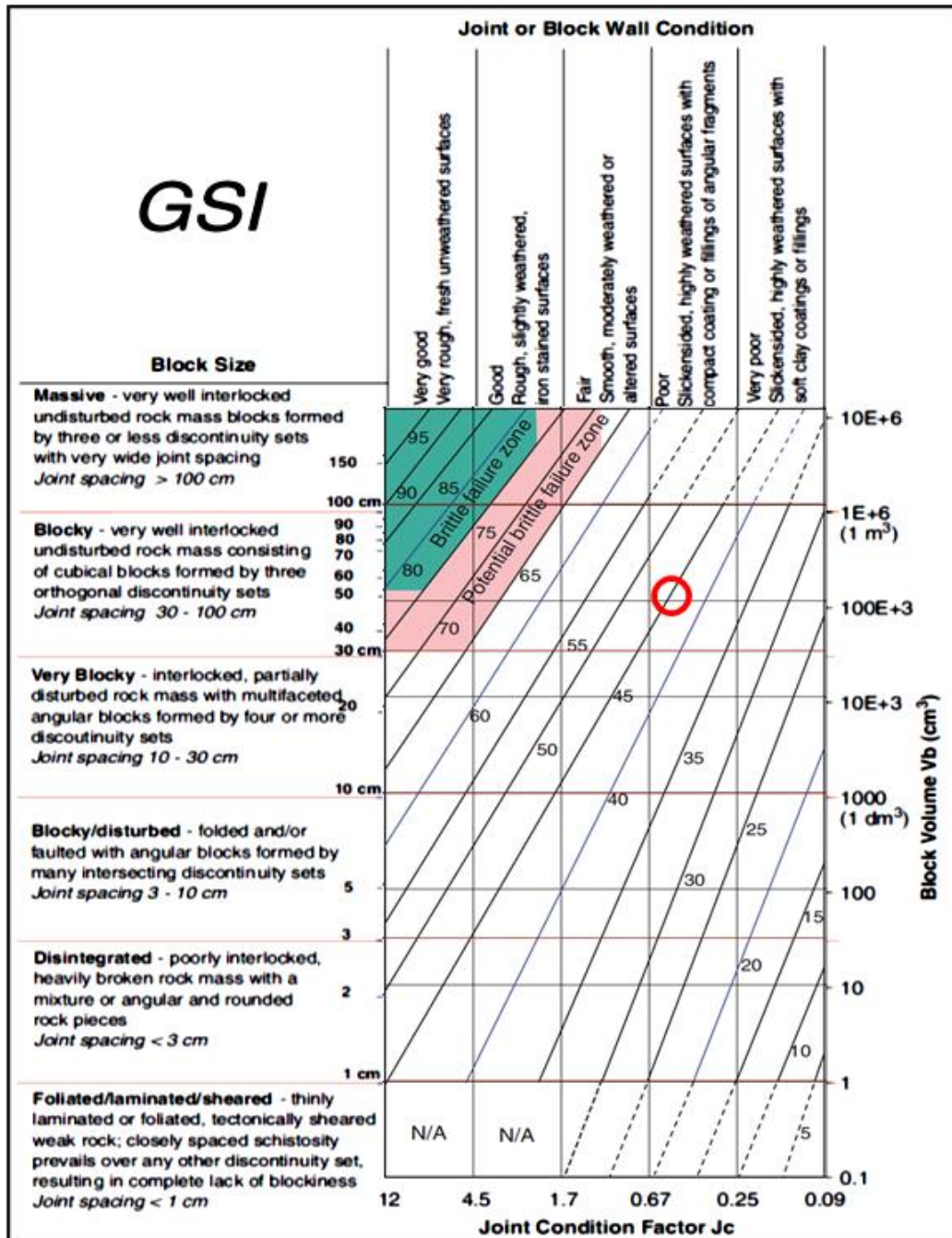
GSI=44 برآورد شده است که در تصویر ۹۰ ارائه شده است.



تصویر ۹۰: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-28 به روش Sonmez & Ulusay, 2002

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

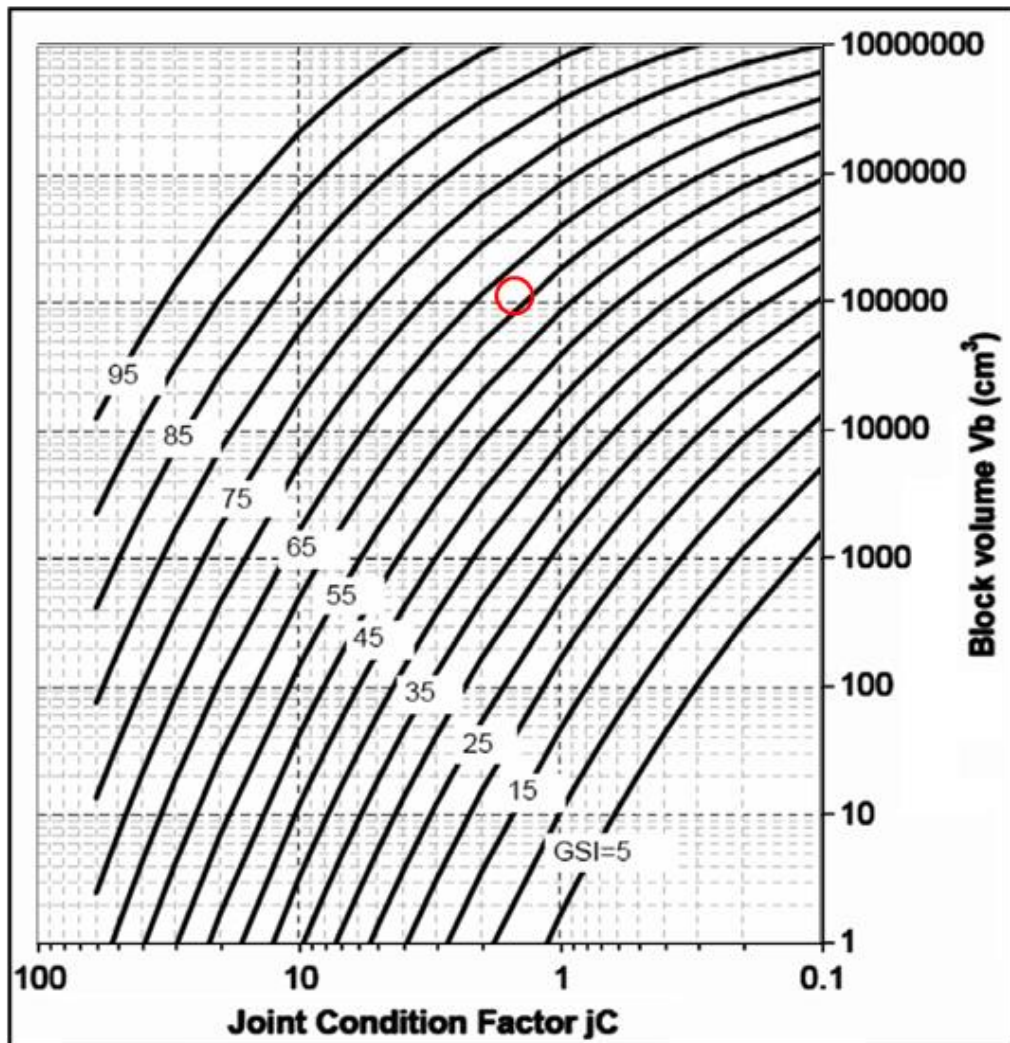
بر اساس روش Cai et al, 2004 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-28، $GSI=45$ برآورد شده است که در تصویر ۹۱ ارائه شده است.



تصویر ۹۱: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-28 به روش Cai et al, 2004

ب-۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009

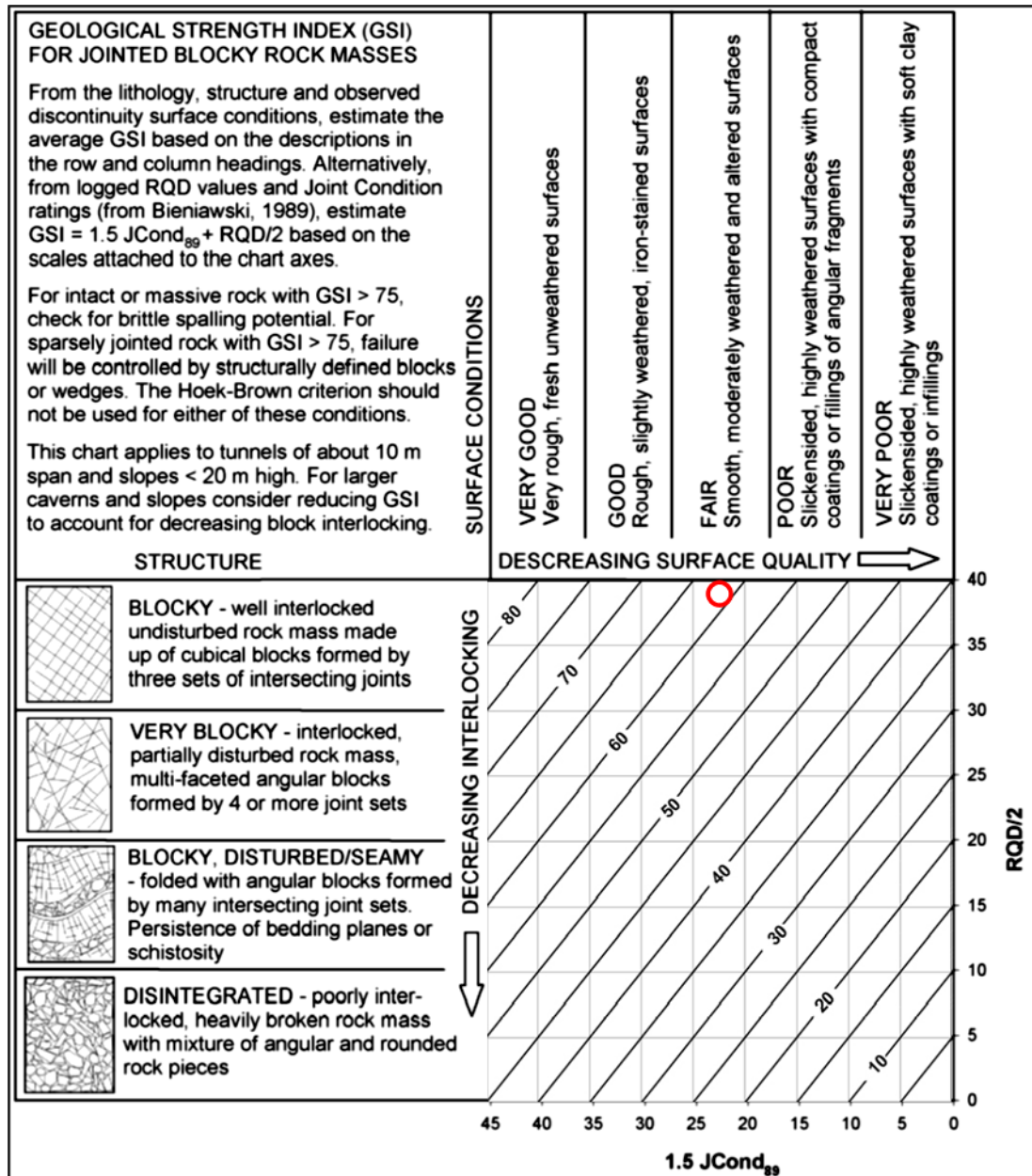
بر اساس روش Russo, 2009 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-28، $GSI=63$ برآورد شده است که در تصویر ۹۲ ارائه شده است.



تصویر ۹۲: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-28 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-28، $GSI=61$ برآورد شده است که در تصویر ۹۳ ارائه شده است.









تصویر ۹۳: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-28 به روش Hoek et al, 2013

۸-۸-۲- لایه های ماسه سنگ

الف- تعیین کیفی شاخص مقاومت زمین شناسی

بر اساس مشاهدات میدانی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش کیفی ماسه سنگ، $GSI=55-65$ تخمین زده شده است (تصویر ۹۴).

	SURFACE CONDITIONS				
	VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
	DECREASING SURFACE QUALITY →				
 INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90	80		N/A	N/A
 BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets		70			
 VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets			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

↓ DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES ↓

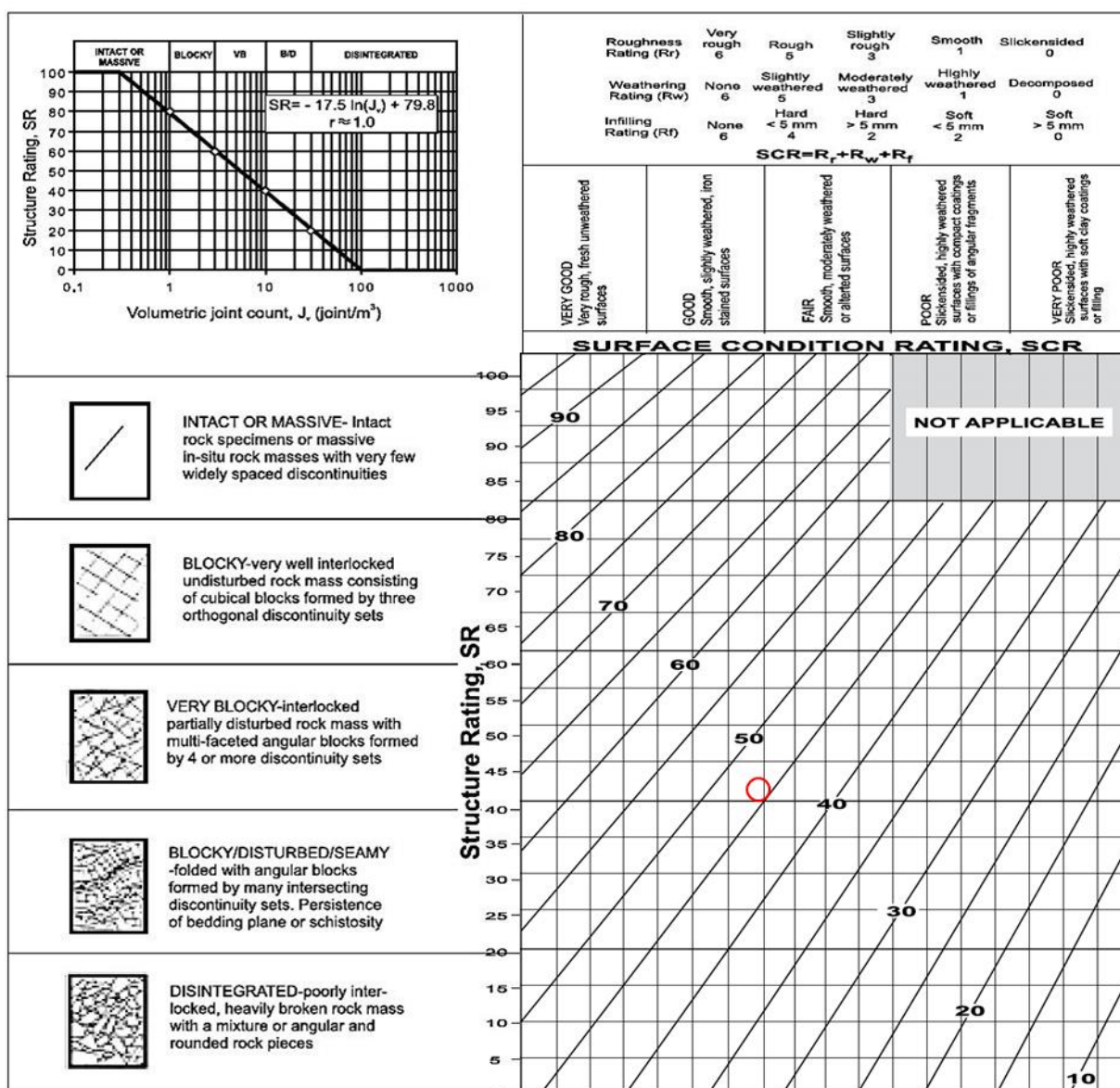
تصویر ۹۴: شاخص مقاومت زمین شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-28

ب- محاسبه GSI به روش کمی

در ادامه برآورد کمی لایه های ماسه سنگ محل چاه نفتی W-28 میدان نفتی بینک ارائه شده است:

ب-۱- محاسبه GSI بر اساس Sonmez & Ulusay, 2002

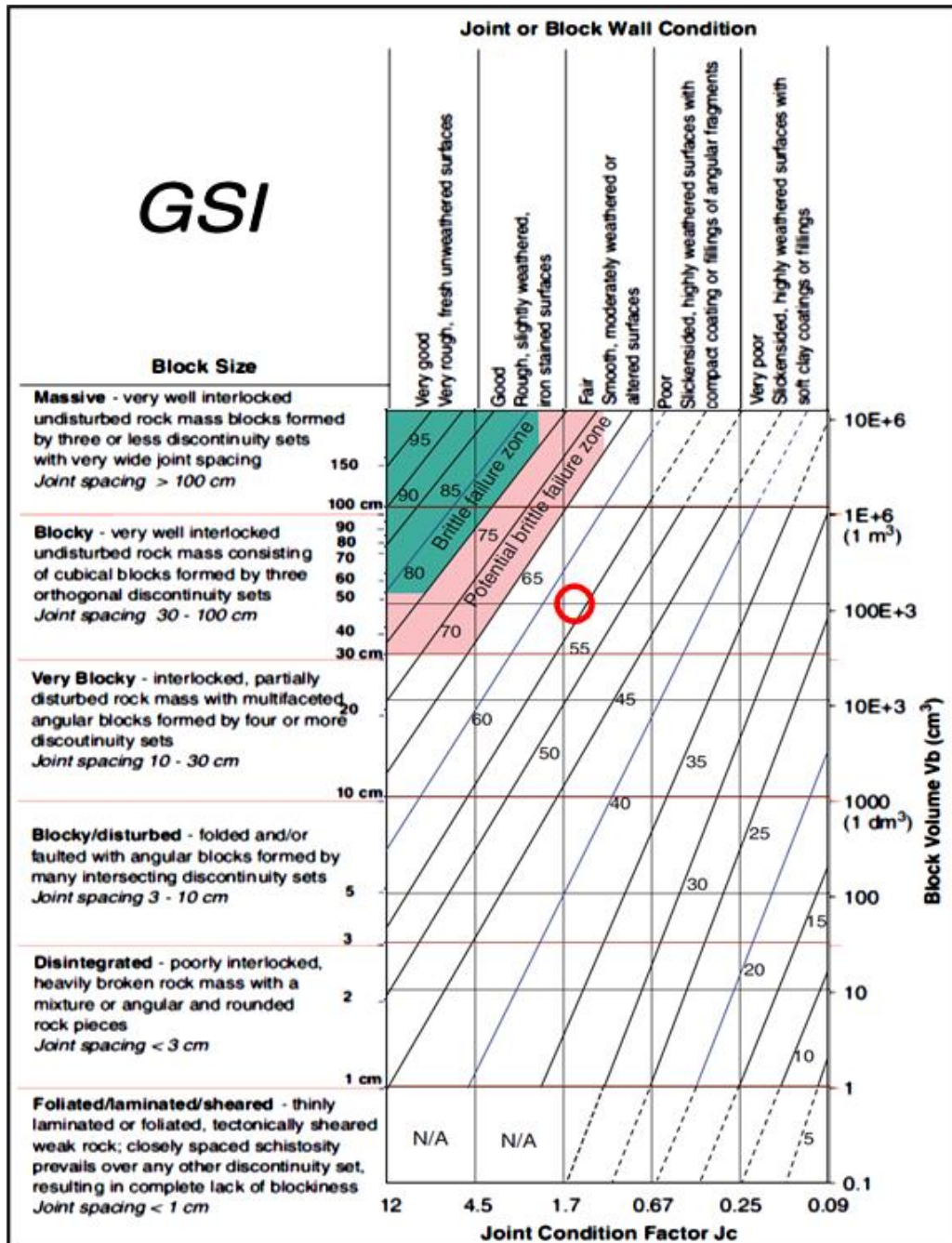
بر اساس روش Sonmez & Ulusay, 2002 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-28، $GSI=46$ برآورد شده است که در تصویر ۹۵ ارائه شده است.



تصویر ۹۵: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-28 به روش Sonmez & Ulusay, 2002

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

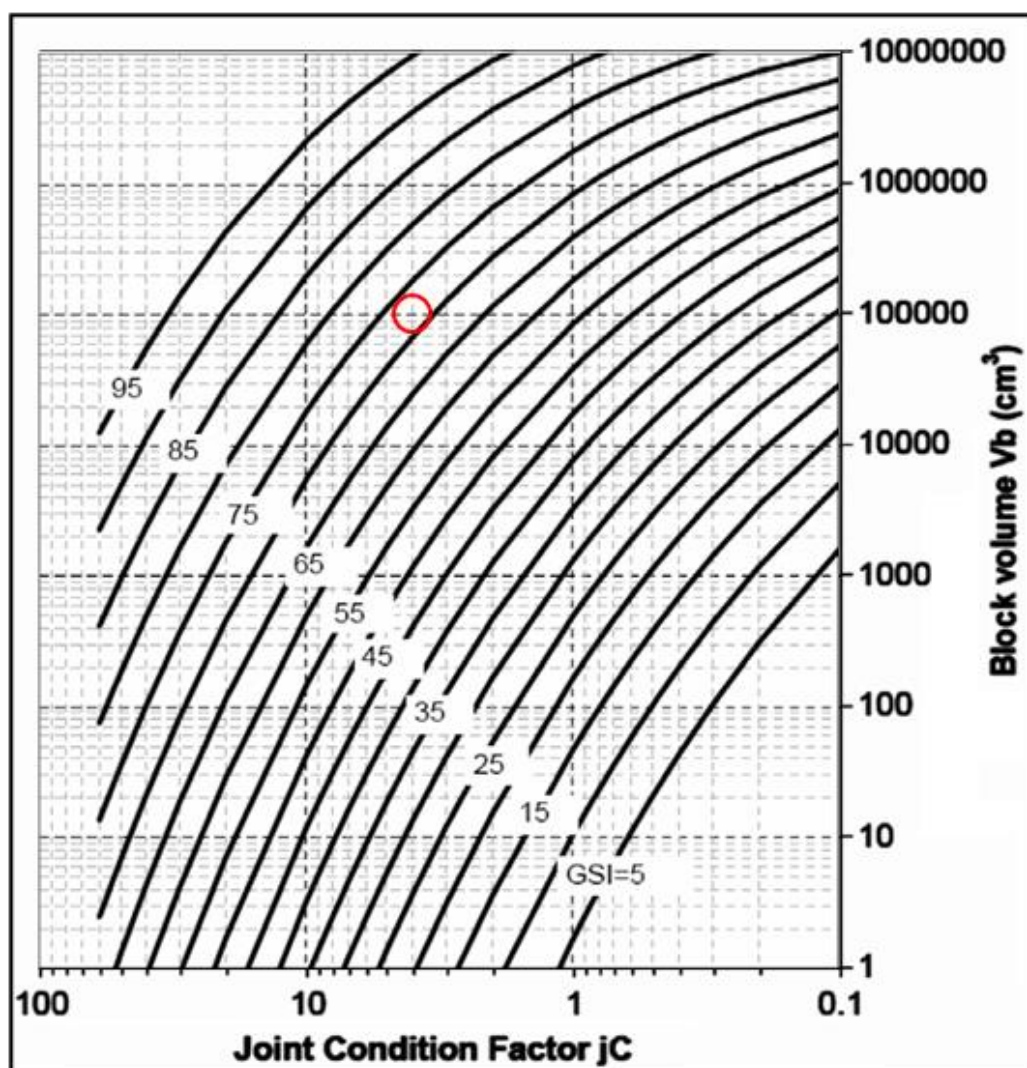
بر اساس روش Cai et al, 2004 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-28،
 GSI=56 برآورد شده است که در تصویر ۹۶ ارائه شده است.



تصویر ۹۶: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-28 به روش Cai et al, 2004

ب-۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009

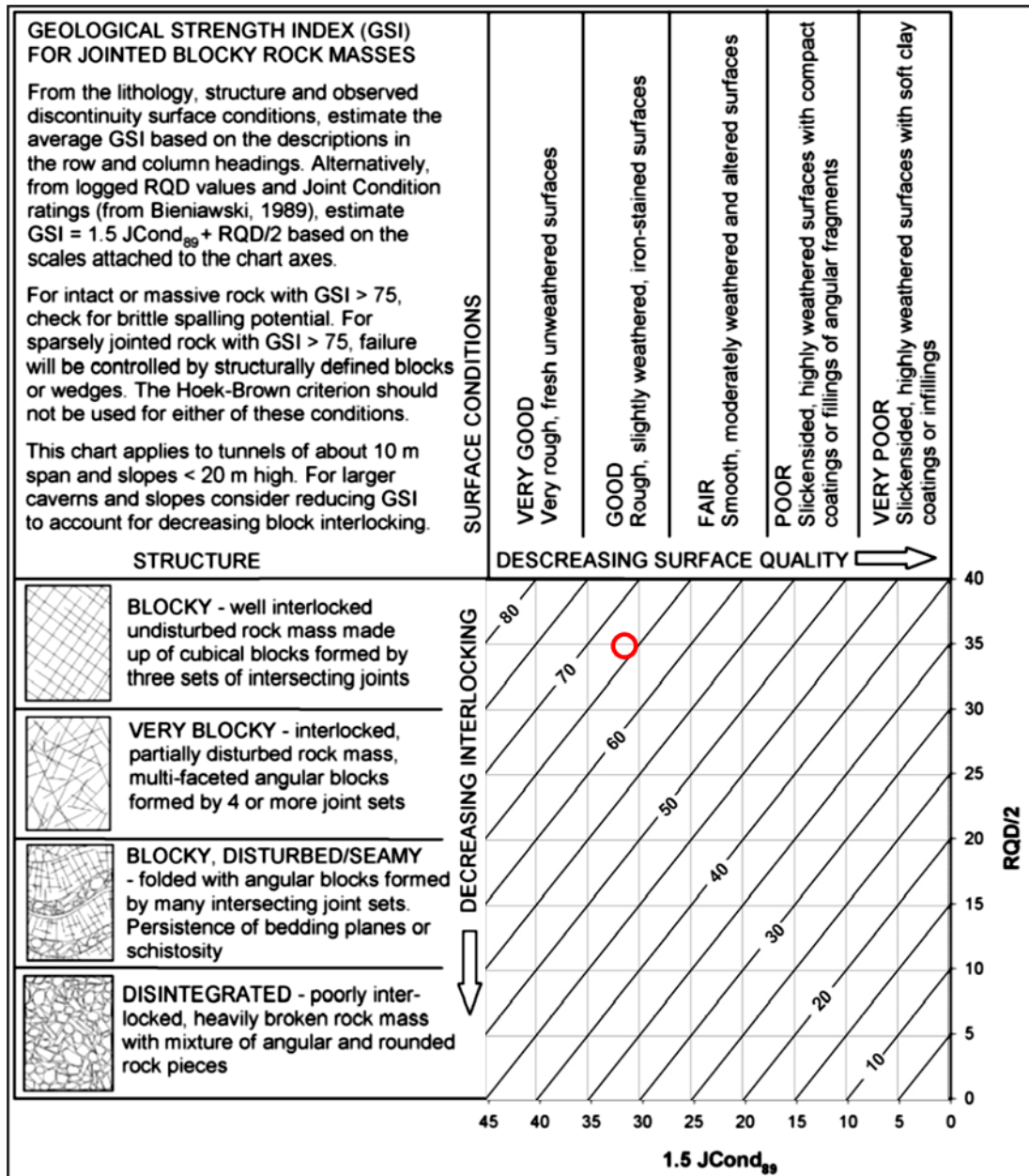
بر اساس روش Russo, 2009 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-28، $GSI=73$ برآورد شده است که در تصویر ۹۷ ارائه شده است.



تصویر ۹۷: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-28 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 ماسه سنگ چاه نفتی W-28، برآورد شده است که در تصویر ۹۸ ارائه شده است. $GSI=66$



تصویر ۹۸: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-28 به روش Hoek et al, 2013

۸-۳-۸- میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی چاه W-28

با عنایت به مطالب بالا، چاه نفتی W-28 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 ۸: میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگهای محل چاه نفتی W-28

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-28	Marl	50-60	44	45	63	61	53
	Sandstone	55-65	46	56	73	66	60
ave.		52-62	ave.				57

پیوست ۶

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:

$$\text{General: } q_{ult} = cN_c S_c d_c i_c g_c b_c + qN_q S_q d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma B' N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

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 4-5b

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

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

Notes:

1. Use H_i as either H_B or H_L , or both if $H_L > 0$.
2. Hansen (1970) did not give an i_c for $\phi > 0$. The value above is from Hansen (1961) and also used by Vesic.
3. Variable c_a = base adhesion, on the order of 0.6 to 1.0 \times base cohesion.
4. 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 .

TABLE 4-5a

Shape and depth factors for use in either the Hansen (1970) or Vesic (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, Vesic, respectively.

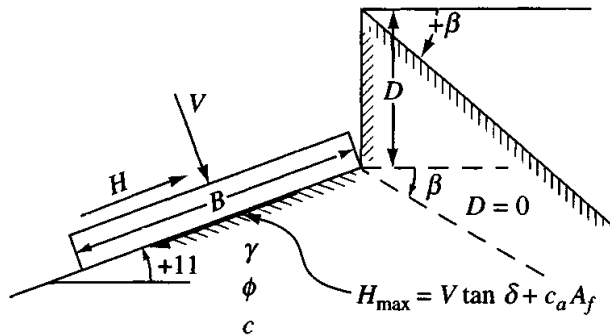
Shape factors	Depth factors
$s'_{c(H)} = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\phi = 0^\circ)$	$d'_c = 0.4k \quad (\phi = 0^\circ)$
$s_{c(H)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$	$d_c = 1.0 + 0.4k$
$s_{c(V)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$	$k = D/B \text{ for } D/B \leq 1$
$s_c = 1.0 \text{ for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

Notes:

1. Note use of "effective" base dimensions B', L' by Hansen but not by Vesic.
2. The values above are consistent with either a vertical load or a vertical load accompanied by a horizontal load H_B .
3. 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 $s_{i,B}, s_{i,L}$ and $d_{i,B}, d_{i,L}$. For i, L subscripts of Eq. (4-2), presented in Sec. 4-6, use ratio L'/B' or D/L' .

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)

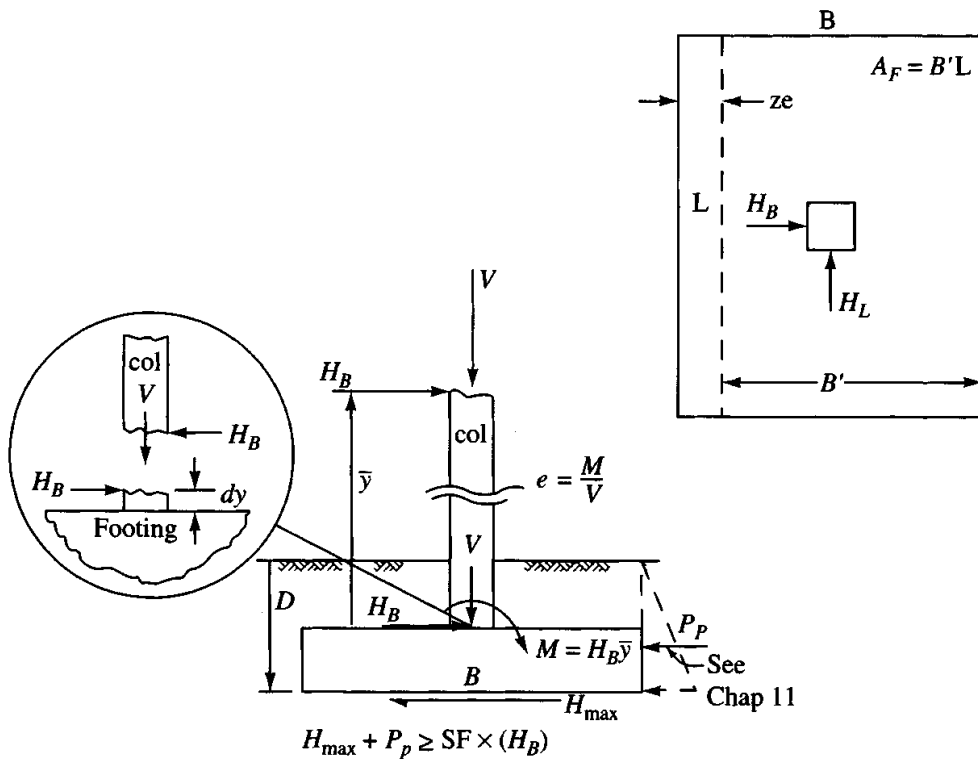
TABLE 4-5c

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

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

Notes:

- When $\phi = 0$ (and $\beta \neq 0$) use $N_\gamma = -2 \sin(\pm \beta)$ in N_γ term.
- 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' .
- Refer to Table sketch and Tables 4-5a,b for term identification.
- Terms N_c , N_q , and N_γ are identified in Table 4-1.
- Vesic always uses the bearing-capacity equation given in Table 4-1 (uses B' in the N_γ term even when $H_i = H_L$).
- 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.

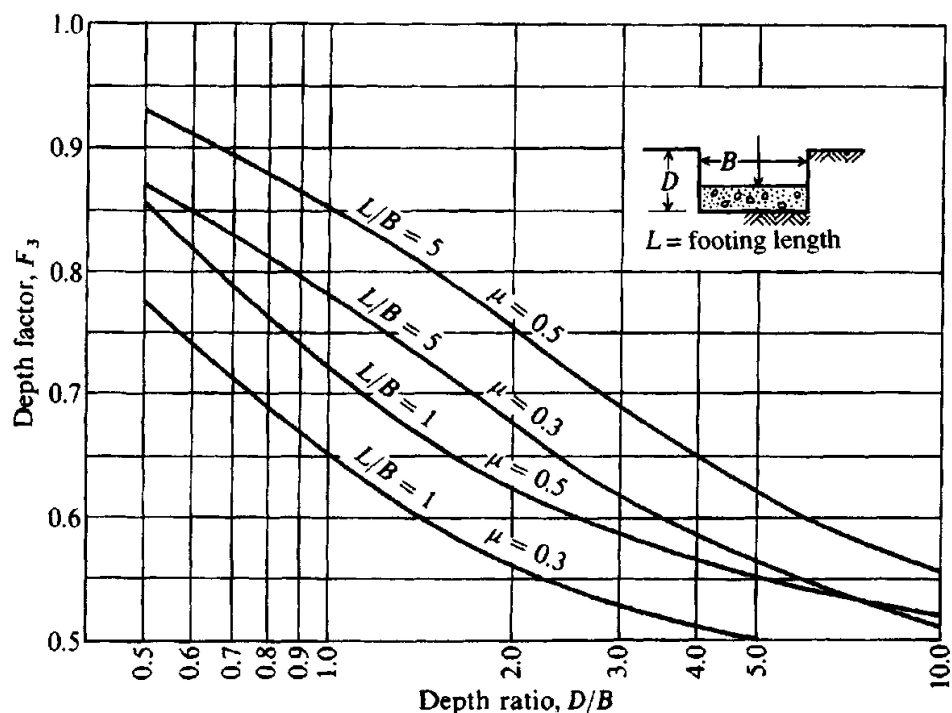


TABLE 5-2

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	$I_1 = 0.009$	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
	$I_2 = 0.041$	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	0.027
	0.066	0.068	0.069	0.070	0.070	0.071	0.071	0.072	0.072	0.073	0.073
0.6	0.066	0.064	0.063	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057	0.056	0.056	0.055
	0.079	0.081	0.083	0.085	0.087	0.088	0.089	0.090	0.091	0.091	0.092
0.8	0.104	0.102	0.100	0.098	0.096	0.095	0.093	0.092	0.091	0.090	0.089
	0.083	0.087	0.090	0.093	0.095	0.097	0.098	0.100	0.101	0.102	0.103
1.0	0.142	0.140	0.138	0.136	0.134	0.132	0.130	0.129	0.127	0.126	0.125
	0.083	0.088	0.091	0.095	0.098	0.100	0.102	0.104	0.106	0.108	0.109
1.5	0.224	0.224	0.224	0.223	0.222	0.220	0.219	0.217	0.216	0.214	0.213
	0.075	0.080	0.084	0.089	0.093	0.096	0.099	0.102	0.105	0.108	0.110
2.0	0.285	0.288	0.290	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.291	0.290	0.289
	0.064	0.069	0.074	0.078	0.083	0.086	0.090	0.094	0.097	0.100	0.102
3.0	0.363	0.372	0.379	0.384	0.389	0.393	0.396	0.398	0.400	0.401	0.402
	0.048	0.052	0.056	0.060	0.064	0.068	0.071	0.075	0.078	0.081	0.084
4.0	0.408	0.421	0.431	0.440	0.448	0.455	0.460	0.465	0.469	0.473	0.476
	0.037	0.041	0.044	0.048	0.051	0.054	0.057	0.060	0.063	0.066	0.069
5.0	0.437	0.452	0.465	0.477	0.487	0.496	0.503	0.510	0.516	0.522	0.526
	0.031	0.034	0.036	0.039	0.042	0.045	0.048	0.050	0.053	0.055	0.058
6.0	0.457	0.474	0.489	0.502	0.514	0.524	0.534	0.542	0.550	0.557	0.563
	0.026	0.028	0.031	0.033	0.036	0.038	0.040	0.043	0.045	0.047	0.050
7.0	0.471	0.490	0.506	0.520	0.533	0.545	0.556	0.566	0.575	0.583	0.590
	0.022	0.024	0.027	0.029	0.031	0.033	0.035	0.037	0.039	0.041	0.043
8.0	0.482	0.502	0.519	0.534	0.549	0.561	0.573	0.584	0.594	0.602	0.611
	0.020	0.022	0.023	0.025	0.027	0.029	0.031	0.033	0.035	0.036	0.038
9.0	0.491	0.511	0.529	0.545	0.560	0.574	0.587	0.598	0.609	0.618	0.627
	0.017	0.019	0.021	0.023	0.024	0.026	0.028	0.029	0.031	0.033	0.034
10.0	0.498	0.519	0.537	0.554	0.570	0.584	0.597	0.610	0.621	0.631	0.641
	0.016	0.017	0.019	0.020	0.022	0.023	0.025	0.027	0.028	0.030	0.031
20.0	0.529	0.553	0.575	0.595	0.614	0.631	0.647	0.662	0.677	0.690	0.702
	0.008	0.009	0.010	0.010	0.011	0.012	0.013	0.013	0.014	0.015	0.016
500.0	0.560	0.587	0.612	0.635	0.656	0.677	0.696	0.714	0.731	0.748	0.763
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	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

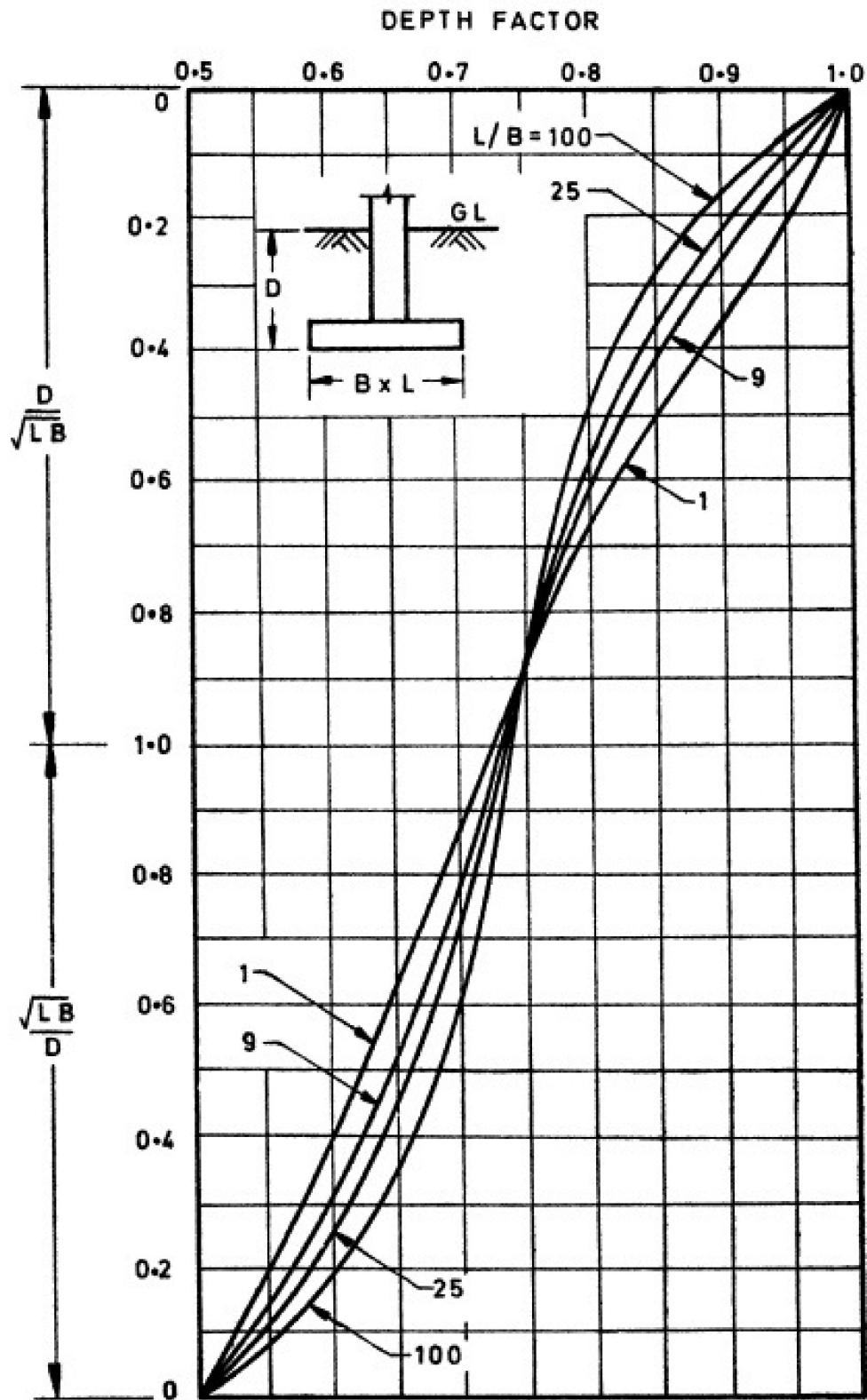


FIG. 12 FOX'S CORRECTION CURVES FOR SETTLEMENTS OF FLEXIBLE RECTANGULAR FOOTINGS OF $L \times B$ AT DEPTH D

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}_{60} 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.			

¹Soil 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.

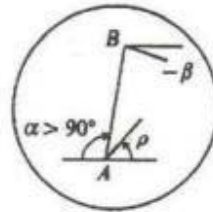
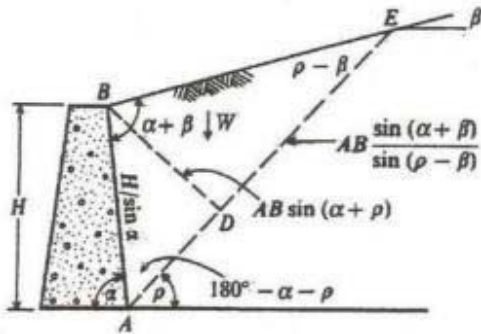
طبقه بندی نوع زمین (نقل از استاندارد ۲۸۰۰- ویرایش ۴)

\bar{C}_u (kPa)	$\bar{N}_{1(60)}$	\bar{V}_s (m/s)	توصیف لایه بندی زمین	نوع زمین
-	-	> ۷۵۰	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	I
> ۲۵۰	> ۵۰	۳۷۵-۷۵۰	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	II
۷۰-۲۵۰	۱۵-۵۰	۱۷۵-۳۷۵	خاک متراکم تا متوسط، شامل شن و ماسه متراکم تا متوسط یا رس های سخت با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر	III
< ۷۰	< ۱۵	< ۱۷۵	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.	IV

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

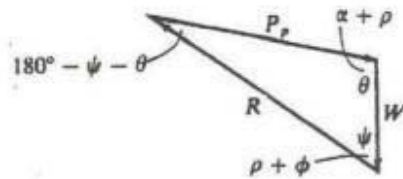
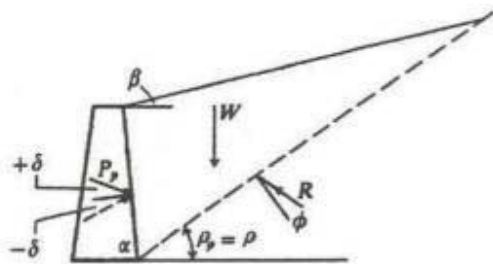
$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

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



مساحت = $\frac{1}{2}BD(AE)$
 $AE = AB \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\rho - \beta)}$
 $BD = AB \sin(\alpha + \rho)$
 $AB = \frac{H}{\sin \alpha}$

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



(c) گوه 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)

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

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

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

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

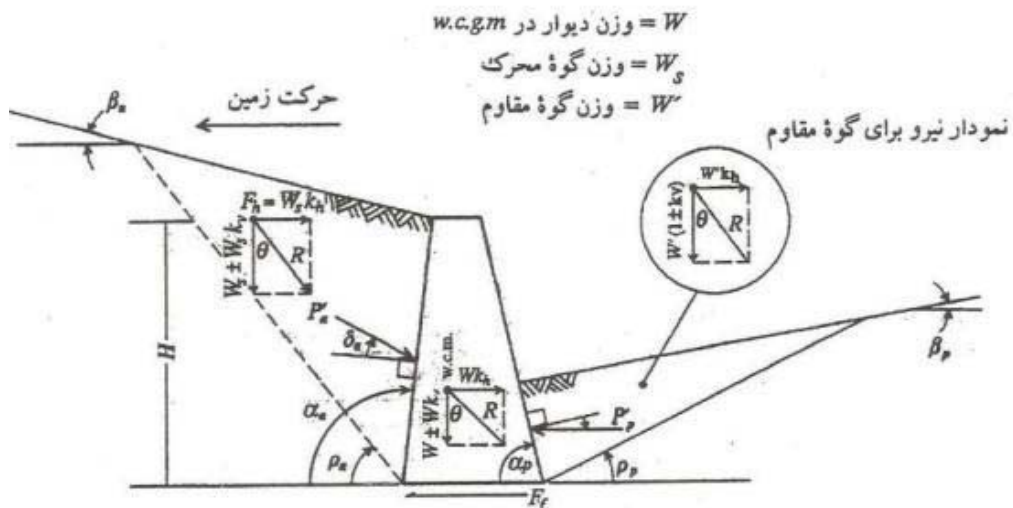
$$K_{pve} = K_{pe} \cdot \sin(\delta + \alpha_p)$$

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

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

K_h : Earthquake Horizontal Coefficient

K_v : Earthquake Vertical Coefficient



قرارداد علامت و تعریف جملات برای معادلات با علامتهای (+) نشان داده شده است