

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیر BK12							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12						شماره صفحه: 2 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری BK12	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT		

REVISION RECORD SHEET

PAGE	D00	D01	D02	D03	D04	PAGE	D00	D01	D02	D03	D04
1	X					66					
2	X					67					
3	X					68					
4	X					69					
5	X					70					
6	X					71					
7	X					72					
8	X					73					
9	X					74					
10	X					75					
11	X					76					
12	X					77					
13	X					78					
14	X					79					
15	X					80					
16	X					81					
17	X					82					
18	X					83					
19	X					84					
20	X					85					
21	X					86					
22	X					87					
23	X					88					
24	X					89					
25	X					90					
26	X					91					
27	X					92					
28	X					93					
29	X					94					
30	X					95					
31	X					96					
32	X					97					
33	X					98					
34	X					99					
35	X					100					
36	X					101					
37	X					102					
38	X					103					
39	X	X				104					
40	X	X				105					
41	X	X				106					
42	X					107					
43	X					108					
44	X					109					
45	X					110					
46	X					111					
47	X					112					
48	X					113					
49	X	X				114					
50	X	X				115					
51	X	X				116					
52		X				117					
53		X				118					
54		X				119					
55		X				120					
56		X				121					
57		X				122					
58		X				123					
59		X				124					
60		X				125					
61		X				126					
62		X				127					
63		X				128					
64		X				129					
65						130					

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12							
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه: 3 از 64
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فهرست مطالب

7	مقدمه.....
9	فصل 1- مشخصات عمومی پروژه.....
9	1-1- اهداف مطالعات.....
9	1-2- محدودیت ها.....
10	1-3- مشخصات کلی طرح.....
13	فصل 2- زمین شناسی عمومی، زمین ساخت گستره طرح و وضعیت کلی لرزه خیزی ساختگاه.....
13	2-1- مطالعات زمین شناسی عمومی منطقه.....
16	2-2- لرزه خیزی عمومی منطقه.....
16	2-2-1- گسل های محدوده مورد مطالعه.....
19	فصل 3- کاوش های صحرایی.....
19	3-1- عملیات حفاری گمانه های ماشینی.....
22	3-2- آزمایش های برجا.....
22	3-2-1- آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد (SPT).....
25	3-2-2- آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی (Geoelectrical Resistivity Test).....
29	3-2-3- آزمایش بارگذاری صفحه (Plate Load Test).....
30	3-2-4- آزمایش CBR (California Bearing Ratio).....
30	3-2-5- اندازه گیری دمای خاک.....
30	3-3- وضعیت تراز سطح آب.....
31	فصل 4- آزمایش های آزمایشگاهی.....
31	4-1- توصیف و طبقه بندی لایه های خاک.....
36	فصل 5- پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی.....
36	5-1- خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و پارامترهای طراحی.....
36	5-2- پتانسیل روانگرایی.....
37	5-3- برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش).....
37	5-4- برآورد پتانسیل تورم.....
38	فصل 6- ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی.....

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه: 4 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

38.....	1-6- مقدمه
38.....	2-6- تعیین ظرفیت باربری نهایی و مجاز بر اساس گسیختگی برشی
39.....	3-6- نشست خاک
40.....	4-6- ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی
41.....	1-4-6- ضریب عکس العمل بستر (K_s)
43.....	2-4-6- مدول عکس العمل بستر در حالت استاتیک
44.....	3-4-6- مدول عکس العمل بستر در حالت بارگذاری فوق العاده (بارگذاری زلزله)
45.....	فصل 7- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایدارسازی گود
45.....	1-7- بررسی فشار محرک و مقاوم خاک
45.....	2-7- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت استاتیکی
45.....	3-7- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله)
47.....	4-7- گودبرداری و پایداری شیب
57.....	فصل 8- جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی
57.....	1-8- جمع بندی و نتیجه گیری
57.....	2-8- توصیه فنی
49.....	فصل 9 - پیوست

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه: 5 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

فهرست اشکال

- شکل 1-1- موقعیت قرارگیری گمانه‌های ماشینی محل پروژه در موقعیت بسته‌ی BK-12 در Google Earth 11
- شکل 1-2- موقعیت بسته‌ی BK-12 نسبت به کل پروژه در Google Earth- نقشه ارسالی از شرکت محترم هیروگان انرژی 12
- شکل 1-2- نمایش تقریبی محور خلیج فارس 14
- شکل 2-2- تقسیم‌بندی زاگرس از نظر Alavi سال 2004 15
- شکل 2-3- نمایی از گسل‌های محدوده مورد مطالعه 17
- شکل 2-4- موقعیت بسته‌ی BK-12 در نقشه زمین‌شناسی بوشهر در منطقه بینک به مقیاس 1:100000 18
- شکل 1-3- جانمایی محل حفر گمانه‌های ماشینی در موقعیت بسته‌ی BK-12 20
- شکل 2-3- موقعیت بسته‌ی BK-12- نسبت به مسیرهای خط لوله- نقشه ارسالی از شرکت محترم هیروگان انرژی 21
- شکل 3-3- موقعیت بسته‌ی BK-12 نسبت به مسیر خط لوله نقشه ارسالی از شرکت محترم هیروگان انرژی 21
- شکل 3-4- تغییرات نتایج ضربات SPT (اصلاح نشده) و میزان نفوذ متناظر بر حسب عمق بسته‌ی BK-12 25
- شکل 3-5- حدود مقاومت الکتریکی برای خاک‌های مختلف 26
- شکل 3-6- تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب عمق در بسته‌ی BK-12 28
- شکل 1-4- گمانه‌های ماشینی در محدوده مورد مطالعه موقعیت بسته‌ی BK-12 32
- شکل 2-4- موقعیت بسته‌ی BK-12- نقشه ارسالی از شرکت محترم هیروگان انرژی 33
- شکل 3-4- موقعیت قرارگیری بسته‌ی BK-12 نسبت به سایر بسته‌های بخش تحت الارض- نقشه ارسالی از شرکت محترم هیروگان انرژی 34
- شکل 1-6- مدلسازی فنر وینکلر 41
- شکل 2-6- مدل سازی فنرهای کوپله 42
- شکل 3-6- تقسیم بندی سطح پی در روش شبه کوپل 42

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سرئال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سرئال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه: 6 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سرئال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

فهرست جداول

- جدول 3-1. مشخصات کلی گمانه های ماشینی موقعیت بسته ی BK-12 21
- جدول 3-2. ضرایب اصلاح اعداد SPT پیشنهادی (Seed et al. (2003) 23
- جدول 3-3. رابطه تراکم خاک درشت دانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک 1948) 24
- جدول 3-4. رابطه تراکم خاک ریزدانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک 1967) 24
- جدول 3-5. مقاومت ویژه میانگین قرائت شده برای اعماق مختلف در هر محل بر حسب اهم متر 27
- جدول 3-6. خوردگی خاک طبق مقاومت الکتریکی (British Standard BS-1377) 29
- جدول 3-7. مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه 29
- جدول 3-8. مشخصات و نتایج آزمایش CBR 30
- جدول 4-1. مشخصات آزمایش های آزمایشگاهی 31
- جدول 5-1. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی 36
- جدول 5-2. طبقه بندی پتانسیل تورم 37
- جدول 6-1. مدول عکس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر 43
- جدول 6-2. مدول عکس العمل بستر پی گسترده برای عمق یک متر 43
- جدول 7-1. ضرایب فشار جانبی برای لایه های خاک طبیعی با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز دانه های 46

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 7 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

مقدمه

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

میدان نفتی بینک در فاصله 20 کیلومتری شمال غربی شهرستان گناوه واقع و به دو بخش تحت الارض و سطح الارض تقسیم شده است. بخش تحت الارض شامل 10 سایت تاسیسات سرچاهی، مسیر خط لوله و مسیر برق رسانی می باشد. بخش سطح الارض شامل خط لوله زیرزمینی 8 اینچ انتقال گاز به طول 44 کیلومتر، خط لوله روزمینی 4 اینچ انتقال سیال و ایستگاه تقویت فشار گازی جدید است.

با توجه به پراکندگی و تعدد گمانه های شناسایی (55 گمانه ماشینی در بخش تحت الارض، 98 گمانه ماشینی در بخش سطح الارض و 6 گمانه ماشینی در بخش سطح الارض - ایستگاه تقویت فشار گاز) جهت پیشگیری از اتلاف زمان پروژه و بنا به اولویت های مطرح شده از سوی شرکت محترم هیرگان انرژی مقرر گردید نتایج و گزارشات مطالعات ژئوتکنیک هر بخش به صورت مجزا به شرح مجلد های زیر ارائه شود:

جلد اول: بسته ی W018S (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریانی)
جلد دوم: بسته ی W028 (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریانی)
جلد سوم: بسته ی W046S (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی، مسیر خط لوله جریانی و مسیر برق رسانی مربوطه)

جلد چهارم: بسته ی W035 (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریانی)
جلد پنجم: بسته ی W008N (شامل تاسیسات سرچاهی بدون پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله جریانی)
جلد ششم: بسته ی W007S (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی، مسیر خط لوله جریانی و مسیر برق رسانی مربوطه)

جلد هفتم: بسته ی BK14 (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله مربوطه)
جلد هشتم: بسته ی BK12 (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله مربوطه)

جلد نهم: بسته ی BK15 (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله مربوطه)
جلد دهم: بسته ی BK05 (شامل تاسیسات سرچاهی مجهز به پمپ برقی درون چاهی و مسیر خط لوله مربوطه)
جلد یازدهم: ایستگاه تقویت فشار جدید - بخش سطح الارض

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه: 8 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

جلد دوازدهم: مسیر خط لوله 4 و 8 اینچی

در این بخش از پروژه، شناخت لایه های زیر سطحی و تعیین پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک در محل مربوط به موقعیت بسته ی BK-12 مورد بررسی قرار خواهد گرفت. تعداد و عمق گمانه های ماشینی و نحوه چیدمان آنها توسط شرکت محترم هیرگان انرژی تعیین و جهت انجام به این مهندسین مشاور ابلاغ شده است. پس از تحویل زمین محل ساختگاه، عملیات صحرایی توسط گروه حفاری و کارشناسی این مهندسین مشاور آغاز گردید. این گزارش، حاوی نتایج حاصل از حفاری 4 گمانه ماشینی، آزمایشات صحرایی و آزمایشات آزمایشگاهی به همراه مشاهدات و بازدیدهای میدانی در موقعیت بسته ی BK-12 (BH-WH-9, BH-EL-6, BH-EL-7, BH-EL-8) است. بر اساس نتایج حاصل از این عملیات و انجام آزمایش های آزمایشگاهی، پارامترهای مربوط به لایه های خاک در محل پروژه برآورد و در پایان نیز ضمن جمع بندی و نتیجه گیری، توصیه های فنی مرتبط با پروژه ارائه شده است. این گزارش در قالب 9 فصل تهیه و ارائه شده است که به صورت خلاصه به شرح زیر می باشد:

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه: 9 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

فصل 1- مشخصات عمومی پروژه

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

1-1- اهداف مطالعات

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

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

1-2- محدودیت ها

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 10 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

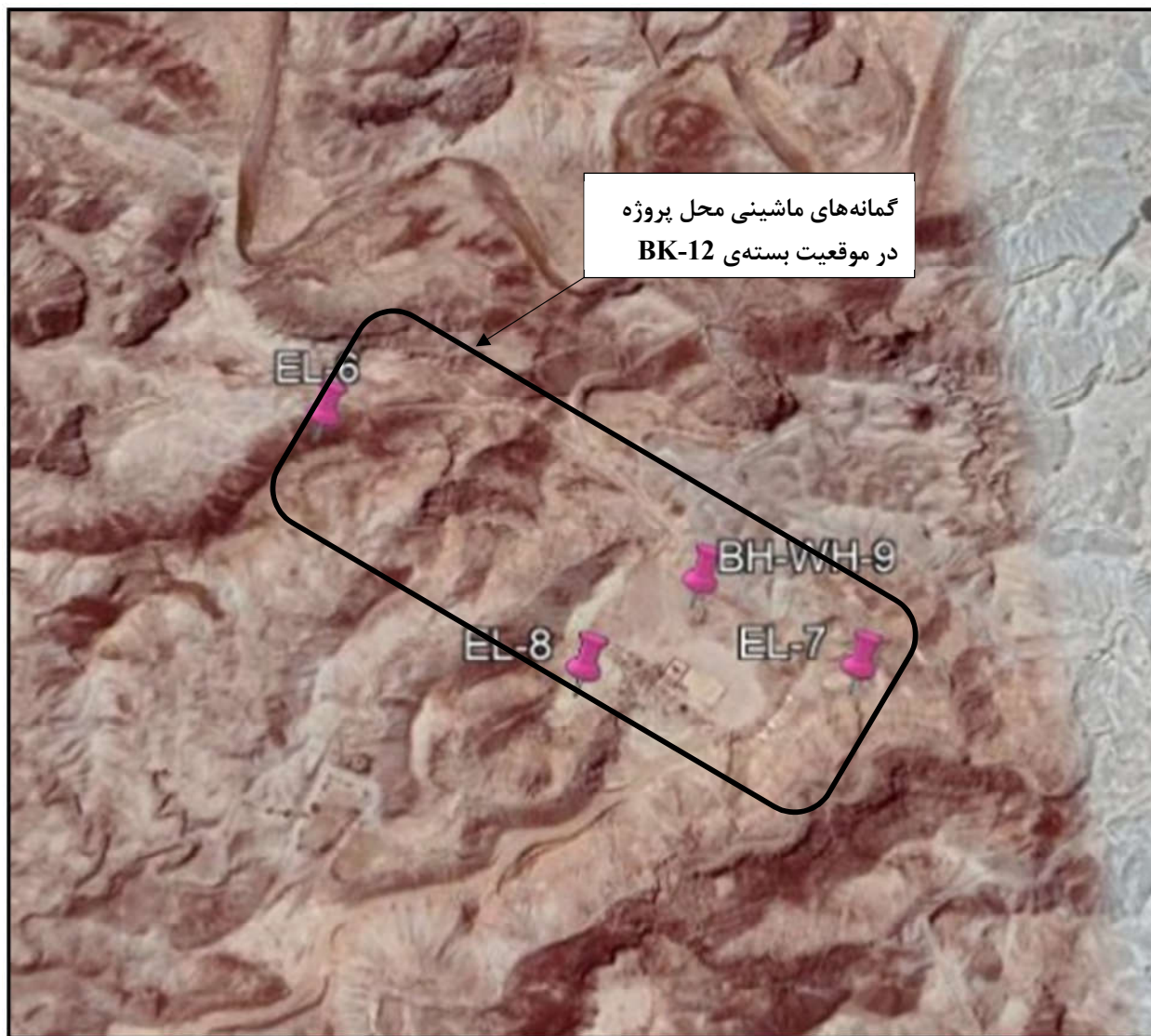
این گزارش برای استفاده انحصاری در ارتباط با پروژه طرح نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک در بخش سطح الارض، موقعیت بسته ی BK-12 می باشد که براساس درخواست شرکت مهندسی هیرگان انرژی تهیه شده است. استفاده از این گزارش توسط شخص یا شرکت دیگری غیر از شرکت مهندسی هیرگان انرژی و اعضای تیم طراحی مرتبط با آن جهت اهداف و کاربردهای دیگر مگر با مجوز کتبی از شرکت هیرگان انرژی 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 شرکت محترم هیرگان انرژی 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 4 گمانه ماشینی BH-EL-7, BH-EL-8 و BH-WH-9 در موقعیت بسته ی BK-12 تهیه شده است. گذشت زمان و تأخیر در اجرای پروژه ممکن است منجر به تغییراتی در شرایط ساختگاه، تراز رقوم سایت، سطح آب، تکنولوژی مورد استفاده و شرایط اقتصادی گردد به گونه ای که نتایج، توصیه های گزارش موجود، لاگ همچنین محاسبات ظرفیت باربری 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

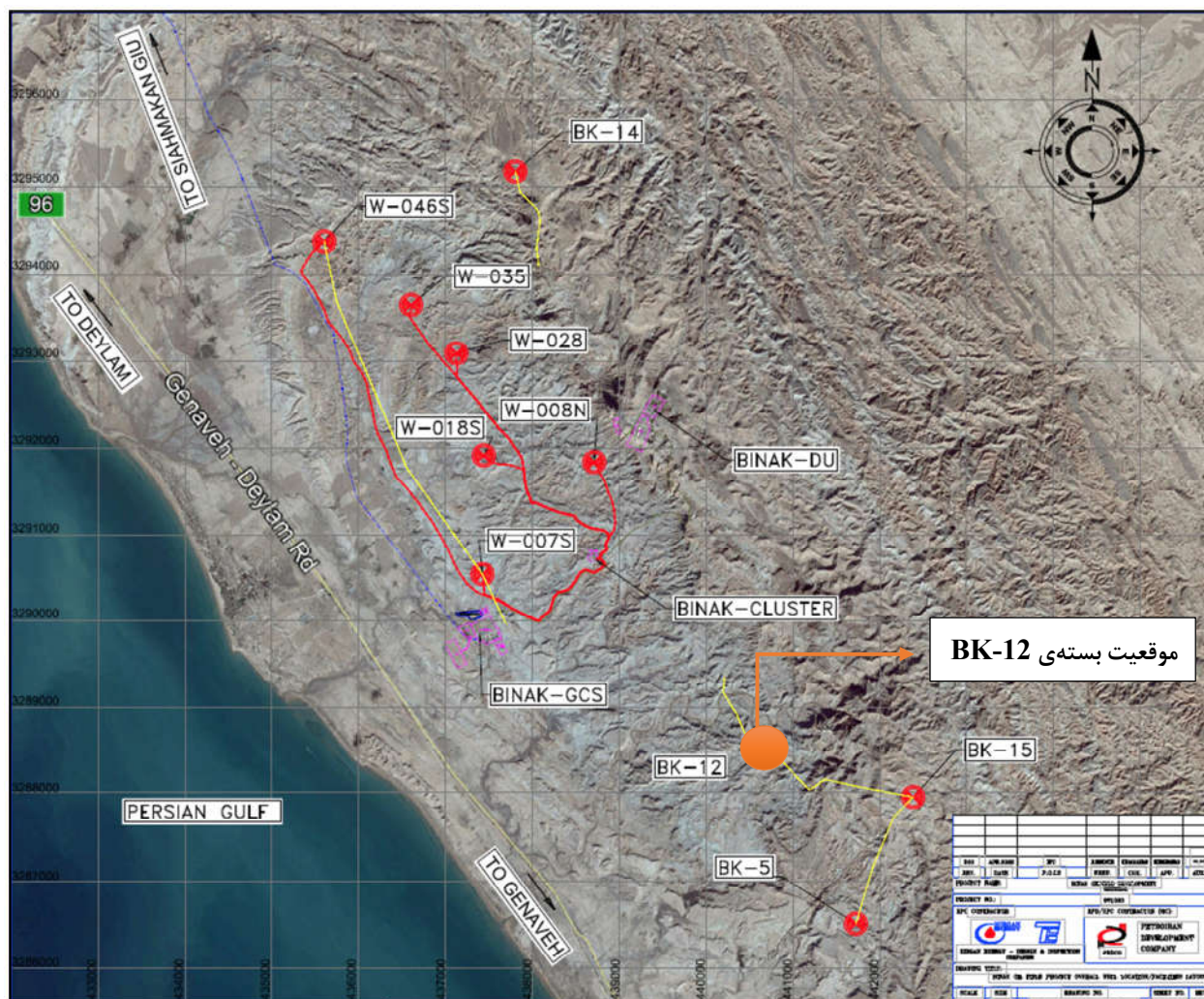
مطابق اطلاعات دریافتی از شرکت هیرگان انرژی، پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک (بسته بینک) در بخش تحت الارض با هدف ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و مسیر خطوط جریانی و مسیر برق رسانی مربوطه و در بخش سطح الارض با هدف احداث خطوط لوله 4 اینچ روزمینی انتقال سیال، خط لوله 8 اینچ زیرزمینی انتقال گاز و ایستگاه تقویت فشار گازی تعریف شده است. بخش تحت الارض شامل 55 گمانه ماشینی در 10 سایت تاسیسات سرچاهی، مسیر خط لوله و مسیر برق رسانی می باشد. بخش سطح الارض شامل 89 گمانه ماشینی در خط لوله زیرزمینی 8 اینچ به طول 44 کیلومتر، 9 گمانه ماشینی در خط لوله روزمینی 4 اینچ به طول 5/2 کیلومتر و 6 گمانه ماشینی در ایستگاه تقویت فشار جدید است. گزارش حاضر دربرگیرنده نتایج مطالعات ابلاغی موقعیت بسته ی BK-12 در بخش سطح الارض می باشد. با توجه به نقشه ها در محدوده مختصات های ارسالی از سمت شرکت محترم هیرگان انرژی، پی گسترده با ابعاد 12×20، 10×10 و 20×20 متر و پی های سطحی مربعی، مستطیلی و نواری جهت طراحی در این بسته ی کاری در نظر گرفته شده است. در شکل 1-1 و 2-1 نمایی از گمانه های ماشینی تاسیسات سرچاهی و مسیر برق رسانی مورد مطالعه موقعیت بسته ی BK-12 در نقشه ماهواره ای و نقشه های ارسالی از شرکت محترم هیرگان انرژی در سایت مذکور ارائه شده است.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								شماره صفحه : 11 از 64
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	



شکل 1-1- موقعیت قرارگیری گمانه های ماشینی محل پروژه در موقعیت بسته ی BK-12 در Google Earth

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 12 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	



شکل 1-2- موقعیت بسته ی BK-12 نسبت به کل پروژه در Google Earth- نقشه ارسالی از شرکت محترم هیبرگان انرژی

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>BK</td><td>BK12</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D01</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	شماره صفحه : 13 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه																			
BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01																			

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

خیزی ساختگاه

1-2- مطالعات زمین شناسی عمومی منطقه

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

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

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 14 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

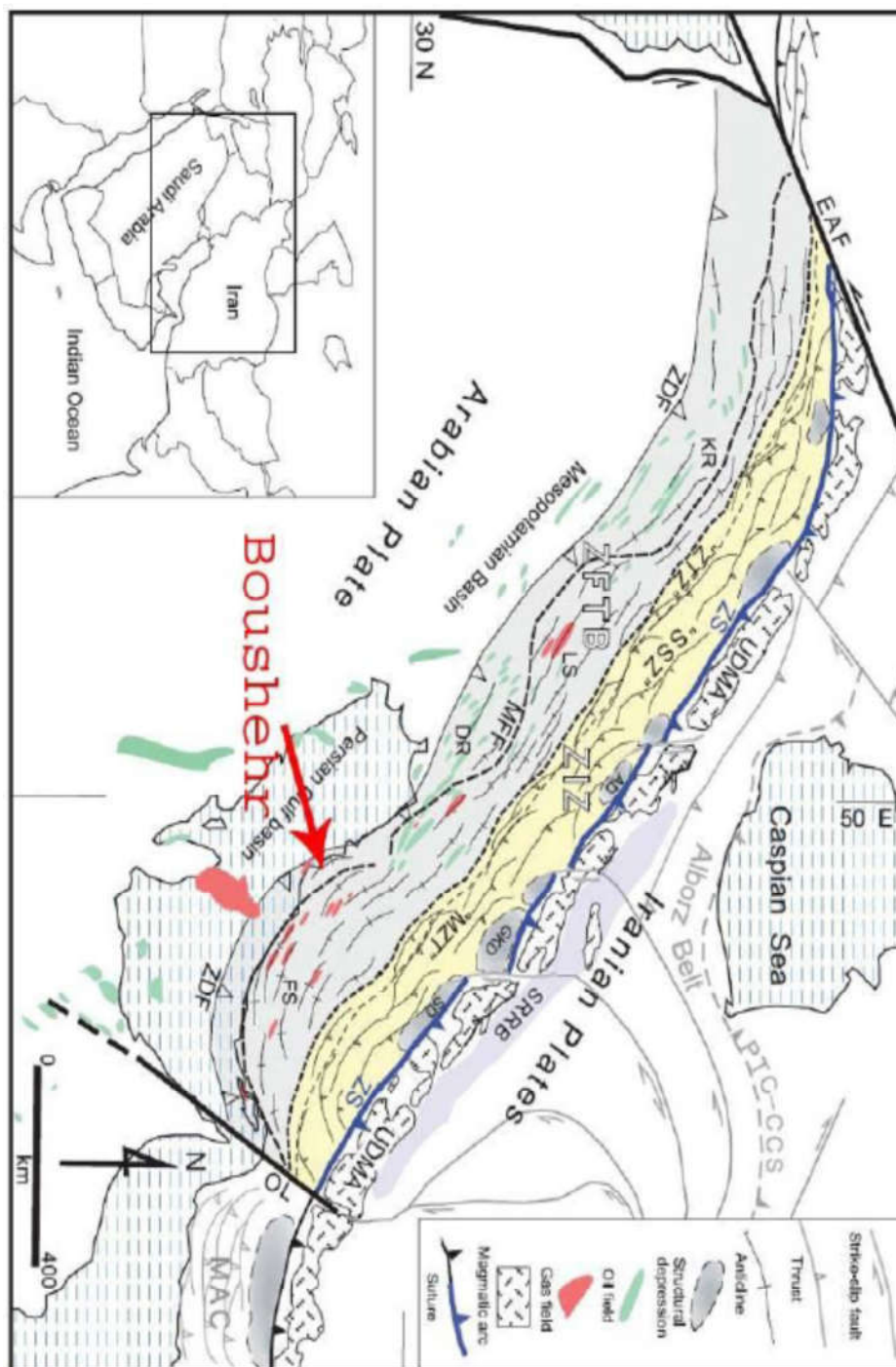
است. این مناطق تا دوران چهارم زیر آب بود. اکثر شهرها و مراکز جمعیتی استان بوشهر در این جلگه استقرار یافته‌اند. این جلگه‌ها تا کویت و دشت‌های جنوبی خلیج فارس ادامه دارد.

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



شکل 2-1-نمایش تقریبی محور خلیج فارس

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 15 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			



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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><tr><th>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>BK12</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D01</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	شماره صفحه : 16 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه																			
BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01																			

2-2- لرزه خیزی عمومی منطقه

1-2-2- گسل های محدوده مورد مطالعه

زاگرس در جنوب باختری زمین درز تتیس واقع شده است که گستره های فارس، لرستان و خوزستان را دربردارد. مرز جداکننده این پهنه ها گسل های پی سنگی هستند. پهنه فارس گستره میان دو گسیختگی کازرون در باختر و گسل میناب در خاور است. مرز شمالی فارس، راندگی اصلی زاگرس و مرز جنوبی آن منطبق بر خط ساحلی خلیج فارس می باشد. از نگاه جغرافیایی و ارتباط با پهنه های ساختاری، برگه بوشهر بخشی از حاشیه جنوب باختری کوه های زاگرس است که در جبهه کوهستانی این ارتفاعات و در کنار خلیج فارس قرار دارد. براساس مطالعات صورت گرفته، بوشهر را بخشی از فروافتادگی دزفول در نظر می گیرند و گسیختگی قطر-کازرون که مرز جداکننده فروبار دزفول از پلاتفرم فارس است در خاور بوشهر فرض شده است. در شکل 2-3 نمایی از گسل های محدوده مورد مطالعه مشاهده می گردد. در شکل 2-4 نقشه زمین شناسی موقعیت BK-12 در منطقه بینک ارائه شده است.

گسل کازرون

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

گسل زاگرس

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



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

تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری
BK12



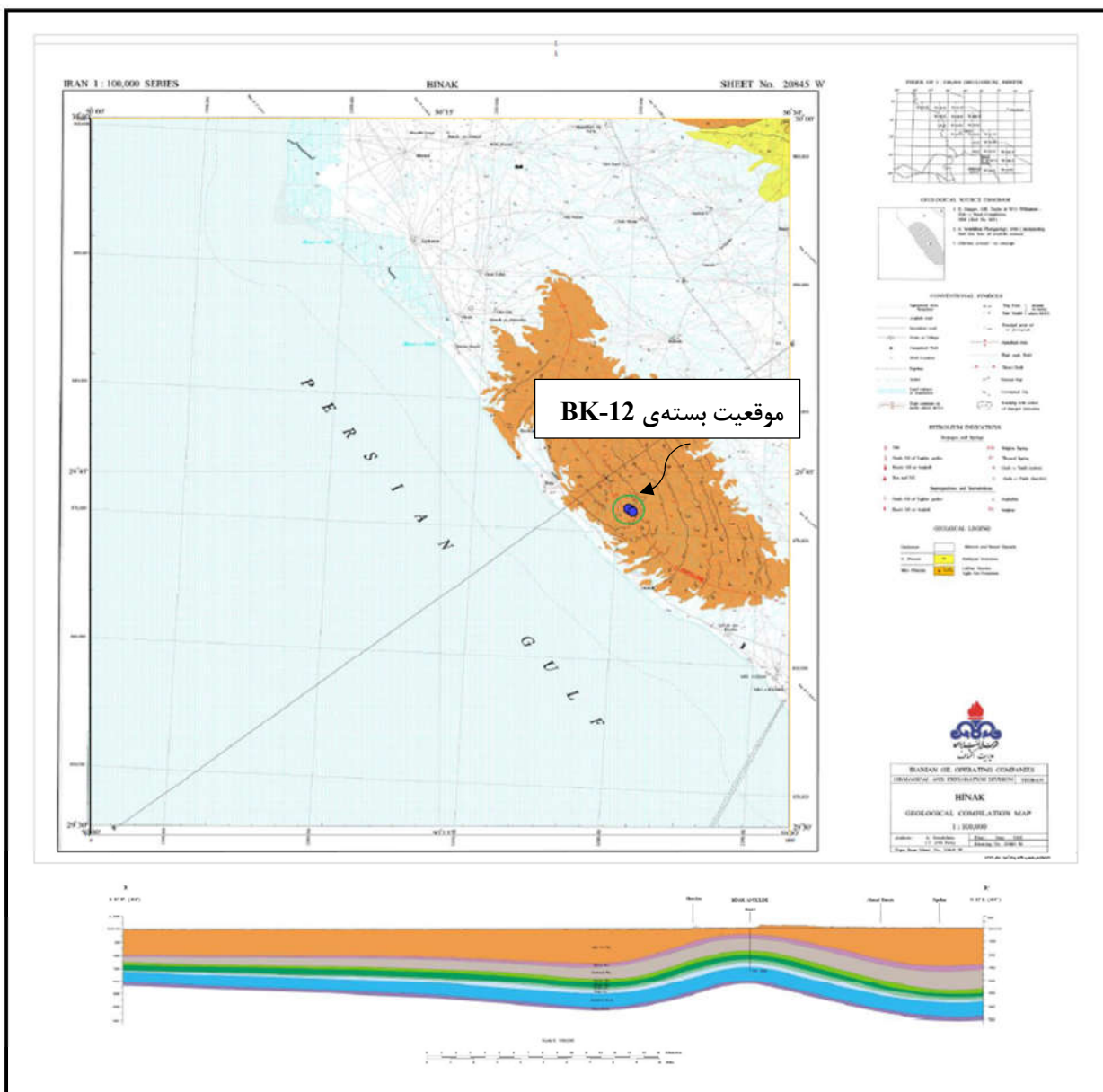
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK

شماره صفحه : 18 از 64



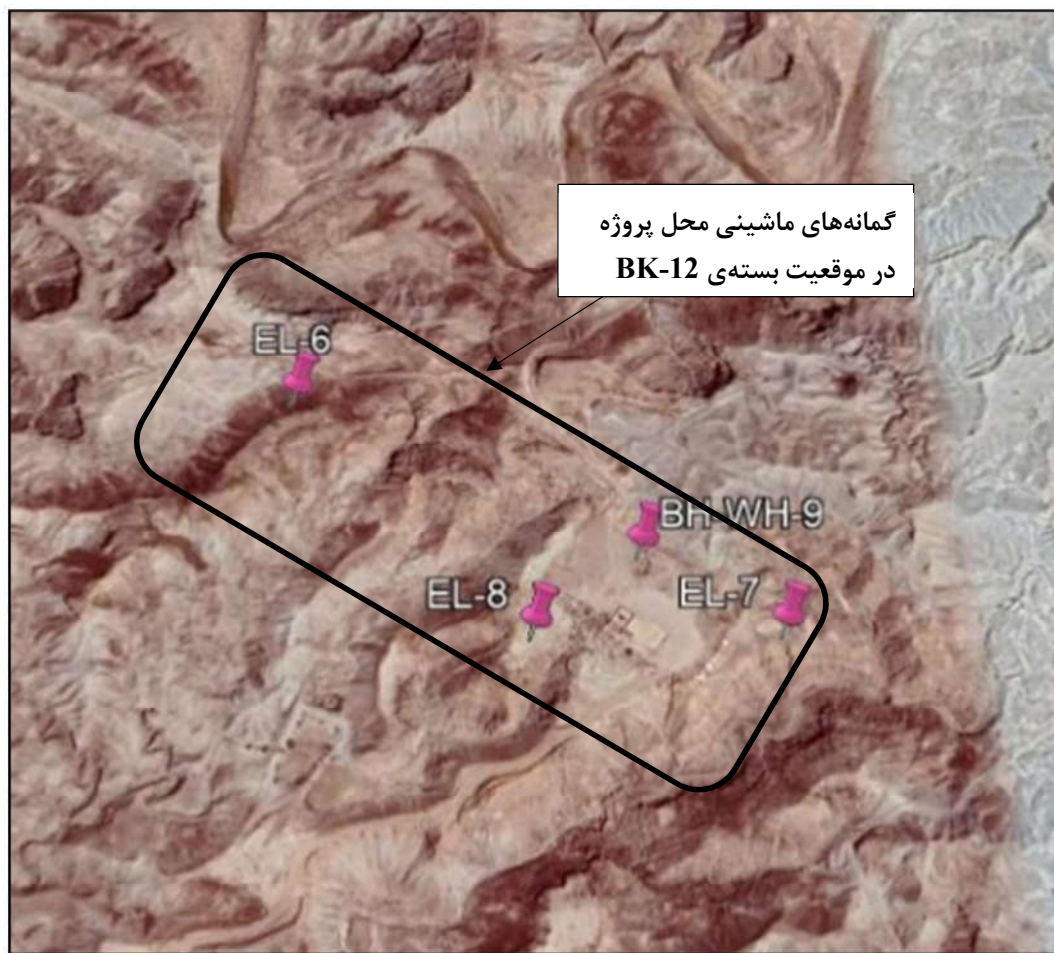
شکل 2-4- موقعیت بسته ی BK-12 در نقشه زمین شناسی بوشهر در منطقه بینک به مقیاس 1:100000

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12							
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 19 از 64
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سرئال	
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فصل 3- کاوش های صحرائی

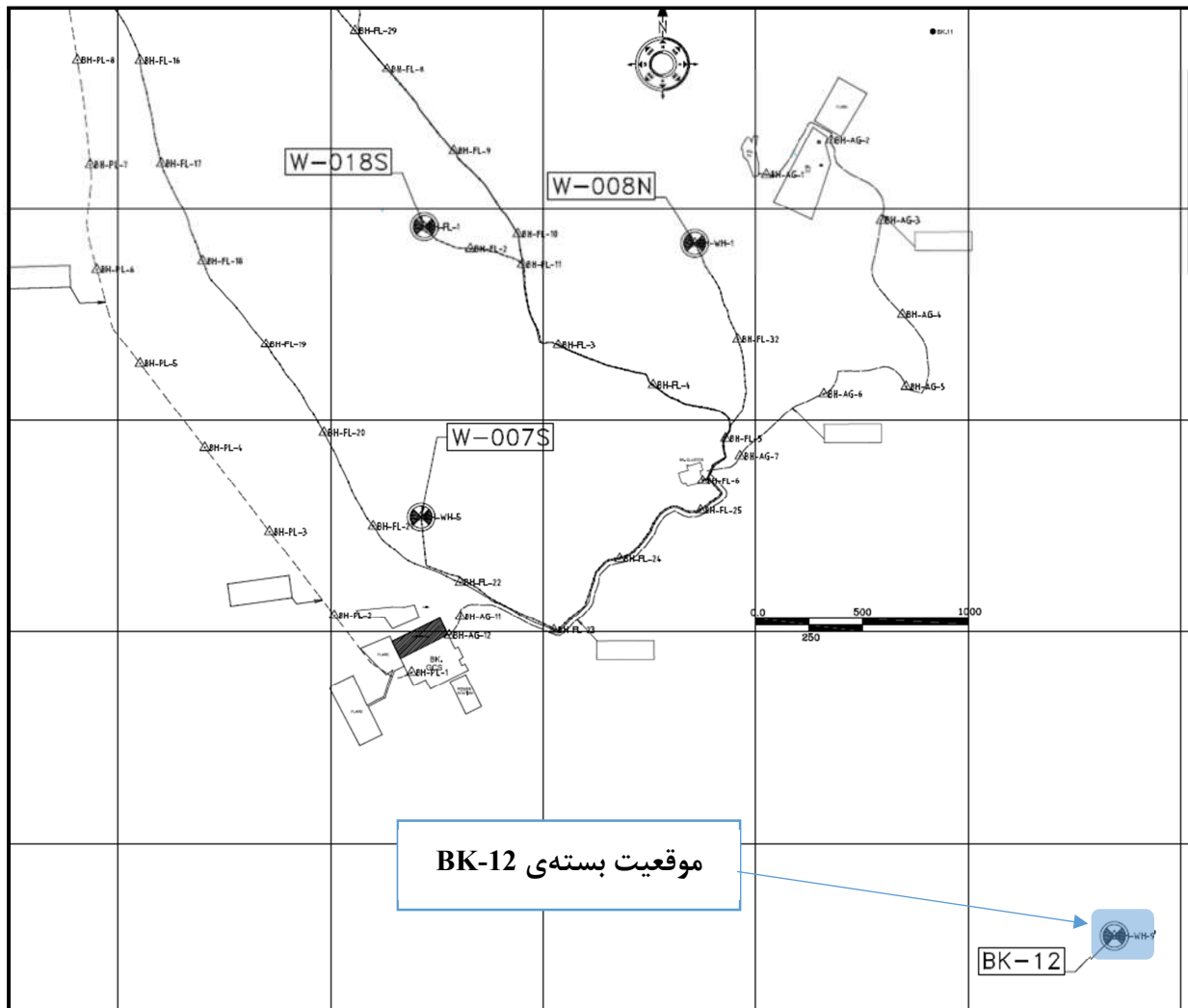
3-1- عملیات حفاری گمانه های ماشینی

حفاری 4 گمانه ماشینی به روش مغزه گیری ممتد در محل های مشخص شده توسط شرکت محترم هیرگان انرژی در موقعیت بسته ی BK-12 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 الی 3-3 جانمایی آنها در موقعیت بسته ی BK-12 ارائه شده است.



 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 20 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

شکل 3-1- جانمایی محل حفر گمانه های ماشینی در موقعیت بسته ی BK-12



شکل 3-2- موقعیت بسته ی BK-12- نسبت به مسیرهای خط لوله- نقشه ارسالی از شرکت محترم هیرگان انرژی

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 21 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	



شکل 3-3- موقعیت بسته ی BK-12 نسبت به مسیر خط لوله نقشه ارسالی از شرکت محترم هیرگان انرژی

جدول 3-1. مشخصات کلی گمانه های ماشینی موقعیت بسته ی BK-12

BH NO.	Depth (m)	Location	
		E	N
BH-WH-9	15	440692	3288580
BH-EL-6	3	440493	3288742
BH-EL-7	3	440793	3288510
BH-EL-8	3	440607	3288524

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 22 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

3-2- آزمایش های برجا

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

حین حفاری گمانه های 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 لایه های 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 می گردد. مقدار نفوذ برابر با 3 فاصله 15 سانتیمتری می باشد. تعداد ضربات برای هر مرحله نفوذ 15 سانتیمتر ثبت شده و پس از آن آزمایش به اتمام می رسد. تعداد ضربات لازم برای نفوذ 30 سانتیمتر انتهایی به عنوان مقاومت نفوذ در نظر گرفته می شود. 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 می باشد. روابط تجربی مختلفی برای این اصلاح وجود دارد. در اینجا از رابطه مطابق زیر استفاده گردیده است.

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

که در آن P'_0 تنش موثر موجود در عمق آزمایش، N عدد *SPT* اصلاح نشده، N' عدد *SPT* اصلاح شده است. اثر طول میله حفاری در طول های بیش از 10 متر محسوس نیست اما در طول های کمتر از 10 متر تاثیرگذار می باشد که باید اصلاحیه ای در ارتباط با آن انجام شود. مقدار ضریب اصلاحی طول میله حفاری برای عمق تا 4 متر برابر 0.75، 4 تا 6 متر برابر 0.85 و 6 تا 10 متر برابر 0.95 در نظر گرفته شد. همچنین راندمان دستگاه برابر 60 درصد فرض شده است. در جدول 2-3، ضرایب اصلاح عدد *SPT* براساس پیشنهاد (*Seed et al. 2003*) ارائه شده است.

معادل سازی اعداد *SPT* براساس برون یابی مقادیر نفوذ کمتر از 30 سانتی متر به منظور مقایسه نسبی وضعیت لایه هایی انجام می شود که دارای تعداد ضربات $NSPT > 50$ می باشند. قاعدتاً نقاطی که با نفوذ کامل 30 سانتی متر در مجموع به تعداد ضربات 50 یا بیشتر رسیده اند، از نظر سفتی و قوام با لایه های دیگر که تعداد ضربات آنها در مرحله اول بدون نفوذ کامل به 50 ضربه رسیده، متفاوت است. از این مقایسه به عنوان یکی از معیارهای اولیه در برآورد پارامترهای مکانیک خاک استفاده می گردد. با توجه به تراکم و درشت دانه بودن لایه ها، آزمایش با تعویض نمونه گیر *SPT* به مخروط (*Cone*) انجام گرفته و نتایج آن با اعمال ضریب 0/6 به *SPT* معادل تبدیل شده است. خاطر نشان

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 23 از 64	
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

می‌سازد با در نظر گرفتن بافت خاک محل و امکان قرارگیری نوک دستگاه *SPT* بر روی پاره سنگ، افزایش ظاهری تعداد ضربات *SPT* دور از ذهن نمی‌باشد.

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

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

نتایج حاصل از این آزمایش در اعماق مختلف در شرح گمانه‌های 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 گمانه‌های ماشینی است. در گمانه‌ی ماشینی BH-EL-7 از سطح تا عمق 1/5 متری و در گمانه‌ی ماشینی BH-WH-9 پس از گذر از خاک سطحی به ضخامت 40 سانتی متر و تا عمق 1/2 متری خاک ریزدانه رسی مشاهده

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 24 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

شده که در محدوده سخت (*Hard*) قرار می گیرد. در ادامه تا انتهای هر دو گمانه ماشینی توالی لایه های رس سنگ (*ClayStone*)، مارن (*Marl*) و سنگ سیلتی (*SiltStone*) مشاهده شده است. در گمانه های ماشینی BH-EL-6 و BH-EL-8 توالی لایه های رس سنگ (*ClayStone*)، مارن (*Marl*) و سنگ سیلتی (*SiltStone*) قرار دارد. 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 3-4 و 3-3) به شرح زیر قابل توصیف می باشد. خاطر نشان می - سازد در بخش هایی که لایه ها به صورت سنگی می باشد، توصیفات ارائه شده به صورت کیفی بوده و جهت بدست آوردن دید کلی نسبت به میزان تراکم و سفتی لایه ها است. کلیه توصیفات ارائه شده در خصوص تراکم و قوام خاک، طبق اعداد *SPT* اصلاح نشده می باشند. لازم به ذکر است به جهت اختلاف ارتفاع زیاد بین گمانه های ماشینی، اختلاف تراز آن ها در نمودار نتایج آزمایش *SPT* لحاظ نشده است.

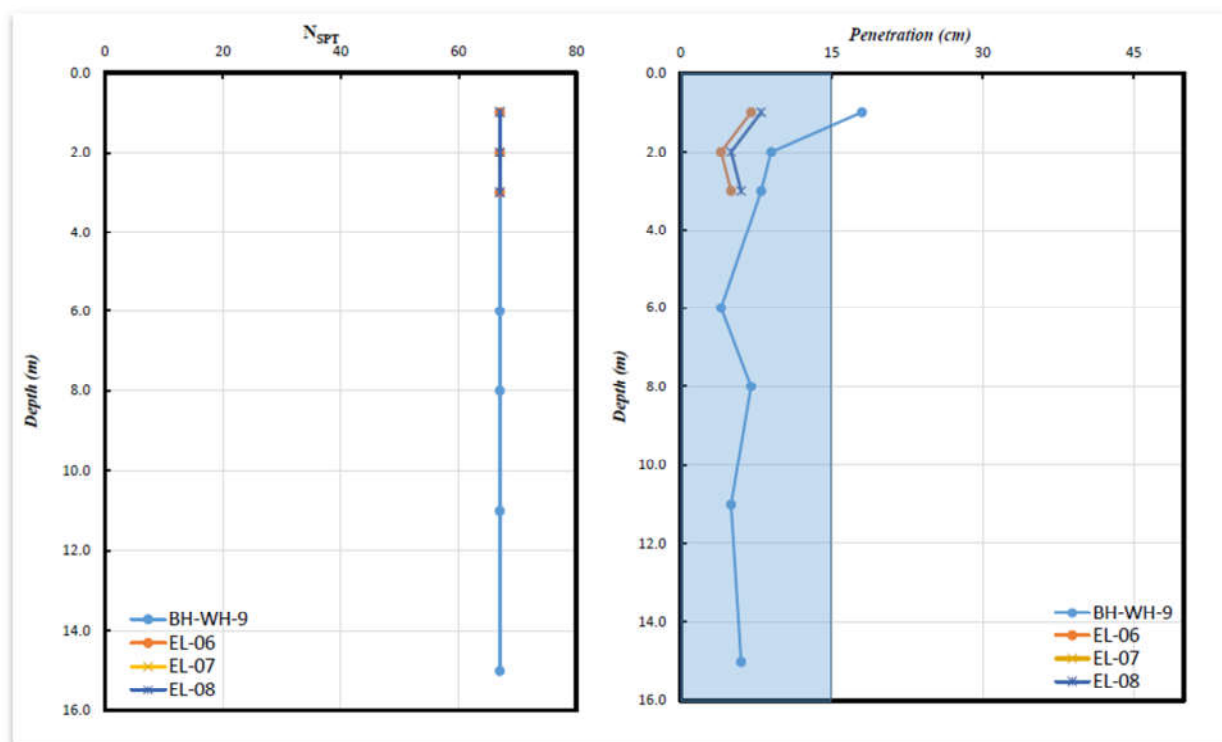
جدول 3-3. رابطه تراکم خاک درشت دانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک 1948)

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

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

<i>SPT value (N)</i>	<i>Type</i>	<i>Remarks</i>
0-2	<i>Very soft</i>	<i>Not suitable for civil structures, good for park.</i>
2-4	<i>Soft</i>	
4-8	<i>Medium Stiff</i>	<i>Good for very light structure using proper methods.</i>
8-15	<i>Stiff</i>	<i>Good for low load bearing structures.</i>
15-30	<i>Very Stiff</i>	<i>Good for moderate load bearing structures.</i>
Over 30	<i>Hard</i>	<i>Good for high load bearing structures.</i>

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12 <table><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><tr><td>BK</td><td>BK12</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D01</td></tr></table>	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	شماره صفحه : 25 از 64
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه											
BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01											



شکل 3-4- تغییرات نتایج ضربات SPT (اصلاح نشده) و میزان نفوذ متناظر برحسب عمق بسته ی BK-12

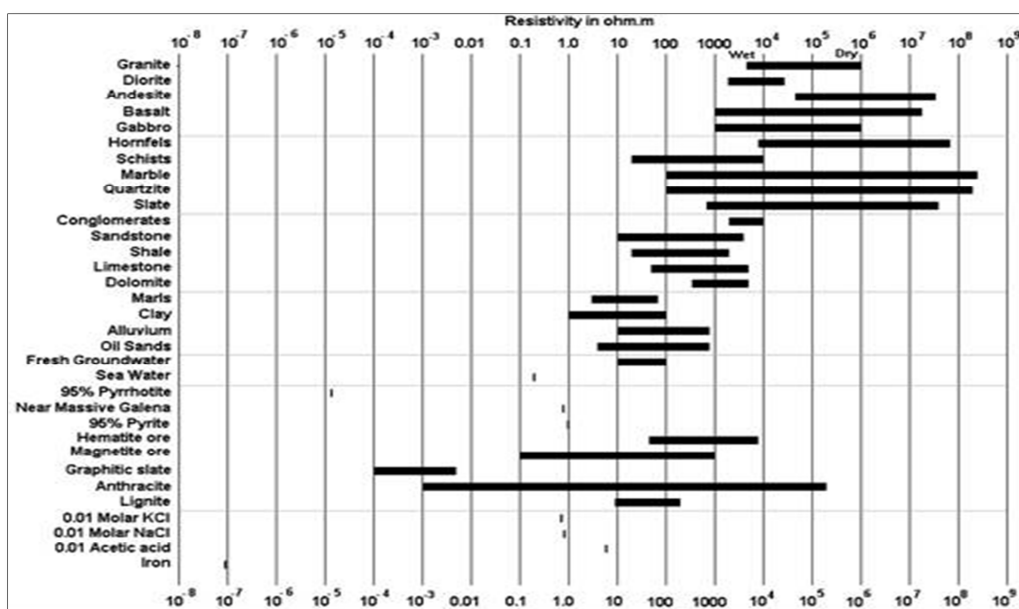
2-3-2- آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی (Geoelectrical Resistivity Test)

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.

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادر کننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 26 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادر کننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

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



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

۱-۲-۳- نحوه انجام آزمایش و آرایش الکترودها

در هنگام آزمایش آرایش های متفاوتی را می توان برای قرار دادن الکترودهای جریان و پتانسیل در سطح زمین مورد استفاده قرار داد. در اغلب این آرایش ها هر دو مجموعه الکترودها در امتداد یک خط قرار داده می شوند. معمولاً الکترودهای جریان در بیرون الکترودهای پتانسیل قرار می گیرند، هر چند که معکوس قرار دادن الکترودها نیز هیچ تفاوتی را در نتایج حاصله ایجاد نخواهد کرد. آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی در 4 محل (Line) در بسته ی BK-12 با عناوین BH-EL-6, BH-EL-7, BH-EL-8 و BH-WH-9 (در کنار مختصات هر گمانه ماشینی) با قرائت در اعماق یک و 3 متری، به منظور تعیین مقاومت الکتریکی خاک و میزان خوردگی خاک مطابق آیین نامه ASTM G57 انجام شده است.

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

می شود:

a = فاصله الکترودها (متر)

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 27 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

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

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

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

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

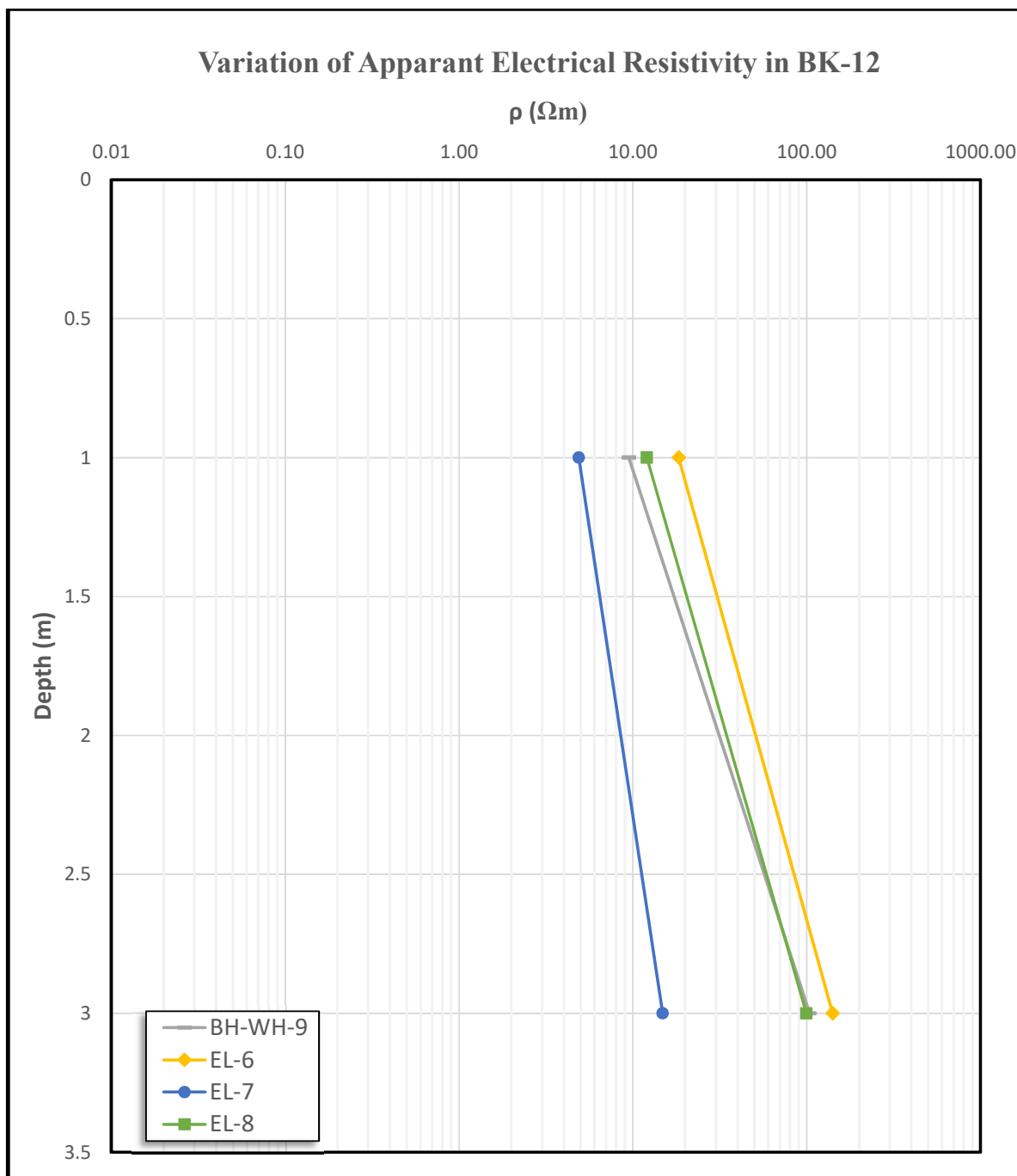
Station No.	$\rho_a (\Omega m)$	
	$a=1m$	$a=3m$
BH-WH-9	9.48	103.67
BH-EL-6	18.37	141.03
BH-EL-7	4.88	14.82
BH-EL-8	12.02	99.44

۲-۲-۲-۳- خوردگی

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

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 28 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			



شکل 3-6- تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب عمق در بسته ی BK-12

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 29 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

در جدول 3-6 محدوده پتانسیل خوردگی خاکها ارائه گردیده است که می تواند در تفسیر نتایج اندازه گیری های انجام شده در محل پروژه مورد استفاده قرار گیرد. بررسی های به عمل آمده نشان می دهد که مقادیر مقاومت های ظاهری الکتریکی به صورت متغیر در بسته ی BK-12 تا عمق 1 متری گمانه های ماشینی BH-WH-9 و BH-EL-7 کمتر از $10(\Omega.m)$ در محدوده خورنده و در گمانه های ماشینی BH-EL-8 و BH-EL-6 کمتر از $20(\Omega.m)$ در محدوده خوردگی متوسط قرار دارند. همچنین در عمق 3 متری گمانه ماشینی BH-EL-7 کمتر از 20 اهم متر و در محدوده خوردگی متوسط و در محدوده سایر گمانه های ماشینی در بازه خوردگی متوسط تا ناچیز قرار دارد. پیشنهاد می شود در نقاطی که خوردگی می تواند به سازه ها یا تأسیسات مرتبط، آسیب رسان باشد، با استفاده از روش های قیرپاشی یا سایر روش های مشابه، نسبت به محافظت (Coating) اقدام شود.

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

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

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

به منظور تعیین ضریب ارتجاعی (Elastic Soil Modulus) و دستیابی به پارامترهای نشست پذیری لایه های خاک، مطابق با درخواست شرکت محترم هیرگان انرژی مقرر گردید یک آزمایش بارگذاری صفحه در محل تأسیسات سرچاهی بسته ی BK-12 انجام شود، لذا این آزمایش بارگذاری صفحه در محل گمانه ی ماشینی BH-WH-9 انجام و نتایج آن در گزارش حاضر ارائه شده است. این آزمایش مطابق با استاندارد ASTM D1194-72 بر روی صفحه دایره ای شکل به قطر 30 سانتیمتر به عمل آمده است. صفحه بارگذاری توسط صفحات کوچکتی تقویت شده است و در اطراف آن سه نشانگر (Gauge) با دقت 0/01 میلیمتر نصب گردیده اند که میزان نشست را مشخص می نمایند. مدول الاستیسیته خاک با برازش بهترین خط عبوری از نقاط متناظر تنش-نشست به دست می آید. در جدول 3-7 خلاصه نتایج حاصل از آزمایش و در پیوست 3-2 نیز نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

جدول 3-7. مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه

Test No.	Depth (m)	Plate Diameter (cm)	E_{50} (kg/cm ²)
PLT-BK-12(BH-WH-9)	1.0	30	666

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سرپال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سرپال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 30 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سرپال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

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

آزمایش CBR به منظور تعیین مقاومت نسبی لایه های رویه و اساس و خصوصیات تراکم پذیری خاک مطابق با استاندارد ASTM D4429 انجام می شود. در این راستا مجموعاً یک آزمایش مذکور در مسیر دسترسی به تاسیسات سرچاهی بسته BK-12 انجام شده است. خلاصه نتایج حاصل از آزمایش در محل موقعیت مذکور در جدول 3-8 و در پیوست 3-3 نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

جدول 3-8. مشخصات و نتایج آزمایش CBR

Test No.	Depth (m)	Penetration	
		2.54(mm)	5.08(mm)
CBR-1	Ground Level	7.3%	10.8%

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

5-2-3- اندازه گیری دمای خاک

اندازه گیری دمای خاک در 4 گمانه ماشینی BH-EL-6, BH-EL-7, BH-EL-8 و BH-WH-9 در بسته BK-12 در عمق یک متری در سه زمان مختلف (صبح، ظهر، عصر) در بازه زمانی 13 الی 19 بهمن ماه 1400 (8 Feb-2022) و در تاریخ 17 خرداد 1401 (7 June 2022) انجام و نتایج حاصل از اندازه گیری دمای خاک در پیوست 3-4 ارائه شده است.

4-3- وضعیت تراز سطح آب

با توجه به نتایج حاصل از حفر 4 گمانه ماشینی، سطح آب در زمان عملیات اجرایی در محل حفر گمانه های ماشینی BH-EL-6, BH-EL-7, BH-EL-8 و BH-WH-9 تا عمق حداکثر 15 متر، تراز آب زیر سطحی مشاهده نشده است. نظر به این که گذر زمان و تغییرات شرایط جوی در فصول مختلف سال می تواند منجر به تغییر در سطح آب ایستابی در محدوده پروژه شود، ضروری است تراز آب زیرزمینی پیش از شروع عملیات عمرانی و در حین آن به طور دقیق بررسی شود.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 31 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

فصل 4- آزمایش های آزمایشگاهی

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

جدول 4-1. مشخصات آزمایش های آزمایشگاهی

نام آزمایش	شماره استاندارد	توضیحات
طبقه بندی خاک	ASTM D2488	
حدود اتربرگ	ASTM D4318	
دانه بندی	ASTM D421-422	برای ذرات کوچکتر از 0/075 میلیمتر متمایز ساختن دانه ها بوسیله هیدرومتری است.
هیدرومتری	ASTM D7928	
دانسیته و درصد رطوبت	ASTM D2216	
تک محوری سنگ	Publication No.737*	
بار نقطه ای سنگ	ASTM D5731	
برش مستقیم	ASTM D3080	
مقاومت کششی برزلی سنگ	ASTM D3967	
شیمیایی خاک	BS-1377	

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

4-1- توصیف و طبقه بندی لایه های خاک

بر اساس تجزیه و تحلیل های انجام شده بر روی نمونه های اخذ شده از اعماق مختلف گمانه های ماشینی بسته ی BK-12 با در نظرگیری نتایج آزمایش های آزمایشگاهی و فاصله گمانه های ماشینی از یکدیگر، لایه های موجود در محدوده این بسته را می توان مطابق شرح ارائه شده در ذیل، طبقه بندی نمود. جهت سهولت بررسی و مقایسه، در شکل 4-1 الی 4-3 محدوده مذکور ارائه و گمانه های ماشینی موجود در این محدوده معرفی شده است. لازم به ذکر تا زمان ارائه گزارش بسته ی BK-12 نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه از سوی شرکت محترم هیرگان انرژی ارائه نشده است.

براساس نتایج حاصل از حفاری های صورت گرفته و نتایج آزمایشات آزمایشگاهی، در گمانه های ماشینی BH-EL-6 و BH-EL-8 بعد از عبور از لایه خاک سطحی به ضخامت 50 سانتی متر توالی لایه های سنگی، رس

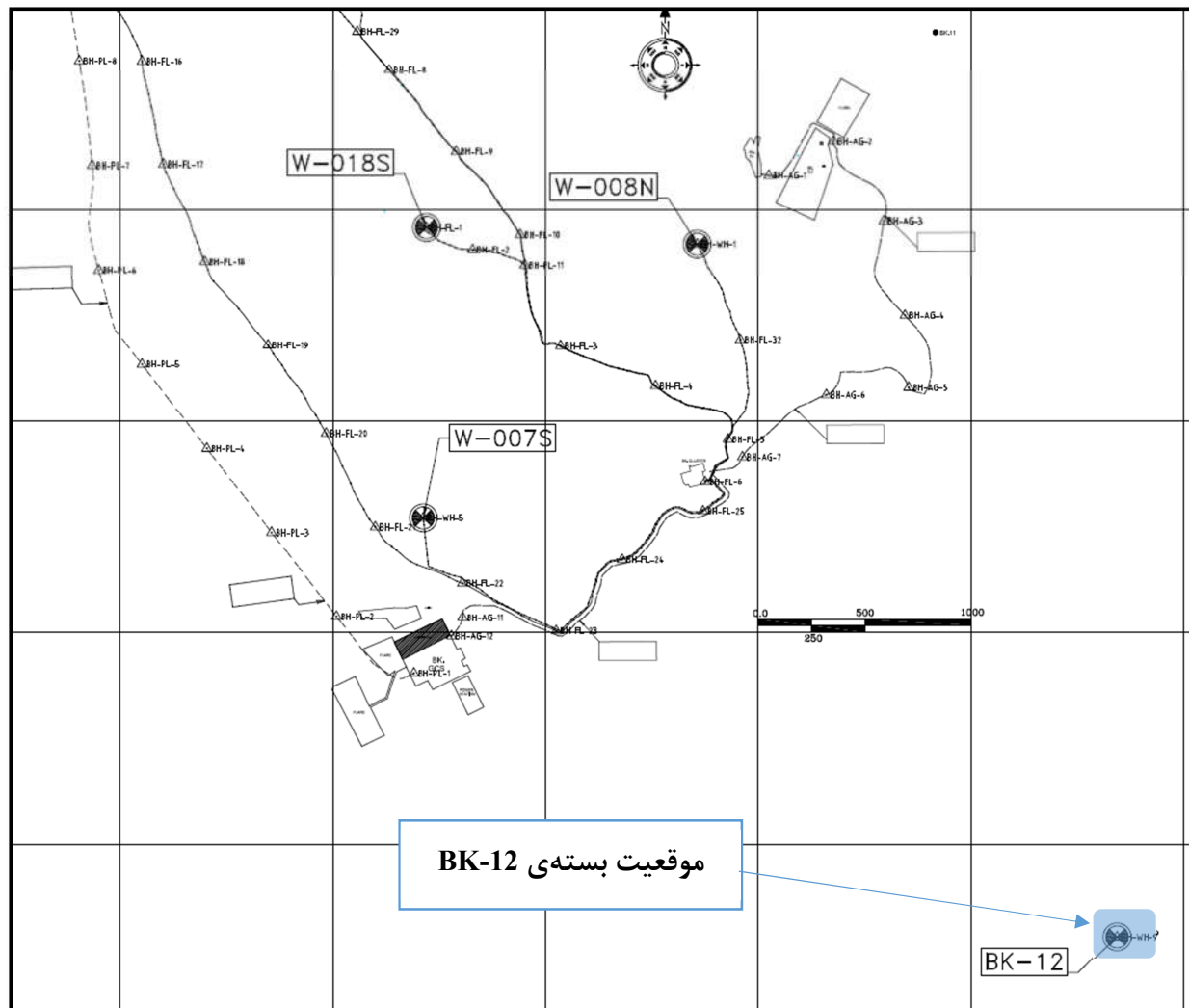
 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 32 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

سنگ (ClayStone) و مارن (Marl) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-EL-7 پس از گذر از 10 سانتی متر لایه خاک سطحی تا عمق 1/5 متر خاک ریز دانه رس با پلاستیسیته کم و در ادامه تا انتهای گمانه های ماشینی فوق الذکر توالی لایه های سنگی از جنس سنگ رسی (ClayStone) و مارن (Marl) قرار دارد. در گمانه ماشینی BH-9 تا عمق 40 سانتی متری خاک سطحی و از این عمق تا 1/2 متری خاک ریز دانه رس با پلاستیسیته کم سپس توالی لایه های سنگی از جنس سنگ رسی (ClayStone)، مارن (Marl) و سنگ سیلتی (SiltStone) مشاهده شده است. لایه های سنگی پس از 24 ساعت خیساندن در آب در طبقه بندی رس با پلاستیسیته کم و ماسه حاوی رس قرار می گیرند. لایه های مذکور مطابق طبقه بندی متحد خاک (USCS) عمدتاً در رده CL و SC طبقه بندی می شوند.



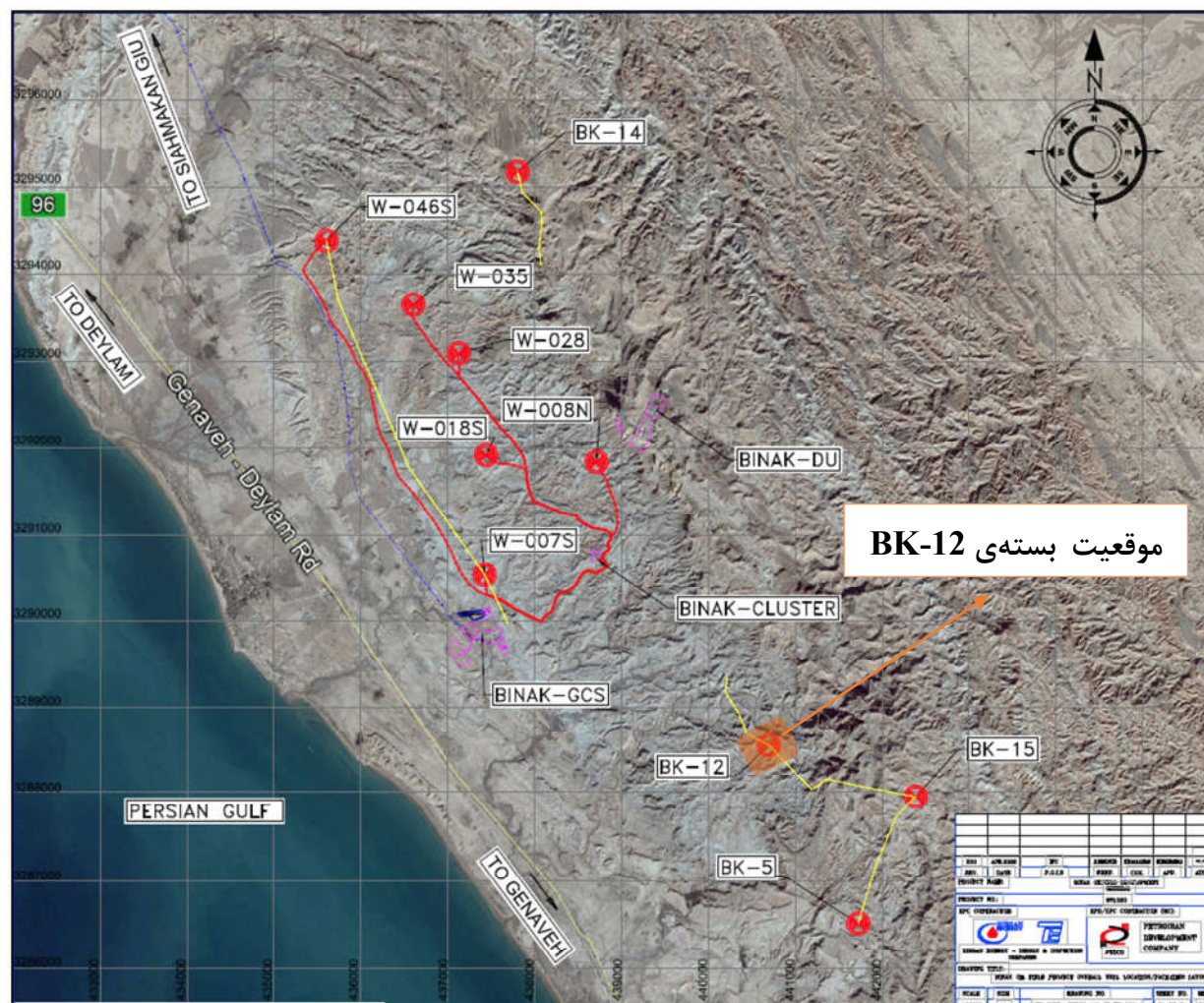
شکل 4-1- گمانه های ماشینی در محدوده مورد مطالعه موقعیت بسته ی BK-12

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 33 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			



شکل 4-2- موقعیت بسته ی BK-12- نقشه ارسالی از شرکت محترم هیرگان انرژی

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12							
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 34 از 64
	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01



شکل 3-4- موقعیت قرارگیری بسته ی BK-12 نسبت به سایر بسته های بخش تحت الارض- نقشه ارسالی از شرکت محترم هیرگان انرژی

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

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 35 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

مجموع طول مغزه های سنگی به دست آمده با طول بزرگتر از 100 میلیمتر
طول مغزه گیری = کیفیت مغزه گیری (*RQD*)

مطابق نتایج حاصل از حفاری های صورت گرفته، سنگ ها در این بسته ی کاری *BK-12* در محدوده سنگ های *Completely Weathered* تا *Moderately Weathered* قرار دارند.

میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی بسته ی *BK-12* به روش کمی 46 و به روش کیفی 42-52 می باشد.

گزارش کامل و اعداد دقیق شاخص مقاومت زمین شناسی این محدوده در پیوست 6 آمده است.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 36 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

فصل 5- پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی

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

با توجه به جنس لایه های خاک، نتایج آزمایش های برجا، آزمایش های آزمایشگاهی و براساس قضاوت مهندسی حاصل از حفر 4 گمانه ماشینی در بسته ی BK-12، مقادیر پارامترهای فیزیکی و مکانیکی جهت تعیین مقاومت مجاز خاک طبیعی برای استفاده در طراحی های ژئوتکنیکی به شرح جدول 5-1 ارائه شده است. به دلیل اهمیت پروژه و فاصله بین گمانه های ماشینی اجرا شده، همانگونه که پیشتر نیز ذکر گردید، پارامترهای مذکور، در محدوده حفر گمانه های ماشینی قابل استفاده است و مسئولیت تعمیم آن به کل محدوده بر عهده مشاور نمی باشد. پارامترها و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی در محدوده بسته ی BK-12 در جدول 5-1 ارائه شده است. یاد آور می گردد اگرچه به دلیل سفتی لایه ها امکان اخذ نمونه دست نخورده و مناسب برای انجام آزمایش تحکیم وجود نداشت لیکن باتوجه به جنس لایه ها و ماهیت تحکیم پذیری آنها به دلیل احتمال نشت و رسوخ آب به زیر تراز شالوده ها، نشست تحکیم در شرایط غیراشباع برای خاک تا عمق حداکثر 4 متر از سطح زمین در محاسبات فرض شده است.

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

Layer type according to Unified method	CL	Marl/ClayStone (CL)	Marl/ClayStone (CL)	Unit
Depth	0.0-4.0	4.0-10.0	10.0-15.0	m
Soil cohesion (Cu)	0.7-1.3	1.3-2.5	2.5-4.5	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.85-1.95	1.90-2.00	2.00-2.10	g/cm ³
Soil module of elasticity (Es)	130-230	350-550	600-800	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)	0.35-0.40	0.30-0.35	0.30-0.35	-

5-2- پتانسیل روانگرایی

روانگرایی به واکنش خاک در برابر بارهای دینامیکی یا تحریک ناشی از امواج برشی زودگذر اطلاق می شود که در نتیجه آن مقاومت خاک به طور کامل از بین رفته و حالتی آبگونه به خود می گیرد. در صورتی که یک ماسه اشباع به لرزه درآید، متراکم شده و از حجم آن کاسته می شود. در چنین شرایطی اگر آب نتواند به سرعت از محیط خارج و به اصطلاح زهکشی شود، کاهش حجم باعث افزایش فشار آب منفذی می شود. وقتی که فشار آب منفذی برابر فشار سربار شود، تنش موثر بین ذرات خاک صفر گشته، ماسه به طور کامل مقاومت برشی خود را از دست می دهد و در نتیجه حالت آبگونه پیدا می کند. عوامل زمین شناسی متعددی در میزان استعداد آبگونه شدن خاک دخالت دارند که مهمترین آنها عبارتند از فرآیند رسوب گذاری، سن رسوب، تاریخچه زمین شناسی، عمق سطح ایستابی، دانه بندی،

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 37 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

نوع خاک، عمق مدفون شدن، شیب دامنه و بالاخره نزدیکی به یک سطح آزاد. بدیهی است با افزایش سن رسوب استعداد آبگونه شدن آن کاهش می یابد. علت این امر پیش تنیدگی خاک بر اثر وزن رسوب یا زمین لرزه های قدیمی می باشد. بیشترین استعداد آبگونه گی در نواحی ساحلی حاوی آبرفت های ماسه ای ریزدانه و اشباع شده که از تراکم و میزان رس کمی برخوردارند دیده می شود.

همانگونه که پیش تر نیز ذکر گردید در 4 گمانه ماشینی حفر شده در بسته ی BK-12 در زمان عملیات اجرایی به سطح آب زیرزمینی برخورد نشده است و به دلیل عدم مشاهده لایه های سست و نیمه متراکم ماسه ای اشباع، پتانسیل وقوع روانگرایی، منتفی است. به علاوه طبق مراجعی چون نشریه 525 و مطابق با بند 1-2-6 آیین نامه 2800، استعداد روانگرایی نسبی خاک ها در لایه های دارای ضربات *SPT* بیش از 30 بسیار کم است و می توان از بررسی وقوع روانگرایی صرف نظر کرد. در نتیجه در پروژه ی حاضر احتمال وقوع روانگرایی منتفی می گردد. همچنین با توجه به عدم وجود پتانسیل روانگرایی در محدوده مورد نظر، خطر گسترش جانبی منتفی است.

3-5- برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش)

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

3-5- برآورد پتانسیل تورم

طبق رابطه *Seed (1962)* $S = 2.16 \times 10^{-3} (PI)^{2.44}$ می باشد، میزان متوسط نشانه خمیری خاک تا عمق تقریبی 4 متری 23 می باشد. براساس رابطه مذکور پتانسیل تورم طبق جدول 2-5 در محدوده متوسط برآورد شده و پیشنهاد می گردد تمهیدات لازم در این زمینه پیش بینی شود.

جدول 2-5- طبقه بندی پتانسیل تورم

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 38 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

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 برای پی‌های مربعی، مستطیلی با نسبت طول به عرض 2و 5، شالوده نواری با نسبت طول به عرض 10 و پی گستره با ابعاد 10×10، 12×20 و 20×20 متر 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 جدول 5-1 ارائه گردیده است. لیکن با توجه به اهمیت پروژه لازم است در صورت مشاهده تغییرات قابل توجه در وضعیت خاک و برخورد به لایه‌های 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 شالوده‌ها در عمق یک در نظر گرفته شده است. نظر به اینکه شناسایی‌های ژئوتکنیکی مسیر برق رسانی تا عمق 3 متری بستر انجام گرفته (فقط گمانه BH-WH-9 تاسیسات سرچاهی تا عمق 15 متری اجرا شده است)، در محاسبه ظرفیت باربری شالوده‌های سطحی، فرض بر ادامه لایه

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><tr><th>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>BK12</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D01</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	شماره صفحه : 39 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه																			
BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01																			

انتهایی تا پایان حوزه تأثیر بار شالوده بوده است. مشخصات فنی مربوطه در فصل پنجم و نتایج محاسبات ظرفیت باربری به تفکیک نواحی در پیوست 5 ارائه شده است.

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 7 ارائه شده است.

3-6- نشست خاک

با در نظر گیری جنس خاک در محل حفاری گمانه‌های ماشینی، نشست شالوده‌ها عمدتاً ناشی از تغییر شکل ارتجاعی لایه‌های خاک (*Elastic Settlement*) و در 4 متر فوقانی از سطح زمین فرض بر رخداد تحکیم با شرایط غیر اشباع در در نظر گرفته شده است. جهت محاسبه نشست‌های آنی از رابطه الاستیک *Timoshenko & Goodier* با اعمال ضریب *Stein Brenner* (با تأثیر ضریب عمق *Fox*) استفاده شده است. شایان ذکر است که طبق نظر مولفین متعدد و کتب مرجع از جمله *Bowles*، آیین نامه *U.S.S.R* و جداول مربوط به نشست مجاز در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان- پی و پی سازی در 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 فلزی میزان نشست نامساوی مجاز برابر 0/0033L در نظر گرفته می‌شود (L فاصله دو ستون مجاور است). در بارگذاری زلزله می‌توان مقاومت مجاز خاک را به سبب ماهیت نیروها به میزان 33 درصد افزایش داد.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 40 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

6-4- ظرفیت باربری مجاز شالوده‌های سطحی

به منظور سهولت طرح پی‌های سطحی، نمودارهای ظرفیت باربری مجاز و نشست متناظر برای پی‌های مربعی، مستطیلی با نسبت طول به عرض 2 و 5، شالوده نواری با نسبت طول به عرض 10 و پی گستره با ابعاد 12×20، 10×10 و 20×20 متر با فرض قرارگیری به روی خاک طبیعی در پیوست 5 آورده شده است. در شکل‌های مذکور D عمق خاکبرداری تا زیر پی و D_f عمق مدفون شالوده در نظر گرفته شده است. در محاسبات ظرفیت باربری گمانه های ماشینی BH-EL-6, BH-EL-7, BH-EL-8 و BH-WH-9 عمق گیرداری شالوده‌های مربعی، مستطیلی، نواری و شالوده گسترده برابر یک متر در نظر گرفته شده است. در صورتی که عمق گیرداری کمتر از یک متر اجرا گردد محاسبات ظرفیت باربری پی‌های سطحی می‌بایست مورد بازنگری قرار گیرد.

در تهیه نمودارهای مربوط به ظرفیت باربری پی‌های 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 پی‌های 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 تنش‌های وارده بیش از مقادیر مجاز نباشد. در ارزیابی معیارهای گسیختگی به علت مشخص نبودن مقادیر لنگر و نیروهای افقی وارد بر پی، ضریب اطمینان برابر 5 در نظر گرفته شده است.

توصیه می‌گردد 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 خاک‌های غیر

چسبنده و رابطه $R_e = 1 - 2\frac{e}{B}$ برای خاک‌های 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 می‌شود حداکثر نسبت e/B برابر $\frac{1}{6}$ در نظر گرفته شود. در صورت وجود نیروی افقی یا زاویه‌دار بودن بار وارده بر شالوده، اثر میل بار باید در روابط تعیین ظرفیت باربری در نظر گرفته شود. در صورت استفاده از ضرایب میل

بار روش Hansen به منظور جلوگیری از لغزش شالوده، بایستی شرط $H \leq Vtg\delta + A_f C_a + \frac{P_p}{SF}$ برقرار باشد. P_p

فشار مقاوم خاک و δ ، زاویه اصطکاک بین بتن و خاک می‌باشد. اثر کاهندگی قرارگیری پی بر لبه شیب در محاسبات لحاظ نشده است و فرض بر رعایت فاصله ایمنی پی تا لبه شیب مطابق مبحث هفتم می‌باشد همچنین پایدار سازی کلی ترانشه‌ها در صورت وجود باید بررسی شود.



 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 41 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

۱-۴-۶- ضریب عکس العمل بستر (K_s)

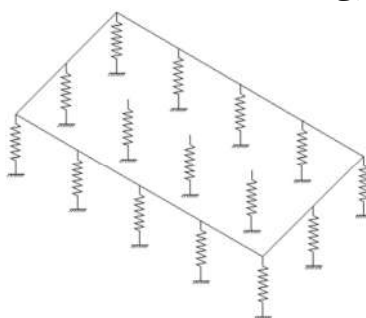
برای تحلیل پی ها و محاسبه برش، لنگر و تغییر شکل در مدلسازی عددی باید از روش های مبتنی بر شبیه سازی بستر با فنر به عنوان مبنایی جهت طرح سازه های شالوده استفاده نمود. این روش نخستین بار توسط وینکلر در سال 1867 پیشنهاد گردید و به روش تیر بر بستر الاستیک معروف است. در این روش، مدول عکس العمل خاک (K_s) برای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

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

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

روش وینکلر:

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

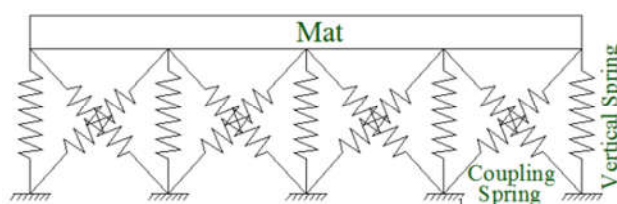


شکل 6-1- مدلسازی فنر وینکلر

روش کوپل:

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

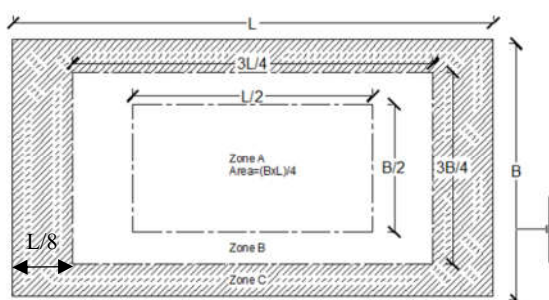
 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سرئال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سرئال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 42 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سرئال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			



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.



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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 43 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

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 آبی در تنش و برش به عنوان خطای عددی مورد توجه قرار گیرد. مجدداً یادآور می گردد مطابق پیشنهاد *ACI* طراح سازه مجاز است به منظور تدقیق محاسبات، مقدار مدول عکس العمل خاک (K_s) را با توجه به میزان نشست بدست آمده در تحلیل اولیه مطابق نمودار ظرفیت باربری مربوطه اصلاح و تحلیل مجدد انجام دهد.

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

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

جدول 1-6- مدول عکس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر

$B(m)$	مدول عکس العمل بستر پی سطحی (kg/cm^3)			
	$L/B=1$	$L/B=2$	$L/B=5$	$L/B=10$
1.0	2.33	1.71	1.41	1.33
2.0	1.21	0.97	0.89	0.86
3.0	0.89	0.76	0.71	0.70
4.0	0.75	0.66	0.63	0.62
5.0	0.67	0.60	0.57	0.57

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

$B \times L (m)$	$S (cm)$	مدول عکس العمل بستر پی گسترده (kg/cm^3)		
		گوشه پی	لبه پی	وسط پی
12×20	5	1.88	0.94	0.47
10×10	5	1.92	0.96	0.48

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12							
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 44 از 64
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

0.38	0.76	1.52	5	20x20
------	------	------	---	-------

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

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12							
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 45 از 64
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

فصل 7- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایدارسازی گود

7-1- بررسی فشار محرک و مقاوم خاک

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

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

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

در روابط فوق:

q : سربار قائم برحسب t/m^2

K_p و K_a : ضرایب فشار جانبی خاک

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

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

h : تراز نقطه اعمال فشار P_a از سطح زمین به متر

γ : وزن مخصوص طبیعی خاک به واحد t/m^3

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

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

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

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

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 46 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

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 می باشد. این مقدار بین $0.5 A$ (دیوارهای انعطاف پذیر مانند دیوارهای طره ای) و $1.0 A$ (دیوارهای صلب با قابلیت جابجایی محدود مانند دیوارهای زیرزمین) متغیر است. A شتاب مبنای طرح می باشد. توصیه می شود در هنگام استفاده از ضرایب فشار مقاوم در حالت استاتیکی و دینامیکی متناسب با شرایط بارگذاری کوتاه مدت یا بلند مدت ضریب ایمنی مناسبی اعمال شود. مطابق رابطه زیر، زاویه θ محاسبه می گردد:

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

در محاسبات ارائه شده $\delta = 0$ (زاویه اصطکاک بین دیوار و خاک) فرض گردیده است. لازم بذکر است مقدار زاویه δ بر اساس معیارهایی مانند جنس مصالح پر کننده، تراکم لایه های خاکریز و نحوه اجرای دیوار در حین ساخت قابل تعیین می باشد و باید مشاور محترم بر اساس موارد فوق نسبت به مشخص نمودن آن اقدام نماید. به منظور عملکرد بهتر دیوار حائل توصیه می شود جهت پر کردن پشت دیوار از مصالح درشت دانه در رده خاک های GP, GW یا SW و SP استفاده شود. همچنین تعبیه مجاری زهکشی طولی در پشت دیوار ضروری می باشد تا از تجمع آب و نتیجتاً افزایش فشار وارده به دیواره های حائل جلوگیری به عمل آید. در جدول 1-7، ضرایب فشار جانبی خاک در حالات مقاوم، محرک و سکون در محل بسته ی $BK-12$ با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز دانه ای ارائه شده است. در شرایط زلزله عملکرد کوتاه مدت لایه های رسی ملاک بوده و با توجه به اینکه زاویه اصطکاک داخلی خاک در این حالت نزدیک صفر می باشد؛ ضرایب فشار جانبی خاک در حالت زلزله معادل یک خواهد بود. لیکن در محاسبه فشارهای جانبی چسبندگی خاک در کاهش نیروهای وارده موثر می باشد که باید از رابطه زیر محاسبه گردد.

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

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

جدول 1-7- 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 خاکریز 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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 47 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

4-7- گودبرداری و پایداری شیب

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

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

در معادله فوق داریم:

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

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

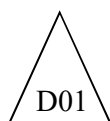
$$F.S. = \text{ضریب اطمینان} \quad \gamma = \text{وزن مخصوص خاک}$$

با در نظرگیری عمق خاکبرداری، شرایط خاک طبیعی محل و با در نظر گرفتن ضریب اطمینان ($F.S.=1.5$) در صورت وجود ساختمان و هرگونه سربار، خاکبرداری قائم می بایست در فاصله ایمن حداقل 1/5 برابر عرض پی این سازه ها و عوارض انجام پذیرد. شیب مجاز خاکبرداری، در موقعیت BK-12 برای لایه های خاک تا عمق حداکثر یک متری در گمانه های ماشینی BH-EL-6, BH-EL-7, BH-EL-8 و BH-WH-9 در محدوده میدان نفتی بینک بدون در نظر گرفتن اثر سربار سازه های مجاور، آب های جاری، اثر زلزله و با توجه به شرایط لایه های بستر به صورت قائم در کوتاه مدت برآورد شده است ولی در دراز مدت به دلیل کاهش قفل و بست میان ذرات، اثر هوازدگی همچنین تر و خشک شدن متوالی لایه ها، توصیه می شود عملیات محافظت بدنه ترانشه در نظر گرفته شود. پس از گذشت مدتی از گودبرداری به دلیل اثر هوازدگی، نفوذ رطوبت و کاهش قفل و بست میان ذرات، وقوع ریزش های موضعی محتمل می باشد. در دراز مدت با توجه به شرایط لایه های بستر، شیب مجاز خاکبرداری تا عمق حداکثر یک متری به صورت 75-80 درجه برآورد می شود و در لایه یک متری سنگ رس اگرچه شیب پایدار آن در کوتاه مدت به صورت قائم می باشد لیکن به دلیل وجود درز و شکاف در این لایه و در طول مسیر، احتمال روی دادن ریزش های موضعی وجود دارد. لذا لازم است پس از این مدت نسبت به کاهش شیب مجاز در صورت عدم احداث سازه نگهدارنده، اقدام گردد. برای پایداری درازمدت شیب های مذکور باید حفاظت های سطحی برای جلوگیری از رسوخ آب و شسته شدن لایه ها صورت گیرد، در غیر این صورت احتمال وقوع ریزش به صورت کلی و موضعی در ترانشه ها، در درازمدت وجود دارد.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سرپال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سرپال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 48 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سرپال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

5-7- روشهای پایداری گود

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



1-5-7- روش دیوار برلنی

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

• معایب:

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

2-5-7- روش انکراژ (Anchoring):

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

• معایب:

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سرپال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سرپال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 49 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سرپال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

• مزایا:

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

3-5-7- روش میخکوبی (Nailing)

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

• مزایا:

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

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

• معایب:

به منظور اجرای این سیستم نیاز به افراد متخصص و باتجربه است. در شرایطی که کنترل دقیق تغییر شکل لازم است، این روش مناسب نمی باشد. این 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.

3-5-7- 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 باربر بوده و می توان از آن به عنوان دیوار حائل نیز استفاده کرد.

• مزایا:

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 50 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

این روش دارای سرعت قابل ملاحظه‌ای است و از درجه اطمینان بالایی نیز برخوردار می‌باشد.
دیوار حائل همزمان با دیوار نگهبان احداث می‌شود.

از این روش به خوبی می‌توان برای حفاری‌هایی 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 محل‌هایی که دارای محدودیت جانبی هستند به سختی کار می‌کند.

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

5-5-7 روش مهار متقابل:

در این روش ابتدا چاهک‌هایی در فواصل معین، در دو طرف گود حفر و در درون این چاهک‌ها پروفیل H قرار داده می‌شود. می‌توان برای تثبیت بیشتر این پروفیل‌ها درون چاهک را با ملات سبک پر کرد. سپس عملیات گودبرداری بصورت قائم انجام می‌گیرد و به منظور مهار نیروی رانشی خاک در فواصل معینی بین دو طرف گود تیرهایی در بین پروفیل‌های عمودی قرار داده می‌شود در صورتی که خاک خیلی ریزشی باشد باید بین اعضا قائم الوارهای چوبی قرار داد.

• مزایا:

این روش یکی از روش‌های خوب و مطمئن برای گودبرداری‌هایی 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 می‌توان برای عرض‌های گودبرداری کم و حداکثر تا 10 متر استفاده کرد در صورت زیاد بودن عرض گود باید بین تیرهای افقی مهار بندی شود که باعث می‌شود فضای کار محدود شود این روش اختصاصاً برای کانالهای مختلف بسیار مناسب است.

5-5-7 روش اجرای شمع درجا:

در این روش در پیرامون زمینی که قرار است گودبرداری شود شمع‌های بتنی درجا در فواصل معینی نسبت به یکدیگر اجرا می‌شود این شمع‌ها فشار جانبی خاک را بصورت تیر یکسر گیردار تحمل می‌کنند. طول گیرداری لازم

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 51 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

برای شمع‌ها را می‌توان $H/3$ در نظر گرفت (H ارتفاع گودبرداری است) بعد از اجرای این شمع‌ها، می‌توان عملیات گودبرداری را آغاز و بصورت قائم گودبرداری کرد.

• مزایا:

شمع‌های اجرا شده به عنوان دیوار حائل نیز عمل می‌کنند.

سرعت عملیات بالاست.

• معایب:

در صورتی که ارتفاع گودبرداری زیاد باشد، فواصل شمع‌ها کم و قطر لازم برای شمع زیاد خواهد بود با توجه به

مطالعات اولیه انجام گرفته از این روش می‌توان برای گودبرداری تا 5 متر بخوبی بهره گرفت.

برای گودبرداری و پایداری سازی آن در تمامی نواحی و برای تمام ساختمان‌ها مخصوصاً ساختمان‌های مسکونی

باید طرحی در نظر گرفته شود که روش اجرای آن آسان بوده قابلیت انعطاف بیشتری داشته باشد.

در شکل 1-7 و 2-7 تصاویری از اجرای سازه های نگهدارنده در گودبرداری نشان داده شده است.



شکل 7. Error! No text of specified style in document. 1-

تصاویری از سازه های نگهدارنده جهت گودبرداری (روش اجرای شمع و خربا)

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 52 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			



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

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:

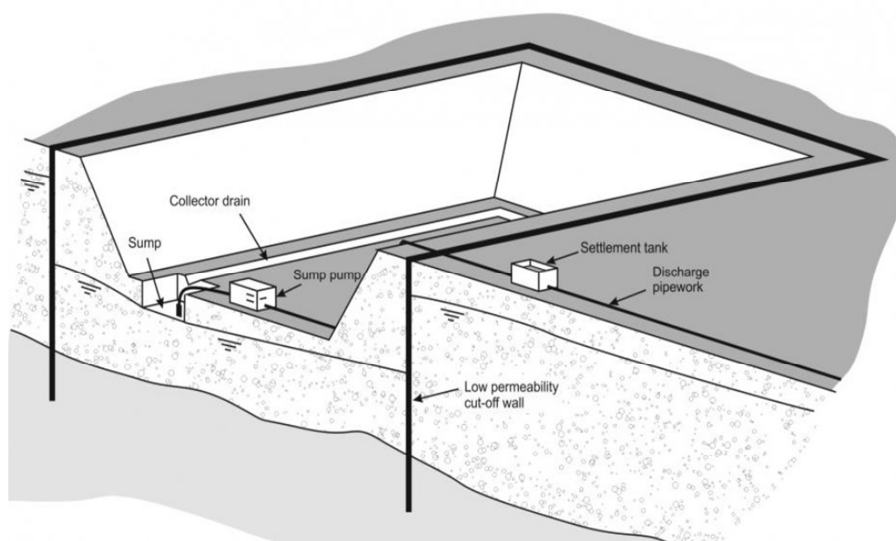
- سطح آب پایین افتاده در تمام دوره ساخت باید تحت کنترل کامل باشد.
- روش آبکشی باید طوری انتخاب شود که در تمام دوره ساخت پایداری دیواره و کف گود حفظ گردد.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 53 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	

- در حین زهکشی خاک‌های با دانه‌بندی یکنواخت، خود مصالح نقش فیلتر را ایفا کرده و از شسته شدن خاک در اثر پمپاژ جلوگیری می‌کند. در غیر این صورت باید از مصالح فیلتر مناسب در اطراف گودال یا چاه تخلیه استفاده نمود.
 - در سیستم‌های پمپاژ همواره باید پمپ‌های کمکی (*standby*) با ظرفیت کافی برای مواقع اضطراری و سرویس در دسترس باشد.
- در ادامه توضیحات لازم در مورد روش‌های مختلف آبکشی ارائه شده است.

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

این روش ساده‌ترین راه حل برای آبکشی از داخل گودبرداری‌ها می‌باشد. در این روش پیرامون گود و خارج از محل احداث سازه، نهری با شیب ملایم (*ditch*) به سمت گودال‌های تخلیه (*sumps*) ساخته شده و آب جمع شده در این گودال‌ها توسط پمپ تخلیه می‌شود. در تمام شرایط کف گودال باید از کف نهرهایی که آب را به سمت آن هدایت می‌کنند و همچنین از کف گود در تراز پایین‌تری باشد. اگر لازم شود، در حین دوره ساخت باید گودال را عمیق‌تر نمود. همچنین ابعاد گودال بایستی به مقدار قابل توجهی از فضای لازم برای استقرار پمپ‌ها بزرگتر باشد. پمپ در گودال به گونه‌ای مستقر می‌شود تا از کف حداقل 30 سانتیمتر بالاتر باشد تا در صورت ته نشینی رسوبات در کف گودال اختلالی در پمپاژ بوجود نیاید.



شکل 7-3 - روش نهر و پمپاژ از گودال

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 54 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

سیستم نقطه چاهها (Well Point System)

در این روش چاههایی با قطر کوچک در خارج منطقه گودبرداری قبل از انجام عملیات حفر می‌شوند. نقطه چاه وسیله‌ای برای مکش آب است که براحتی در زمین نصب شده و همانند یک چاه کوچک عمل می‌کند. این وسایل لوله‌هایی فولادی یا پلاستیکی سوراخ‌داری با طول حدود 60 تا 120 سانتیمتر و قطر 5 تا 7/5 سانتی‌متر می‌باشند که از طریق یک پوشش مشبک محافظت می‌شوند تا از گرفتگی آنها جلوگیری شود. نقطه چاهها از طریق لوله‌های بالابر (*riser pipe*) به لوله اصلی (*header pipe*) وصل شده و لوله اصلی نیز به یک پمپ مرکزی متصل می‌شود 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 می‌شود (این عمق در ماسه‌های ریز و لای دار به 3 تا 4 متر محدود می‌شود). برای پایین آوردن تراز آب به بیش از 5 تا 6 متر می‌توان از سیستم نقطه چاه چند مرحله‌ای استفاده نمود که این روش مستلزم ایجاد چند برم در شیروانی‌های گودبرداری بوده و ابعاد خاکبرداری را افزایش می‌دهد. ظرفیت یک چاه نقطه‌ای معمولاً بسته به جنس خاک بین 0/6 تا 4 مترمکعب در ساعت است.

این روش آبکشی برای خاک‌های ماسه‌ای مناسب است. در خاک‌های شنی، فاصله بین نقطه چاهها بسیار کم و غیر عملی می‌شود. از این روش در خاک‌های رسی نیز استفاده نمی‌شود، زیرا در این شرایط میزان سرعت تراوش آب و در نتیجه سرعت پایین آوردن سطح آب خیلی کم می‌شود. راندن نقطه چاهها در خاک‌های شامل قله سنگ معمولاً با مشکلات اجرایی همراه است. بعلاوه کنترل جایگذاری صحیح فیلتر در اطراف نقطه چاهها به لحاظ اجرایی مشکل است. در صورت عدم کارکرد صحیح فیلترها، ممکن است لایه‌های نفوذناپذیری در اطراف چاه تشکیل شده و مانع رسیدن آب به چاه نقطه‌ای گردد.



شکل 4-7 - سیستم آبکشی با نقطه چاه

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 55 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			



شکل 5-7 - سیستم نقطه چاه چند مرحله‌ای

سیستم چاه‌های کم عمق (Shallow well System)

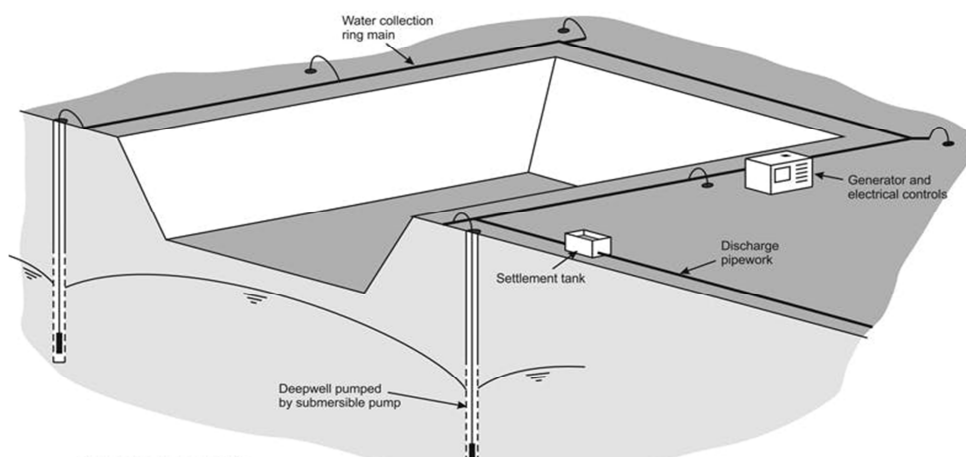
در سیستم چاه‌های کم عمق، چاه‌هایی به قطر حدود 30 سانتیمتر با دستگاه حفاری اجرا شده و پمپ‌هایی که در سطح زمین استقرار می‌یابد بوسیله لوله‌های مکش، آب را به خارج از چاه پمپاژ می‌کند. محدودیت پایین آوردن تراز آب با این روش در حدود 8 متر است. از این روش بویژه در شرایطی که استفاده از سیستم نقطه چاه بدلیل سخت بودن لایه‌های خاک امکان پذیر نیست، استفاده می‌گردد. این چاه‌ها در خاک‌های با نفوذپذیری بالا که اجرای نقطه چاه‌ها در فواصل خیلی کم غیرعملی است نیز قابل اجرا می‌باشد. از دیگر مزایای این روش نسبت به نقطه چاه شناسایی دقیق زمین در حین حفاری و امکان تغییر فیلتر یا تجدید نظر در فاصله چاه‌ها می‌باشد. بدلیل فاصله بیشتر چاه‌های کم عمق، دستخوردگی زمین نسبت به سیستم چاه‌های نقطه‌ای 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 می‌گردد. قطر چاه-

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 56 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

های عمیق معمولاً بین 25 تا 45 سانتیمتر و عمق آنها بین 10 تا 35 متر است. چاههای عمیق در لایه‌های 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 6-7 - سیستم آبکشی از چاههای عمیق

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.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12							
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 57 از 64
053 – 073 – 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

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

8-1- جمع بندی و نتیجه گیری

- محدوده مورد مطالعه به شرح زیر است:
شامل 4 گمانه ماشینی به عمق حداکثر 15 متر می باشد. در گمانه ماشینی BH-WH-9 توالی لایه های سنگی، سنگ سیلتی (SiltStone)، سنگ مارن (Marl) و سنگ رسی (ClayStone) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-EL-6 و BH-EL-8 بعد از عبور از لایه خاک سطحی به ضخامت 50 سانتی متر توالی لایه های سنگی، سنگ رسی (ClayStone) و مارن (Marl) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-EL-7 پس از گذر از لایه ی 10 سانتی متر خاک سطحی، تا عمق 1/5 متر خاک ریز دانه رس با پلاستیسیته کم و در ادامه تا انتهای گمانه های ماشینی فوق الذکر توالی لایه های سنگی، سنگ رسی (ClayStone) و مارن (Marl) قرار دارد.
- حین انجام عملیات حفاری گمانه های ماشینی BH-EL-6، BH-EL-7، BH-EL-8 و BH-WH-9 تا عمق حداکثر 15 متر، سطح آب زیرزمینی مشاهده نشده است. نظر به این که گذر زمان و تغییرات شرایط جوی در فصول مختلف سال می تواند منجر به تغییر در سطح آب ایستابی در محدوده پروژه شود، ضروری است تراز آب زیرزمینی پیش از شروع عملیات عمرانی و در حین آن به طور دقیق بررسی شود.
- به دلیل عدم مشاهده لایه های سست و نیمه متراکم ماسه ای اشباع و تراز آب زیرزمینی در گمانه های ماشینی این سایت و مطابق با آیین نامه، به علت بالا بودن ضربات SPT پتانسیل وقوع روانگرایی، منتفی است.
- جهت تعیین ضرائب زلزله، از ویرایش چهارم آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد 2800)، استفاده شده است. مطابق این آیین نامه، محل پروژه در محدوده با خطر نسبی زیاد قرار دارد که شتاب مبنای طرح معادل 0/3g معرفی شده است. براساس نتایج آزمایشات صحرایی SPT و بررسی های لایه های مشاهده شده در محل، آیین نامه ی استاندارد لرزه ای 2800 خاک منطقه مورد مطالعه در از نوع II می باشد.

8-2- توصیه فنی

- در اجرای شالوده ها می بایست کلیه اصول فنی از جمله اجرای صحیح درزهای اتصال سازه ای، مسطح بودن تراز شالوده در هنگام بتن ریزی، رعایت پوشش لازم بتنی و سایر موارد ایمنی رعایت شود. در محل هایی که جهت قرار گرفتن شالوده گودبرداری می گردد، متراکم نمودن خاک ضرورتی ندارد ولیکن لازم است قبل از بتن ریزی شالوده، بتن مگر (Lean Concrete) به ضخامت حداقل 10 سانتیمتر در سریع ترین زمان بر روی سطح خاکبرداری شده ریخته شود.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12							
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12							شماره صفحه : 58 از 64
	پروژه	بسته کاری	صادر کننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01

- میزان نفوذپذیری در لایه های خاک متراکم و سنگ مشاهده شده در گمانه های ماشینی بسته ی BK-12 ناچیز می باشد.
 - به منظور جلوگیری از اثر فرسایشی رطوبت بر خاک زیر شالوده توصیه می گردد شیب بندی اطراف شالوده ها به نحوی اجرا شود که از تجمع و نفوذ آب های سطحی به زیر شالوده جلوگیری شود و چنانچه احتمال نفوذ آب از بالادست وجود دارد با طرح زهکش های مناسب از نفوذ آب به محدوده شالوده جلوگیری شود.
 - محاسبات عمق یخبندان در گزارش هیدرولوژی ارائه شده است.
 - لایه خاک سطحی به ضخامت حداکثر 50 سانتیمتر در محل گمانه های ماشینی مشاهده شده است. ضخامت این لایه خاک در پیمایش طولی گمانه های ماشینی در پیوست 1-2 ارائه شده است.
 - لایه زیر اساس معمولاً اولین قشر است که روی بستر آماده شده روسازی راه قرار می گیرد. مصالح مصرفی برای زیراساس شنی از بستر رودخانه ها، مسیل های قدیمی، تپه های شن و ماسه ای یا واریزه ها و برای زیر اساس سنگی از سنگ های استخراج شده از معادن سنگ یا قلوه سنگ های طبیعی که در سنگ شکن شکسته شده و سپس سرند می شوند به دست می آید این لایه باید دارای مشخصات فنی زیر باشد:
- الف: دانه بندی مصالح مصرفی که به روش آشتو T27 تعیین می گردد باید در محدوده یکی از دانه بندی های داده شده در جدول شماره 1-8 باشد:
- جدول 1-8. دانه بندی مصالح زیراساس شنی و سنگی*

درصد وزنی رد شده از هر الک				اندازه الک
IV	III	II	I	نوع دانه بندی
—	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.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>BK</td><td>BK12</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D01</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01	شماره صفحه : 59 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه																			
BK	BK12	PEDCO	110	GT	RT	0001	D01																			

ب: حد روانی و دامنه خمیری مطابق آزمایش های آشتو، T_{90} و T_{89} ، نباید به ترتیب از 25 درصد و 6 درصد تجاوز نماید.

پ: ارزش ماسه ای مطابق آزمایش آشتو T_{176} نباید از 25 درصد کمتر باشد.

ت: درصد سایش به روش لس آنجلس (آشتو T_{96}) نباید از 50 تجاوز نماید.

ث: تحمل باربری مصالح که با روش T_{193} یا $ASTM D1883$ در آزمایشگاه بر روی نمونه هایی که با تراکم 100 درصد و به روش آشتو T_{180} طبقه D انجام می شود، نباید از 30 درصد کمتر باشد.

برای هر پروژه نوع مصالح لایه اساس باید در دفترچه مشخصات فنی خصوصی قید شود. مصالح تهیه شده باید بدون مواد آلی و گیاهی بوده و از سنگدانه های سخت و مقاوم تشکیل شده باشند. مشخصات فنی این مصالح به شرح زیر است:

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

ب: حد روانی و دامنه خمیری مطابق آزمایش های آشتو، T_{90} و T_{89} ، نباید به ترتیب از 25 درصد و 4 درصد تجاوز نماید.

پ: ارزش ماسه ای بر اساس آزمایش آشتو T_{176} نباید از 40٪ کمتر باشد.

ت: حداقل 75 درصد مصالح مانده روی الک 4/75 میلیمتر (شماره 4) باید در دو جبهه شکسته شده باشد (شکستگی طبیعی ملاک عمل نمی باشد).

ث: درصد سایش مصالح به روش لس آنجلس (آشتو T_{96}) نباید از 45٪ تجاوز نماید.

ج: درصد افت وزنی مصالح با آزمایش آشتو T_{104} 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 T_{180} اندازه گیری می شود نباید از 80٪ کمتر باشد.

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

خ: درصد دانه های پولکی و سوزنی موجود در مصالح درشت دانه نباید مجموعاً از 15 درصد تجاوز نماید. دانه های سوزنی و پولکی به سنگدانه هایی با ابعاد بیشتر از 9/5 میلیمتر اطلاق می شود که نسبت درازا به متوسط ضخامت سنگدانه از 5 تجاوز نماید.

جهت آماده سازی و تسطیح بستر می توان به نشریات و استانداردهای رایج کشور از جمله نشریه 101 سازمان برنامه و بودجه کشور و مبحث هفتم مراجعه نمود. لیکن در حالت کلی و به صورت خلاصه، روش آماده سازی برای پی ریزی به شرح زیر پیشنهاد می گردد:

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 60 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

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

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

ج) چنانچه میزان خاک نباتی موجود در خاک زیر پی بیش از 3 درصد باشد، لازم است تا قبل از احداث پی و در مراحل آماده سازی ساختگاه، خاک فوق برداشته شود.

د) اگر تسطیح اراضی با خاکریزی همراه است، اجرای خاکریز مهندسی در لایه های کم ضخامت و انجام عملیات تراکم با مشخصاتی که طراح مشخص می کند، ضروری است.

ه) تخمین نشست خاکریز مهندسی در اثر وزن خودش، افزون بر نشست طبیعی زمین بر اثر وزن خاکریز و سازه ضروری است.

جدول 2-8. دانه بندی مصالح اساس*

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

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

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

ز) در تسطیح اراضی 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.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سرپال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سرپال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 61 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سرپال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

ح) اگر عمق قسمت خاکریز پرکننده کمتر از 30 سانتیمتر باشد، نیازی به گزارش تایید شده نمی باشد و رسیدن به حداقل درصد تراکم بدست آمده از آزمایش پروکتور اصلاح شده مطابق با آیین نامه های معتبر کافیهست.

ط) اگر طراح قصد دارد پی را بر روی زمین متراکم شده بنا کند، لازم است مشخصات فنی روش کار را تعیین و سپس پیمانکار آنها را 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.

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادر کننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 62 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادر کننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

مشاور ژئوتکنیک بر اساس نتایج آزمایشات شیمی و مقادیر حداقل درج شده در استانداردهای موجود، می تواند پیشنهاد نماید. لذا اعلام دقیق مقاومت بتن در صلاحیت مهندس طراح سازه است.

• روش های عمومی تثبیت بستر راه ها:

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

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 63 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

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 روشهای

تثبیت لایه های خاکریز و روسازی راهها در نشریه 268 سازمان برنامه و بودجه کشور قابل مشاهده است.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض تسهیلات برق رسانی و انجام اصلاحات مربوط به چاه تعمیری BK12																									
شماره پیمان: 053 – 073 – 9184	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12</th></tr><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><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>BK12</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK	شماره صفحه : 64 از 64
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- BK12																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D01	0001	RT	GT	110	PEDCO	BK12	BK																			

فصل 9-

پیوست ها

پیوست ۱

تصاویر و مستندات پروژه



WH-09-CoreBox 1-Depth (0.0-4.0 m)



WH-09-CoreBox 2-Depth (4.0-8.0 m)



WH-09-CoreBox 3-Depth (8.0-12.0 m)



WH-09-CoreBox 4-Depth (12.0-15.0 m)



EL-06-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



EL-07-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



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

پیوست ۲

شرح پیمایش گمانه های ماشینی و مقاطع عرضی

پیوست ۱-۲

شرح پیمایش طولی گمانه های ماشینی



CLIENT _____ **PROJECT NAME** Binak-BK-12
PROJECT NUMBER 589 **PROJECT LOCATION** Booshehr
DATE STARTED _____ **COMPLETED** _____ **GROUND ELEVATION** _____ **HOLE SIZE** _____
DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics **GROUND WATER LEVELS:**
DRILLING METHOD Continuous Coring **AT TIME OF DRILLING** ---
LOGGED BY _____ **CHECKED BY** _____ **AT END OF DRILLING** ---
NOTES X:440692 Y:3288580 **AFTER DRILLING** ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
		Fill Material										
		Lean Clay, (CL) 2.3%gravel, 3.8%sand, 93.9%finest, brown, dry to moist, hard, with some gypsum particles	CR	(0)			1.81	9	45	16	29	94
2		Lean Clay (completely weathered Marl), (CL) 4.1%gravel, 0.5%sand, 95.4%finest, brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	SS		45-67/0.03							
		Lean Clay (completely weathered Claystone), (CL) 5.4%gravel, 0.5%sand, 94.1%finest, reddish brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(0)			1.68	9	46	18	28	95
			SS		67/0.09							
4		Lean Clay (highly weathered Marl), (CL) 4.5%gravel, 10.2%sand, 85.2%finest, greenish gray, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(0)					44	14	30	94
			SS		67/0.08							
			CR	(35)			1.89	8	38	14	24	85
6		SiltStone, (CL) 0.3%gravel, 11.8%sand, 87.9%finest, gray to white, dry to moist, highly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with some gypuse and calsit layers	UD	(50)			1.96	6	35	13	22	88
			SS		67/0.04							
8		ClayStone, (CL) 5.2%gravel, 2.8%sand, 92%finest, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with some gypuse particles	CR	(12)			1.93	4	38	14	24	97
			SS		67/0.07							
10			CR	(0)			1.85	7	41	18	23	87
		ClayStone, (CL) 1.7%gravel, 4.7%sand, 93.6%finest, brown, dry to moist, moderately weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	UD	(70)			1.88	7	38	14	24	94
			SS		67/0.05							
12		SiltStone, (SC) 26.2%gravel, 41%sand, 32.8%finest, dark gray to brown, dry to moist, highly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as SC	UD	(87)					24	4	20	33
14		Marl, (CL) 3.7%gravel, 8.3%sand, 88%finest, dark gray, dry to moist, moderately weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	UD	(65)					37	13	24	88
		Bottom of borehole at 15.06 meters.	SS		67/0.06							



CLIENT _____ PROJECT NAME Binak-BK-12
 PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr
 DATE STARTED _____ COMPLETED _____ GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____
 DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics GROUND WATER LEVELS:
 DRILLING METHOD _____ AT TIME OF DRILLING ---
 LOGGED BY _____ CHECKED BY _____ AT END OF DRILLING ---
 NOTES X:440493 Y:3288742 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	
0.5		Fill Material										
1.0		Marl, (CL) 2.2%gravel, 2.7%sand, 95.2%finest, dark gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR				1.84	6	47	22	25	95
1.5		ClayStone, (CL) 0.0%gravel, 1.5%sand, 98.5%finest, brown, dry to moist, completely to moderately weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	SS		67/0.07							
2.0		ClayStone, brown, dry to moist, highly weathered, with gypsum and calsit particles	SS		67/0.04							
2.5		ClayStone, (CL) 23.8%gravel, 10.8%sand, 65.4%finest, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with gypsum and particles	CR	(0)			1.88	7	30	13	17	65
3.0			SS		67/0.05							
Bottom of borehole at 3.05 meters.												



CLIENT _____ PROJECT NAME Binak-BK-12
 PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr
 DATE STARTED _____ COMPLETED _____ GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____
 DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics GROUND WATER LEVELS:
 DRILLING METHOD _____ AT TIME OF DRILLING ---
 LOGGED BY _____ CHECKED BY _____ AT END OF DRILLING ---
 NOTES X:440793 Y:3288510 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										
0.5		LeanClay, (CL) 2.0% gravel, 2.0% sand, 96% fines, light brown, dry to moist, hard										
1.0			CR				1.79	7	44	19	25	96
1.5			SS		67/0.08							
2.0		LeanClay, (completely to highly weathered Marl), (CL) 1.6% gravel, 2.6% sand, 95.8% fines, dark gray, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(0)					45	21	24	96
2.5			SS		67/0.05							
3.0		ClayStone, (CL) 2.5% gravel, 2.9% sand, 94.6% fines, light brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(20)			1.79	5	35	13	22	95
			SS		67/0.06							

Bottom of borehole at 3.06 meters.



CLIENT _____ PROJECT NAME Binak-BK-12
 PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr
 DATE STARTED _____ COMPLETED _____ GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____
 DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics GROUND WATER LEVELS:
 DRILLING METHOD _____ AT TIME OF DRILLING ---
 LOGGED BY _____ CHECKED BY _____ AT END OF DRILLING ---
 NOTES X:440607 Y:3288524 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	
0.5		Fill Material										
1.0		lean Clay (Completely Weathered Marl),(CL) 1.4%gravel, 2.6%sand, 96%finest, light gray, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(0)			1.89	6	30	12	18	96
1.5			SS		67/0.08							
2.0		Gravelly lean Clay (Completely Weathered ClayStone), (CL) 33.5%gravel, 4.7%sand, 61.8%finest, brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(0)			1.80	7	46	18	28	62
2.5			SS		67/0.05							
3.0		Marl, (CL) 2.6%gravel, 4.0%sand, 93.4%finest, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	(0)					29	11	18	93
			SS		67/0.06							

Bottom of borehole at 3.06 meters.



CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-BK-12

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

LITHOLOGIC SYMBOLS
(Unified Soil Classification System)



MARL: Marl



CLAYSTONE: Claystone(CL)



SILTSTONE: Siltstone



TOPSOIL: Fillmaterial

SAMPLER SYMBOLS



Core Sample



Split Spoon



Undisturbed Sample

WELL CONSTRUCTION SYMBOLS

ABBREVIATIONS

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

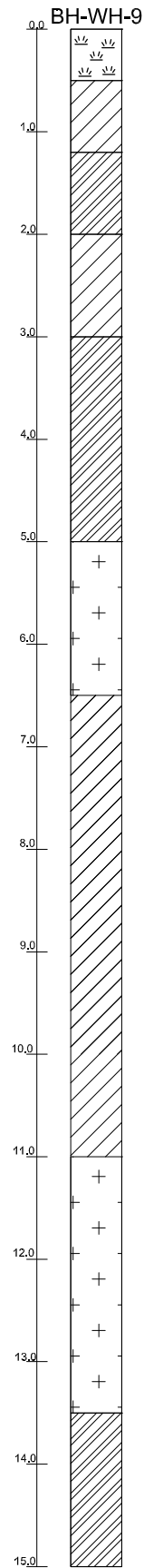
TV - TORVANE
PID - PHOTOIONIZATION DETECTOR
UC - UNCONFINED COMPRESSION
ppm - PARTS PER MILLION

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

CLIENT _____
PROJECT NUMBER 589

PROJECT NAME Binak-BK-12
PROJECT LOCATION Booshehr

Elevation (m)



Legend



Marl



ClayStone (CL)



Fill Material



Silt Stone



Barangeotechnics

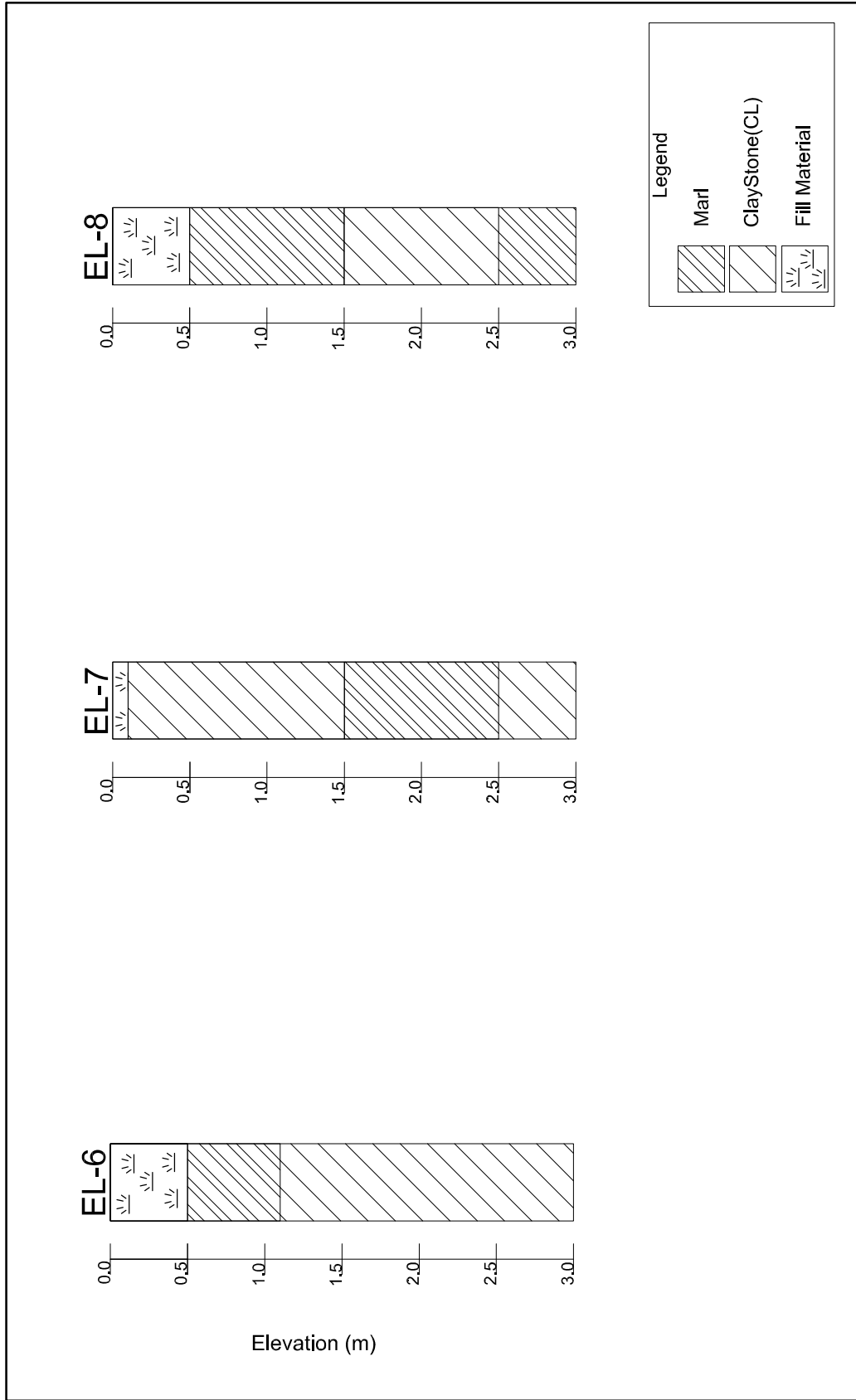
SUBSURFACE DIAGRAM

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-BK-12

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



پیوست ۳

آزمایشات صحرائی

پیوست ۱-۳

آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی



Geoelectrical Resistivity Test

CLIENT _____

PROJECT NAME _____

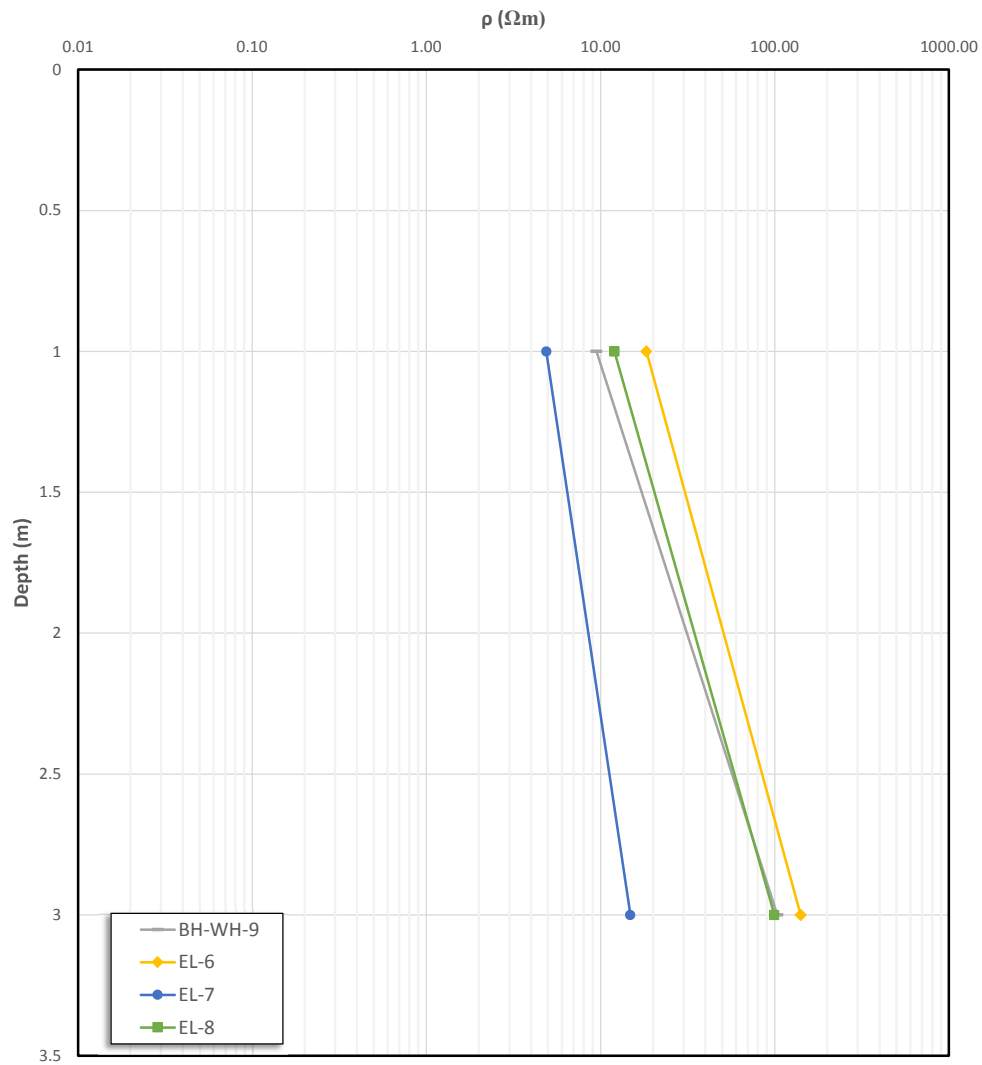
مطالعات ژئوتکنیک بینک

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION _____

پوشهر

Variation of Apparant Electrical Resistivity in BK-12



پیوست ۲-۳

آزمایش بارگذاری صفحه



Plate Load Test Results

Client:

Consultant:

Project:

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

Plate dimension:

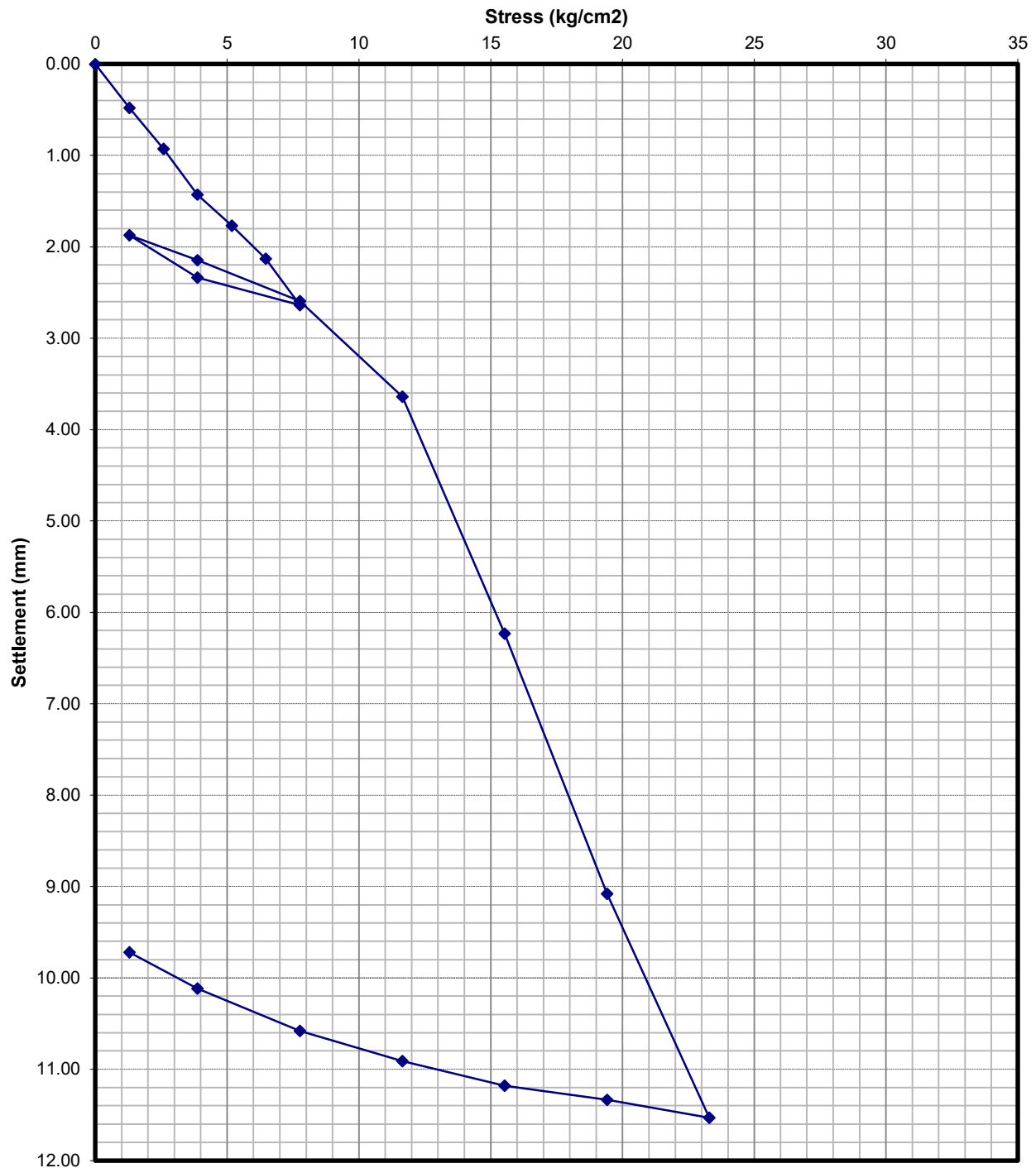
30 cm

Testpit No.:

BK-12 (BH-WH-9)

Depth:

1.0 m



پیوست ۳-۳

آزمایش CBR



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

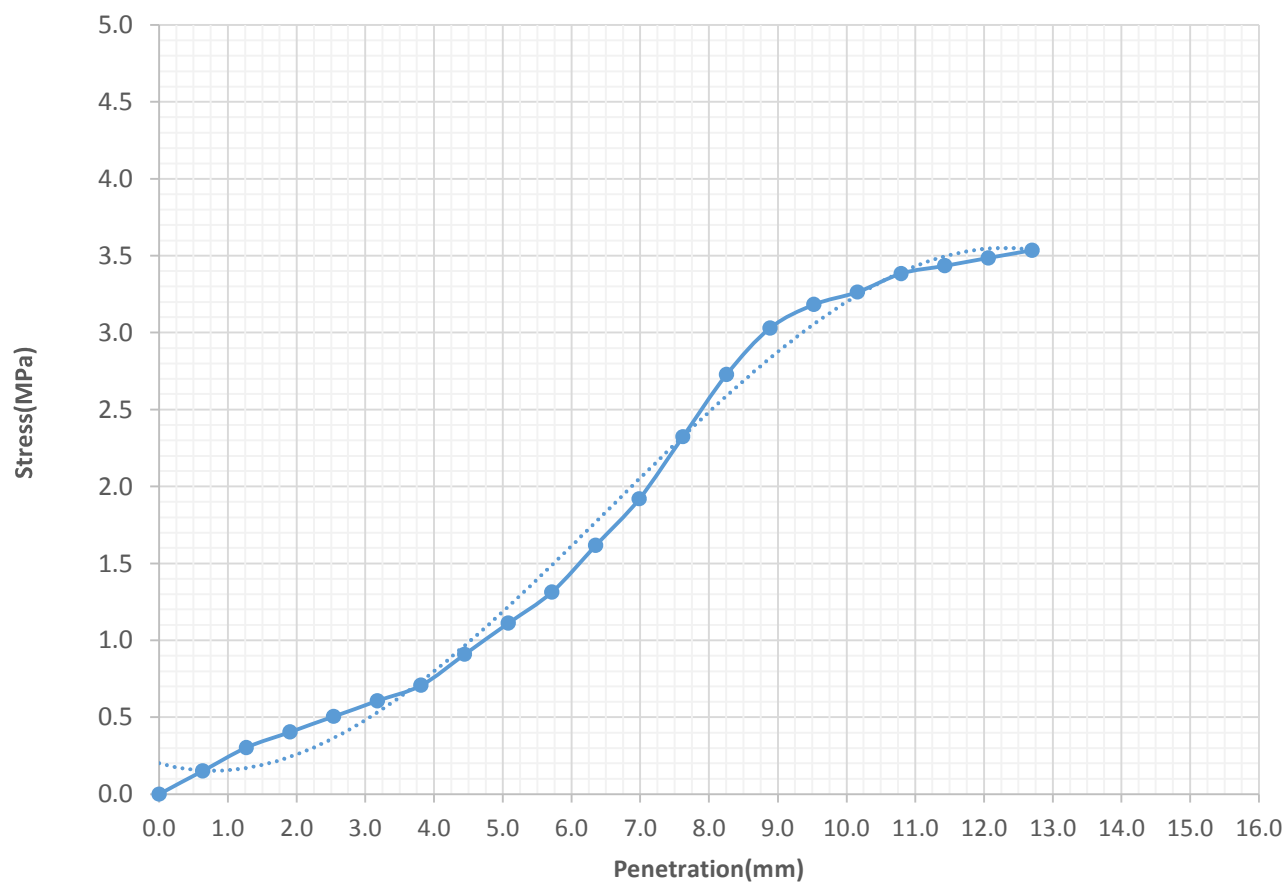
Project Name:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان
نفی بینک

Location: BK-12

Client:

Depth: 0.0 cm



87

CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

7.3

%

Penetration-5.08 mm

10.8

%

پیوست ۳-۴

آزمایش اندازه گیری دمای خاک



Soil Temperature Measurement

Client:

Project:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

Date:

2-8 Feb 2022 / 7 June 2022

Site:

بوشهر

N.O.	Date	Location	Time	Depth (m)	Temperature (°C)
EL-6	2-8 Feb 2022	X: 440493 Y: 3288742	7:00 AM	1	21
			12:00 PM	1	24
			7:00 PM	1	22.3
EL-7	2-8 Feb 2022	X: 440793 Y: 3288510	7:00 AM	1	20
			12:00 PM	1	23.1
			7:00 PM	1	21.5
EL-8	7-Jun-22	X: 440607 Y: 3288524	7:00 AM	1	41.8
			12:00 PM	1	45.6
			7:00 PM	1	43.3
BH-WH-9	7-Jun-22	X: 440692 Y: 3288580	7:00 AM	1	41.6
			12:00 PM	1	44.7
			7:00 PM	1	42.3

پیوست ۴

آزمایشات آزمایشگاهی و مقادیر پیشنهادی
پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

پیوست ۱-۴

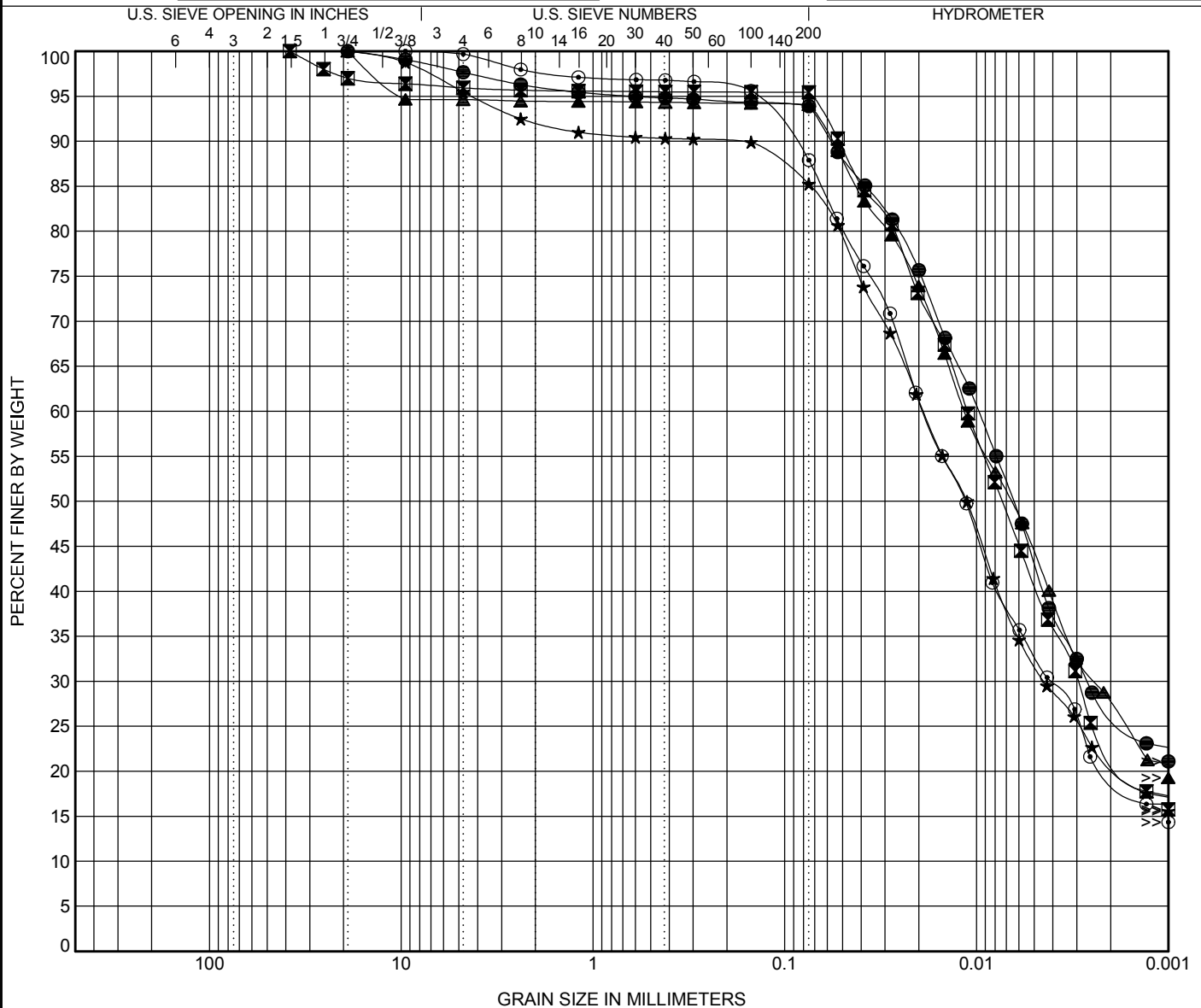
آزمایش دانه بندی



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-BK-12PROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

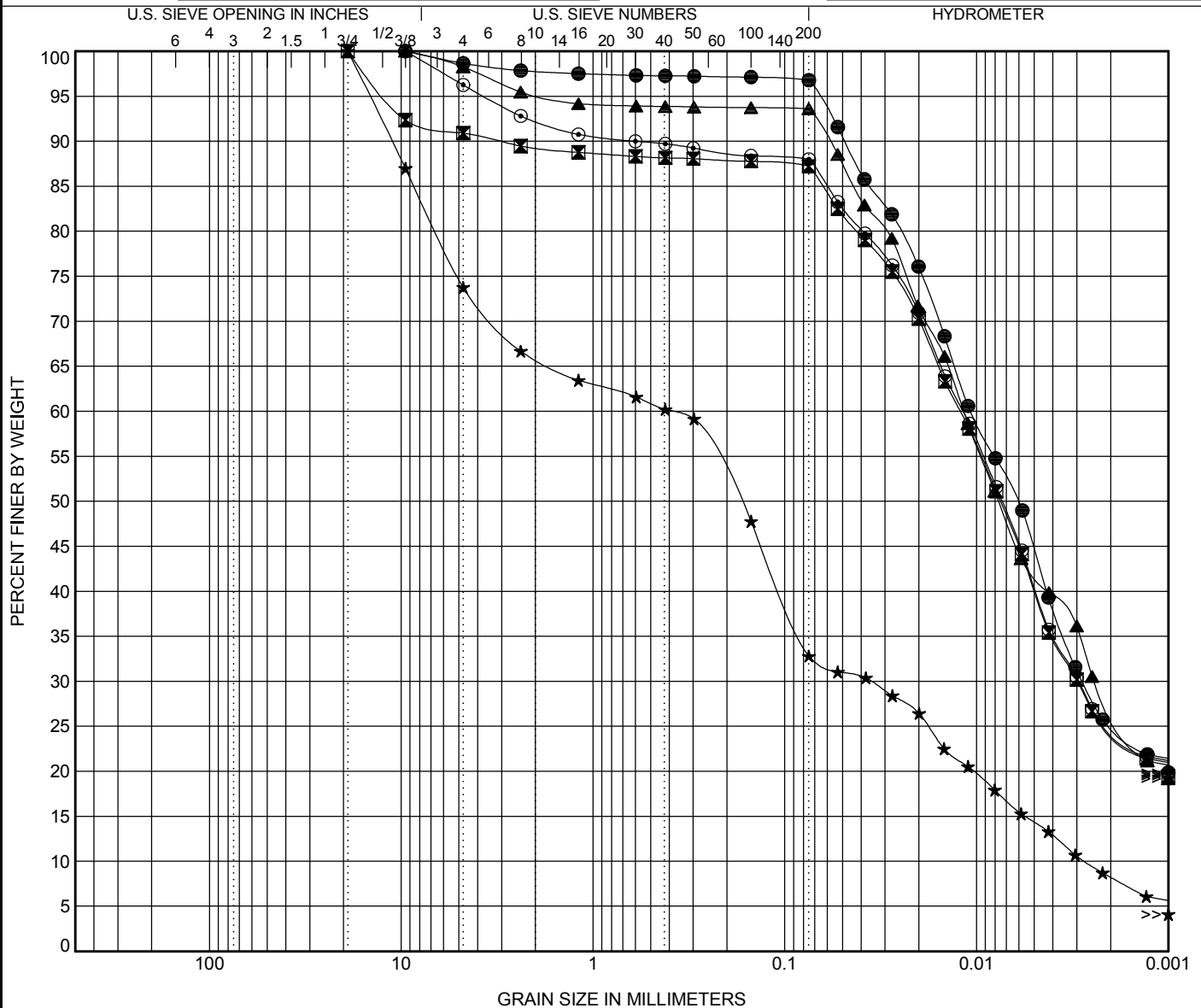
Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-WH-9	0.50	LEAN CLAY(CI)				45	16	29		
▣ BH-WH-9	1.50	LEAN CLAY(CI)				46	18	28		
▲ BH-WH-9	2.50	LEAN CLAY(CI)				44	14	30		
★ BH-WH-9	4.50	LEAN CLAY(CI)				38	14	24		
⊙ BH-WH-9	5.00	LEAN CLAY(CI)				35	13	22		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-WH-9	0.50	19	0.01	0.003		2.3	3.8	67.1	26.8	
▣ BH-WH-9	1.50	38.1	0.011	0.003		4.1	0.5	72.8	22.7	
▲ BH-WH-9	2.50	19	0.012	0.002		5.4	0.5	66.5	27.6	
★ BH-WH-9	4.50	19	0.019	0.004		4.5	10.2	64.3	20.9	
⊙ BH-WH-9	5.00	9.51	0.019	0.004		0.3	11.8	68.2	19.7	



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-BK-12PROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-WH-9	7.50	LEAN CLAY(CI)				38	14	24		
■ BH-WH-9	9.50	LEAN CLAY(CI)				41	18	23		
▲ BH-WH-9	10.37	LEAN CLAY(CI)				38	14	24		
★ BH-WH-9	11.38	CLAYEY SAND with GRAVEL(SC)				24	4	20	1.19	144.04
⊙ BH-WH-9	14.00	LEAN CLAY(CI)				37	13	24		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-WH-9	7.50	9.51	0.011	0.003		1.3	1.9	71.7	25.1	
■ BH-WH-9	9.50	19	0.012	0.003		9.1	3.7	62.3	24.9	
▲ BH-WH-9	10.37	9.51	0.012	0.002		1.7	4.7	66.2	27.4	
★ BH-WH-9	11.38	19	0.392	0.036	0.003	26.2	41.0	24.6	8.2	
⊙ BH-WH-9	14.00	9.51	0.012	0.003		3.7	8.3	62.9	25.1	

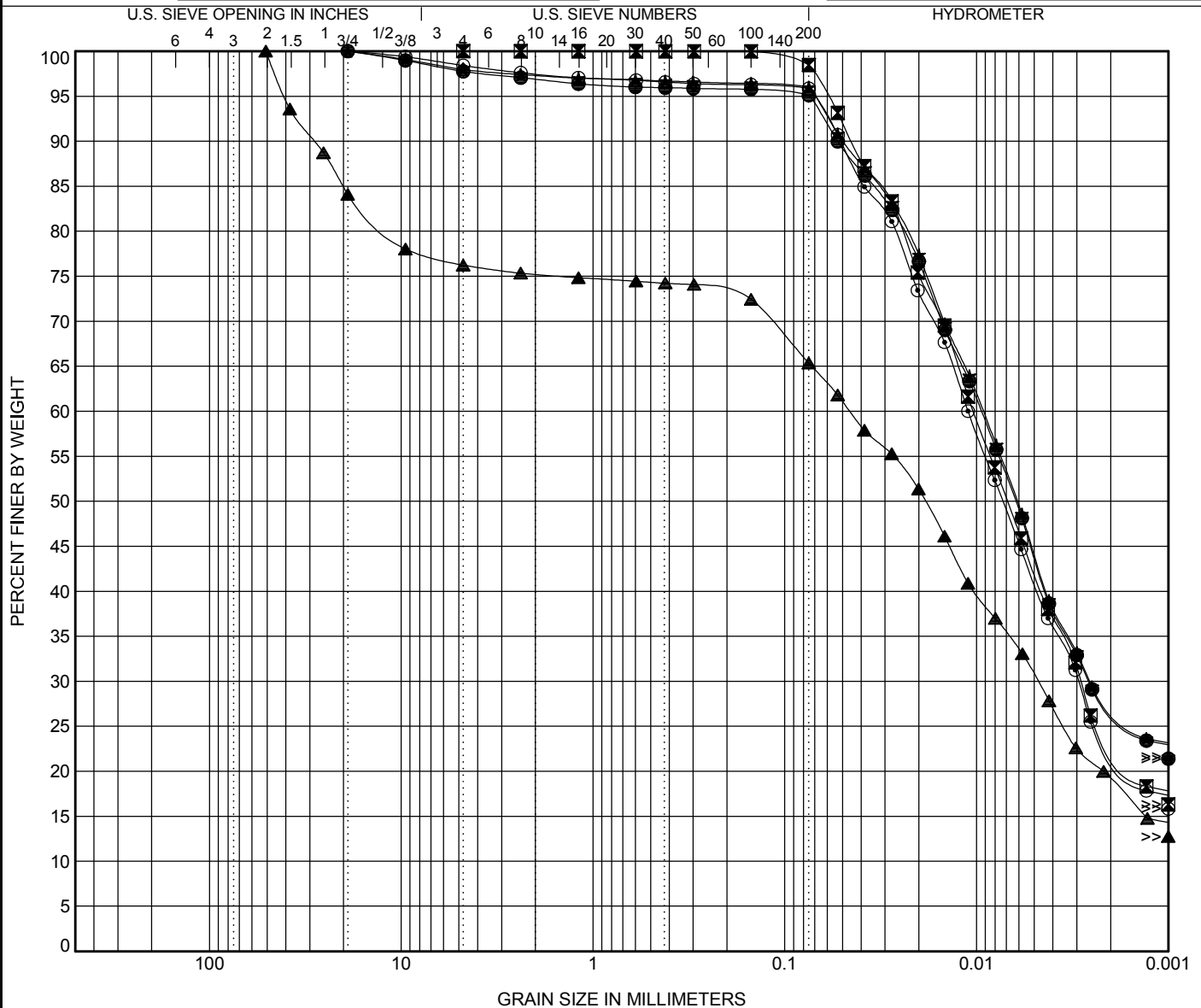
GRAIN SIZE 14010321-589-BINAK-BK-12-REV00.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 6/11/22



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-BK-12PROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● EL-6	0.50	LEAN CLAY(CI)				47	22	25		
■ EL-6	1.53	LEAN CLAY(CI)				31	10	21		
▲ EL-6	2.50	GRAVELLY LEAN CLAY(CI)				30	13	17		
★ EL-7	0.50	LEAN CLAY(CI)				44	19	25		
⊙ EL-7	1.50	LEAN CLAY(CI)				45	21	24		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● EL-6	0.50	19	0.009	0.003		2.2	2.7	68.0	27.2	
■ EL-6	1.53	4.75	0.01	0.003		0.0	1.5	75.1	23.4	
▲ EL-6	2.50	50.8	0.046	0.005		23.8	10.9	46.2	19.2	
★ EL-7	0.50	19	0.009	0.003		2.0	2.0	68.6	27.4	
⊙ EL-7	1.50	19	0.011	0.003		1.6	2.6	73.1	22.8	

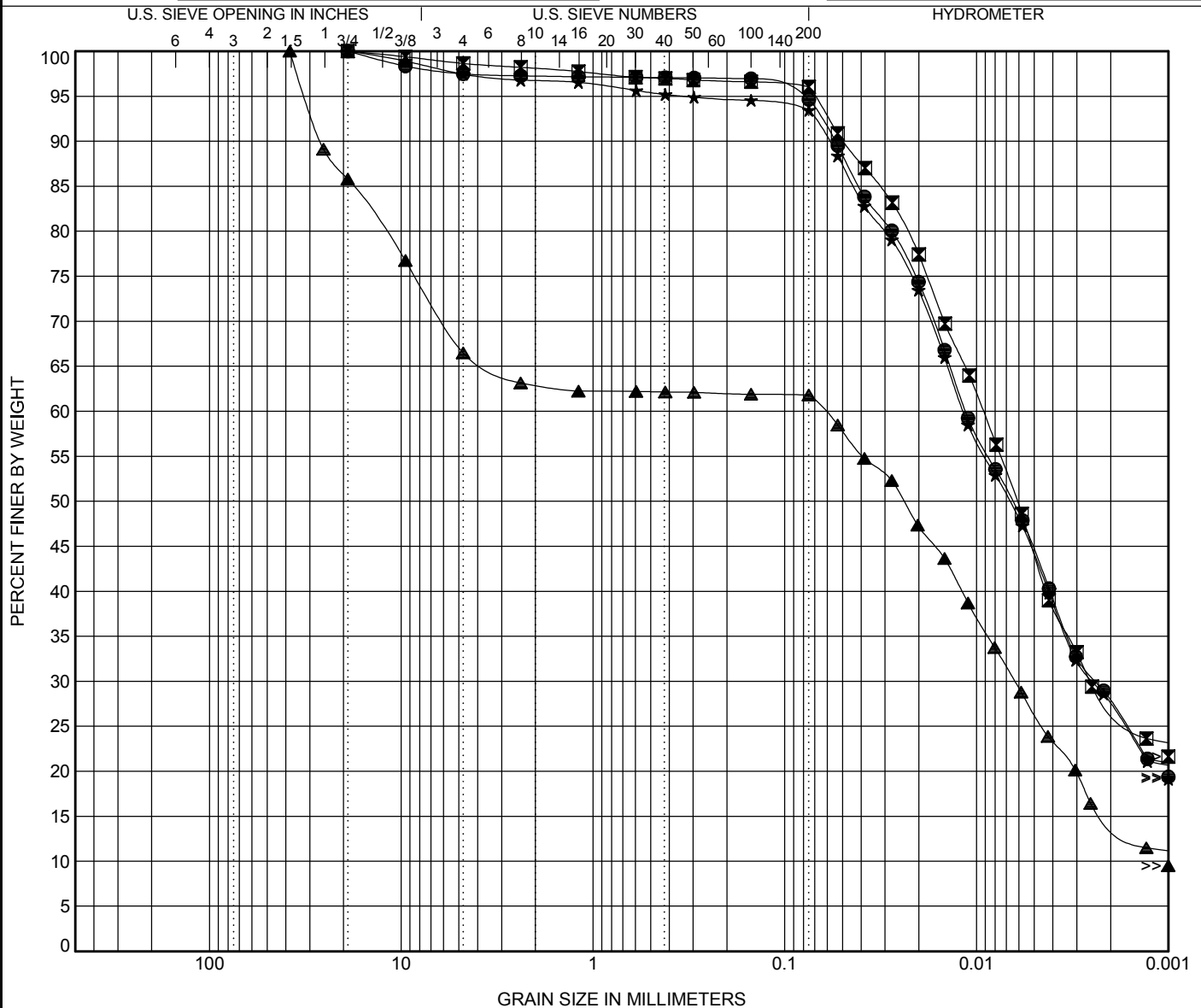
GRAIN SIZE 14010321-589-BINAK-BK-12-REV00.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 6/11/22



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-BK-12PROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole		Depth	Classification					LL	PL	PI	Cc	Cu
●	EL-7	2.50	LEAN CLAY(CI)					35	13	22		
▣	EL-8	0.50	LEAN CLAY(CI)					30	12	18		
▲	EL-8	1.50	GRAVELLY LEAN CLAY(CI)					46	18	28	3.38	325.67
★	EL-8	2.50	LEAN CLAY(CL)					29	11	18		
Borehole		Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt		%Clay	
●	EL-7	2.50	19	0.011	0.002		2.5	2.9	66.9		27.8	
▣	EL-8	0.50	19	0.009	0.003		1.4	2.6	68.6		27.4	
▲	EL-8	1.50	38.1	0.062	0.006	0	33.5	4.7	47.1		14.7	
★	EL-8	2.50	19	0.012	0.002		2.6	4.0	66.0		27.4	

GRAIN SIZE 14010321-589-BINAK-BK-12-REV00.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 6/11/22

پیوست ۲-۴

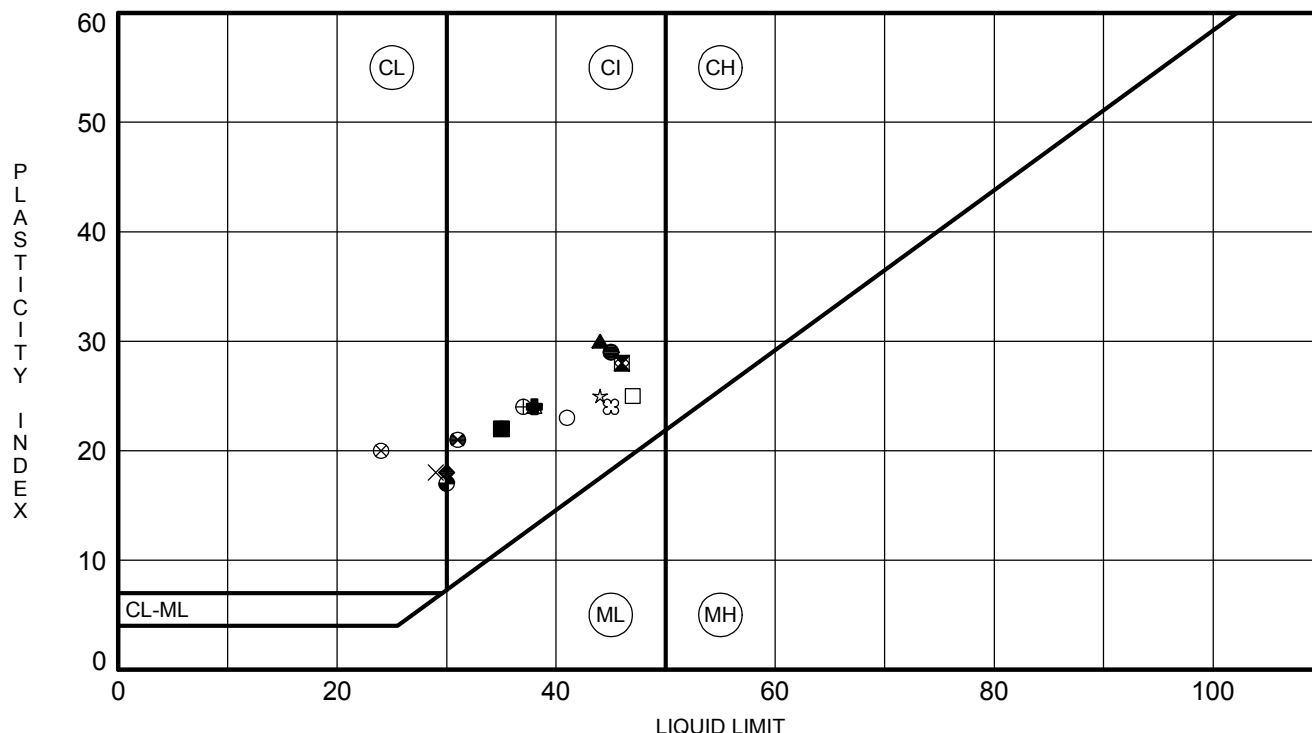
آزمایش حدود اتربرگ



Barangeotechnics

ATTERBERG LIMITS' RESULTS

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-BK-12PROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

ATTERBERG LIMITS 14010321-589-BINAK-BK-12-REV00.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 6/11/22

Borehole	Depth	LL	PL	PI	Fines	Classification
● BH-WH-9	0.50	45	16	29	94	LEAN CLAY(CI)
⊠ BH-WH-9	1.50	46	18	28	95	LEAN CLAY(CI)
▲ BH-WH-9	2.50	44	14	30	94	LEAN CLAY(CI)
★ BH-WH-9	4.50	38	14	24	85	LEAN CLAY(CI)
⊙ BH-WH-9	5.00	35	13	22	88	LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-WH-9	7.50	38	14	24	97	LEAN CLAY(CI)
○ BH-WH-9	9.50	41	18	23	87	LEAN CLAY(CI)
△ BH-WH-9	10.37	38	14	24	94	LEAN CLAY(CI)
⊗ BH-WH-9	11.38	24	4	20	33	CLAYEY SAND with GRAVEL(SC)
⊕ BH-WH-9	14.00	37	13	24	88	LEAN CLAY(CI)
□ EL-6	0.50	47	22	25	95	LEAN CLAY(CI)
⊗ EL-6	1.53	31	10	21	98	LEAN CLAY(CI)
⊕ EL-6	2.50	30	13	17	65	GRAVELLY LEAN CLAY(CI)
☆ EL-7	0.50	44	19	25	96	LEAN CLAY(CI)
⊗ EL-7	1.50	45	21	24	96	LEAN CLAY(CI)
■ EL-7	2.50	35	13	22	95	LEAN CLAY(CI)
◆ EL-8	0.50	30	12	18	96	LEAN CLAY(CI)
◇ EL-8	1.50	46	18	28	62	GRAVELLY LEAN CLAY(CI)
× EL-8	2.50	29	11	18	93	LEAN CLAY(CI)

پیوست ۳-۴

آزمایش دانسیته و درصد رطوبت



Barangeotechnics

SUMMARY OF LABORATORY RESULTS

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-BK-12PROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

Sheet 1 of 1

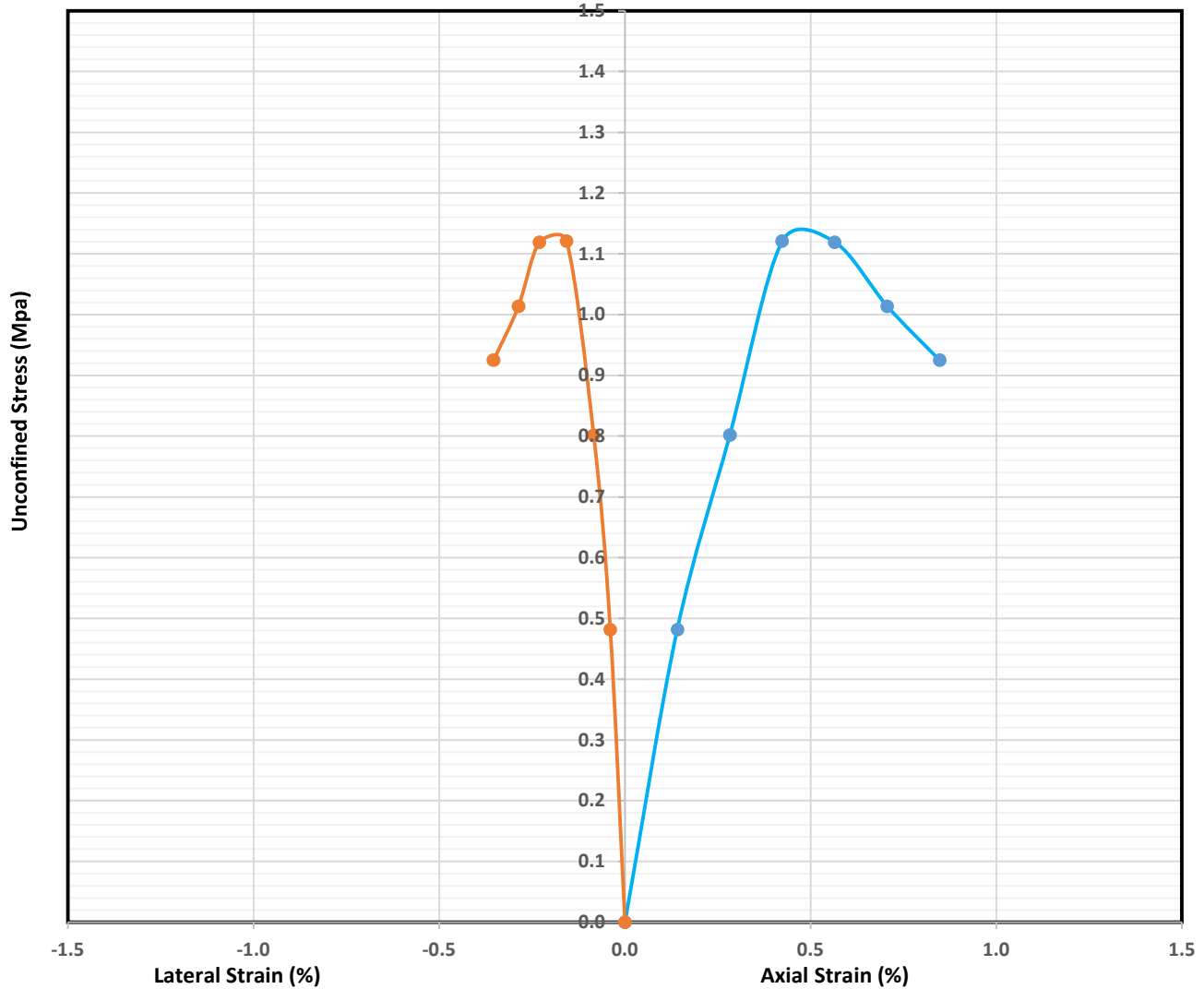
Borehole	Depth	Liquid Limit	Plastic Limit	Plasticity Index	Maximum Size (mm)	%<0.075 Sieve	Classification	Water Content (%)	Dry Density (Mg/m ³)	Saturation (%)	Void Ratio
BH-WH-9	0.5	45	16	29	19	94	CI	8.9	1.81		
BH-WH-9	1.5	46	18	28	38.1	95	CI	9.3	1.68		
BH-WH-9	2.5	44	14	30	19	94	CI				
BH-WH-9	4.5	38	14	24	19	85	CI	7.5	1.89		
BH-WH-9	5.0	35	13	22	9.51	88	CI	6.1	1.96		
BH-WH-9	7.5	38	14	24	9.51	97	CI	4.4	1.93		
BH-WH-9	9.5	41	18	23	19	87	CI	7.3	1.85		
BH-WH-9	10.4	38	14	24	9.51	94	CI	6.8	1.88		
BH-WH-9	11.4	24	4	20	19	33	SC				
BH-WH-9	14.0	37	13	24	9.51	88	CI				
EL-6	0.5	47	22	25	19	95	CI	5.7	1.84		
EL-6	1.5	31	10	21	4.75	98	CI	5.1	1.90		
EL-6	2.5	30	13	17	50.8	65	CI	6.8	1.88		
EL-7	0.5	44	19	25	19	96	CI	6.6	1.79		
EL-7	1.5	45	21	24	19	96	CI				
EL-7	2.5	35	13	22	19	95	CI	5.3	1.79		
EL-8	0.5	30	12	18	19	96	CI	5.5	1.89		
EL-8	1.5	46	18	28	38.1	62	CI	6.5	1.80		
EL-8	2.5	29	11	18	19	93	CL				

پیوست ۴-۴

آزمایش تک محوری سنگ

Uniaxial Compression Test

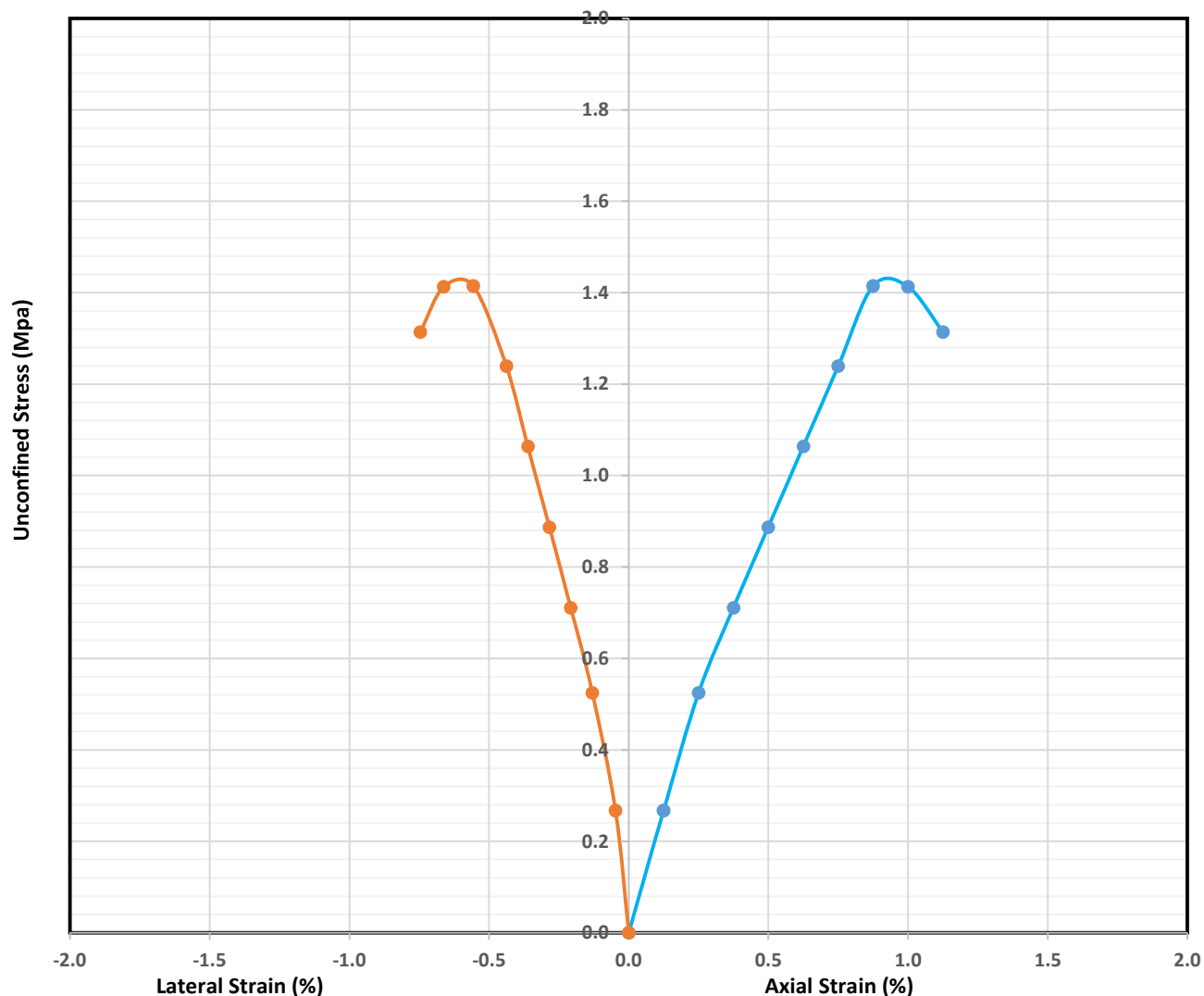
CLIENT _____ PROJECT NAME مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION بوشهر



Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-EL-06	Bulk Density (kN/m ³):	20.03
Depth (m):	1.53-1.9	Dry Density (kN/m ³):	19.06
L (cm):	17.70	Moisture Content (%):	5.1
D (cm):	8.90	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	1.1

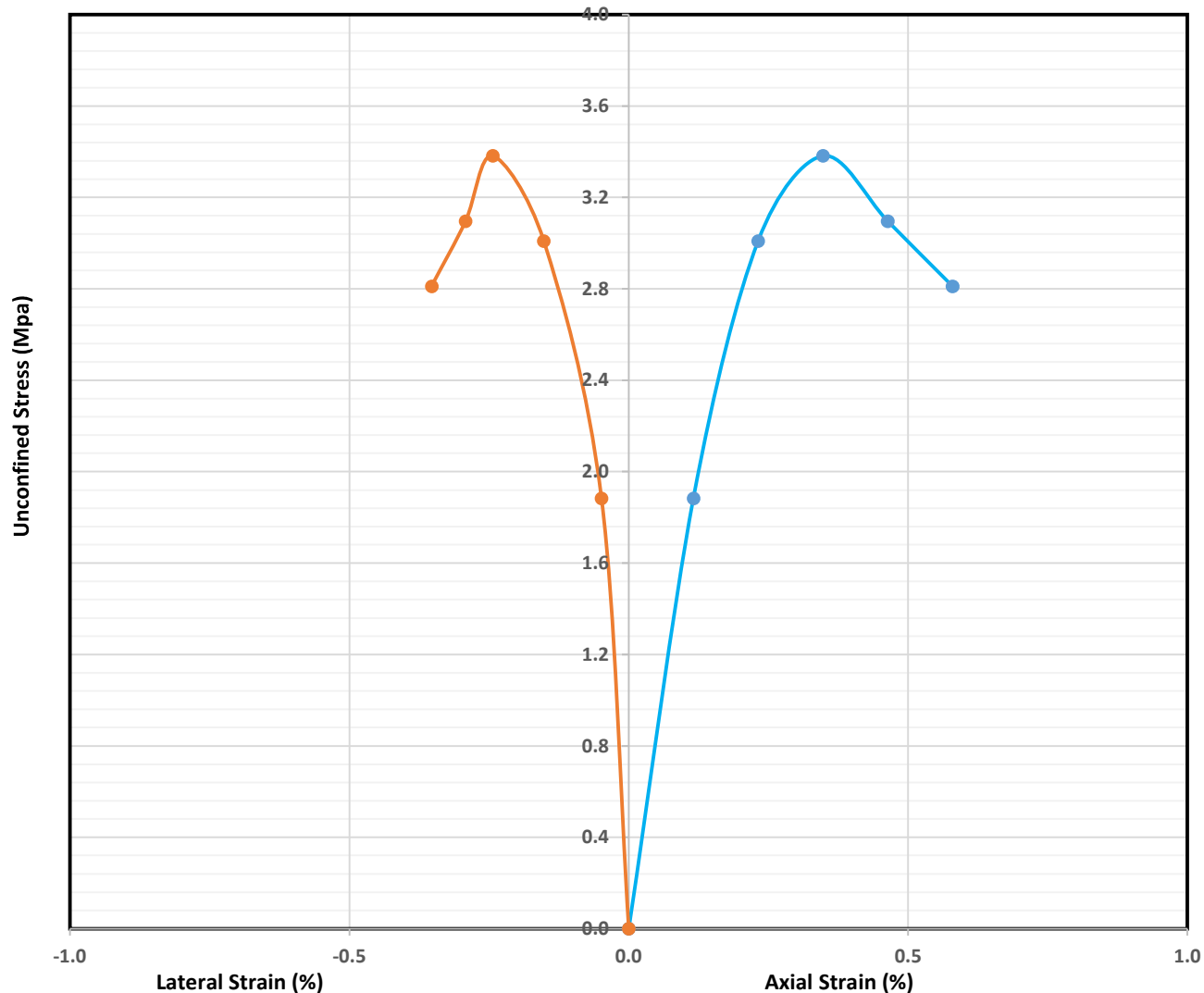
CLIENT _____ PROJECT NAME مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION بوشهر



Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-WH-09	Bulk Density (kN/m ³):	20.93
Depth (m):	5.0-5.3	Dry Density (kN/m ³):	19.71
L (cm):	20.00	Moisture Content (%):	6.2
D (cm):	8.45	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	1.4

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



Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-WH-09	Bulk Density (kN/m ³):	20.16
Depth (m):	10.37-10.7	Dry Density (kN/m ³):	18.88
L (cm):	21.57	Moisture Content (%):	6.8
D (cm):	8.22	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	3.4

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-EL-07	2.5-3.0	44	83.2	86.2	0.05	1.28	0.06	1.35
BH-EL-08	2.5-3.0	35	82	81	0.04	1.24	0.05	1.13
BH-WH-09	11.38-11.65	190	82.8	82	0.22	1.25	0.27	6.04
BH-WH-09	14.0-14.30	100	81.6	83	0.12	1.26	0.15	3.20

Note:

$$D_e = 4A / \pi$$

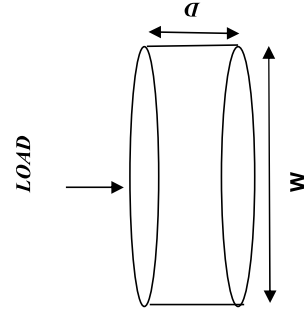
$$A = WD$$

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

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

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

$$UCT \approx I_{50}^{*2.2}$$



پیوست ۴-۶

آزمایش برش مستقیم



CLIENT

PROJECT NAME

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

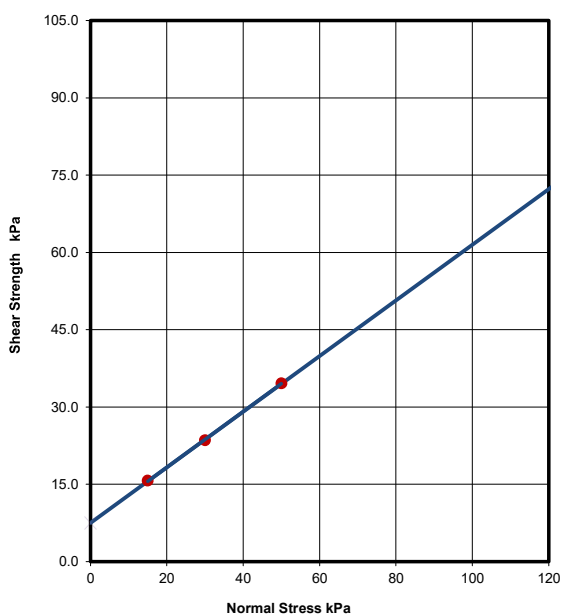
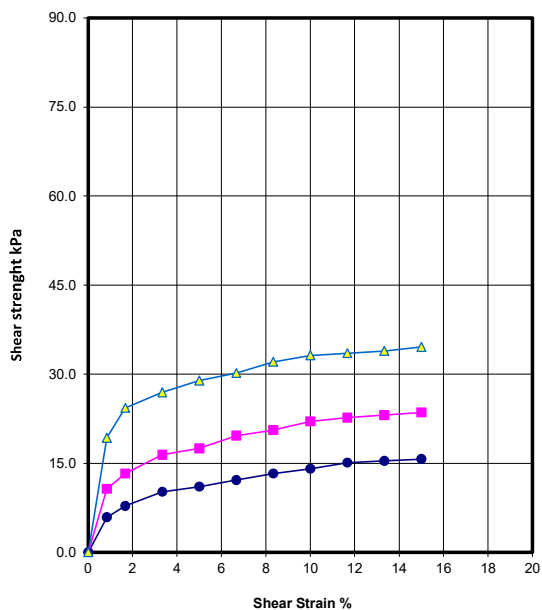
PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر

Direct Shear Test



Borehole ID:	BH-EL-6	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 (%):	5.7	5.9	5.9	Moisture (%):	13.8	14.0	14.5
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	33.49	34.19	34.72	Saturation (%):	81.57	81.02	85.40
γ_d (kN/m ³):	18.31	18.18	18.31	Void Ratio:	0.45	0.46	0.45	Void Ratio:	0.45	0.46	0.45

Test Results

C (kPa): 7.50

ϕ (Degree): 28.4



CLIENT

PROJECT NAME

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

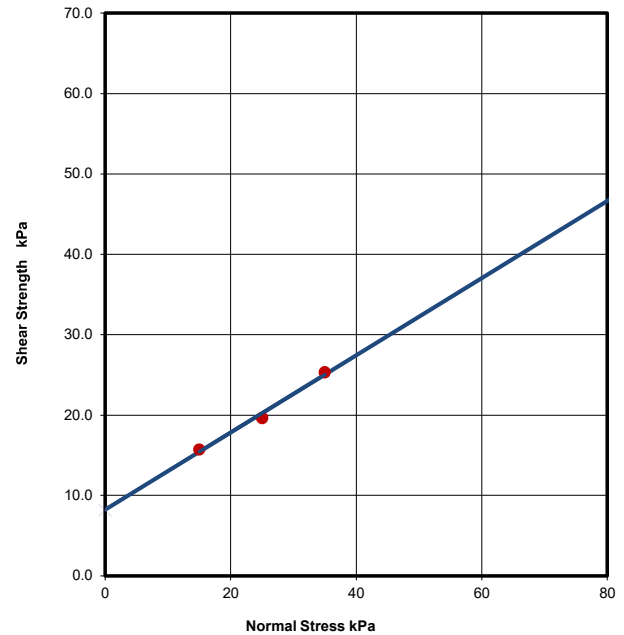
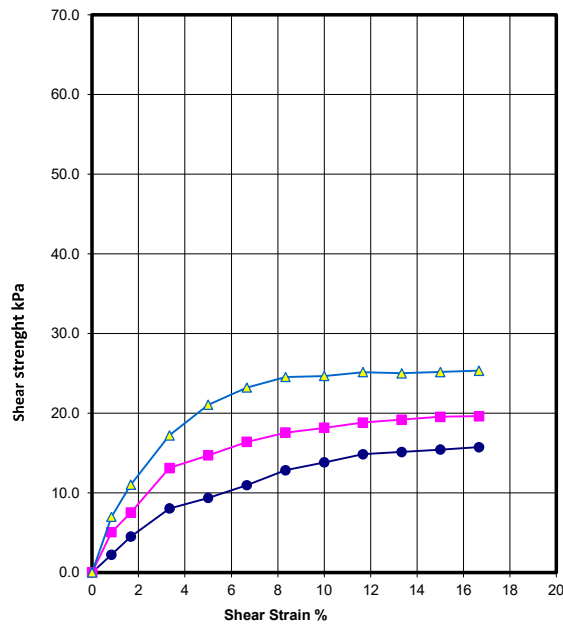
PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر

Direct Shear Test



Borehole ID:	BH-EL-7	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 (%):	6.6	6.7	6.6	Moisture (%):	15.4	15.3	15.2
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	35.81	37.36	35.85	Saturation (%):	94.48	93.12	92.94
γ_d (kN/m ³):	17.83	17.99	17.65	Void Ratio:	0.49	0.47	0.49	Void Ratio:	0.43	0.44	0.43

Test Results

C (kPa): 8.23

ϕ (Degree): 26



CLIENT

PROJECT NUMBER

589

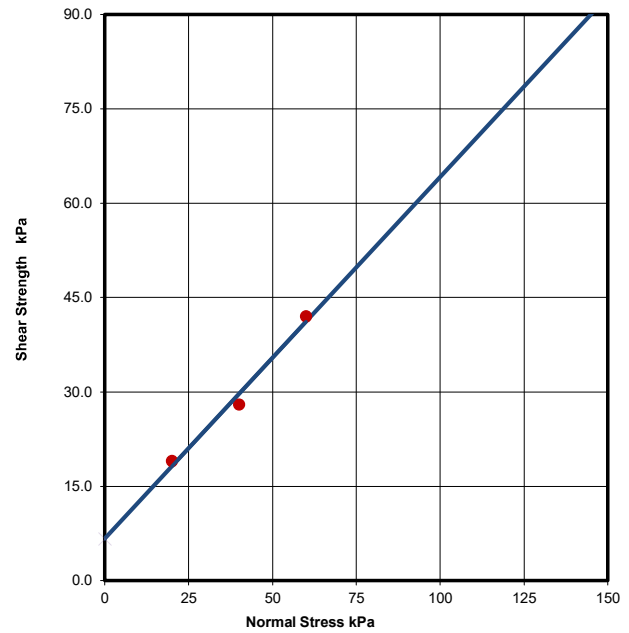
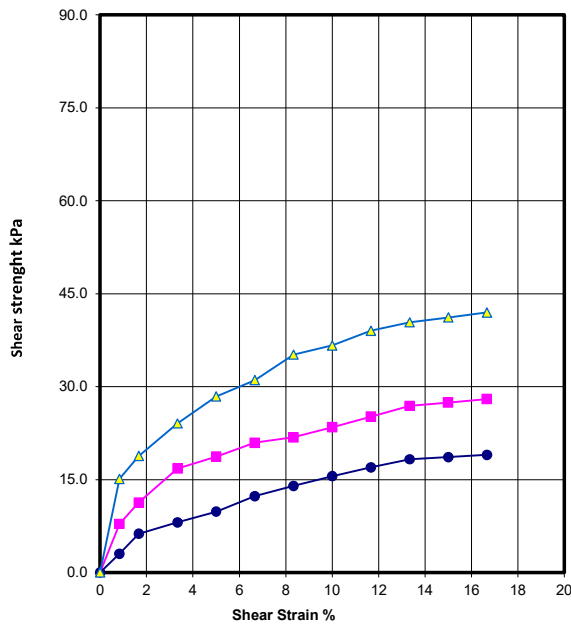
PROJECT NAME

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT LOCATION

بوشهر

Direct Shear Test



Borehole ID:	BH-EL-8	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 (%):	5.4	5.7	5.6	Moisture (%):	12.9	11.7	12.5
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	34.82	37.31	36.06	Saturation (%):	81.91	81.03	86.28
γ_d (kN/m ³):	18.81	18.88	18.85	Void Ratio:	0.41	0.40	0.41	Void Ratio:	0.42	0.38	0.38

Test Results

C (kPa): 6.7

ϕ (Degree): 30

پیوست ۷-۴
آزمایش کشش برزیلی

Splitting Tensile Strength Test Results (Brazilian Test)



Project:	مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک				
Client:				PROJECT NUMBER:	589
Borehole No.	Depth	D	H	P	Tensile Strength
		mm	mm	N	MPa
BH-WH-09	4.5-5.0	84.0	49.4	3000	0.46

پیوست ۴-۸
آزمایش شیمیایی

Chemical Test –BK-12 Soil

BH No:	Depth (m)	SO ₄ ⁻² (in Water) (%)	SO ₄ ⁻² (Total) (%)	CL ⁻ (%)	pH at 25° c (ASTM4972)
		(BS1377)	(BS1377)	(BS1377)	
EL -6	0.50	0.31	0.43	0.22	8.1
EL -6	1.53	0.35	0.39	0.19	8.0
EL-7	1.50	0.42	0.49	0.12	8.1
BH-WH-9	1.50	0.39	0.54	0.11	8.2
BH-WH-9	4.50	0.41	0.53	0.15	8.0
BH-WH-9	9.50	0.38	0.46	0.21	8.1

پیوست ۴-۹

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه‌های خاک و سنگ طبیعی - BK-12

<i>Layer type according to Unified method</i>	<i>CL</i>	<i>Marl/ClayStone (CL)</i>	<i>Marl/ClayStone (CL)</i>	<i>Unit</i>
<i>Depth</i>	<i>0.0-4.0</i>	<i>4.0-10.0</i>	<i>10.0-15.0</i>	<i>m</i>
<i>Soil cohesion (Cu)</i>	<i>0.8-1.2</i>	<i>1.0-2.5</i>	<i>2.5-4.0</i>	<i>kg/cm2</i>
<i>Soil wet density (γ_w)</i>	<i>1.85-1.95</i>	<i>1.90-2.00</i>	<i>2.00-2.10</i>	<i>g/cm3</i>
<i>Soil module of elasticity (Es)</i>	<i>150-200</i>	<i>300-500</i>	<i>500-800</i>	<i>kg/cm2</i>
<i>Soil Poisson ratio (ν)</i>	<i>0.35-0.40</i>	<i>0.30-0.35</i>	<i>0.30-0.35</i>	<i>-</i>

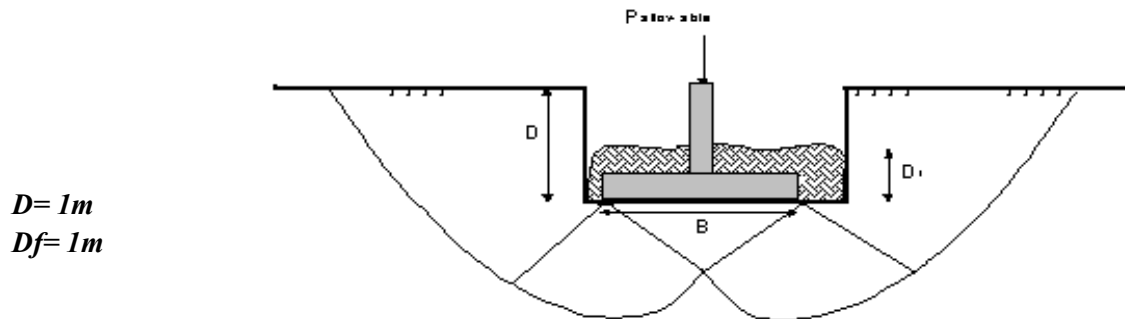
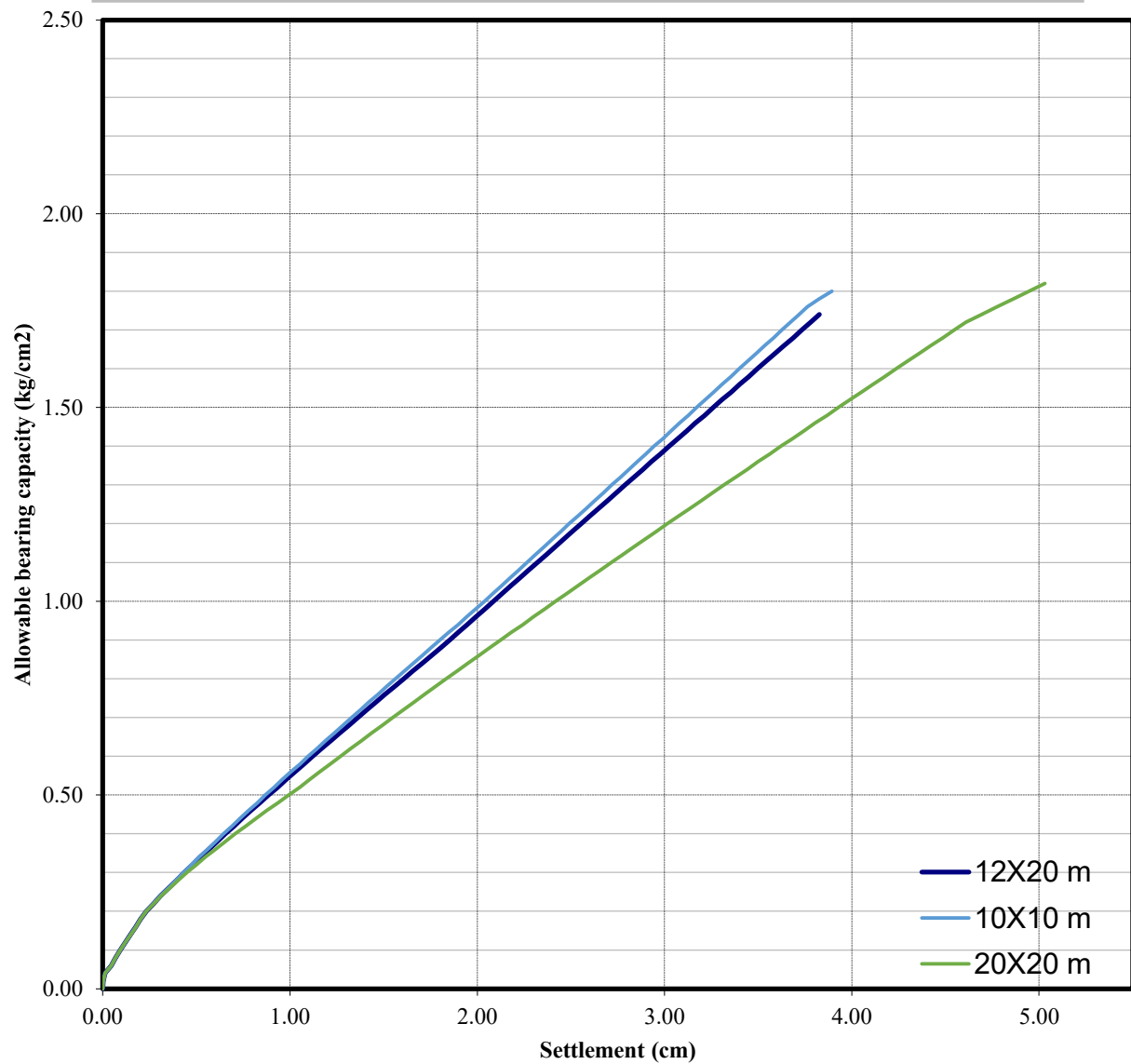
پیوست ۵

ظرفیت باربری پی های سطحی، مدول عکس العمل بستر و

ضرایب فشار جانبی برای لایه های خاک طبیعی

Mat Foundation

BK-12



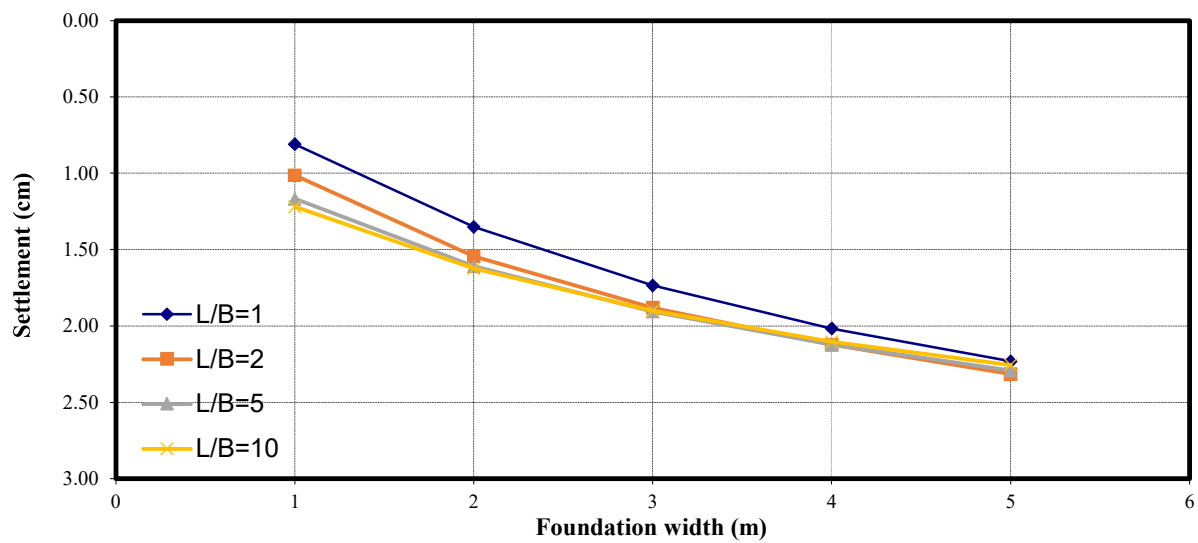
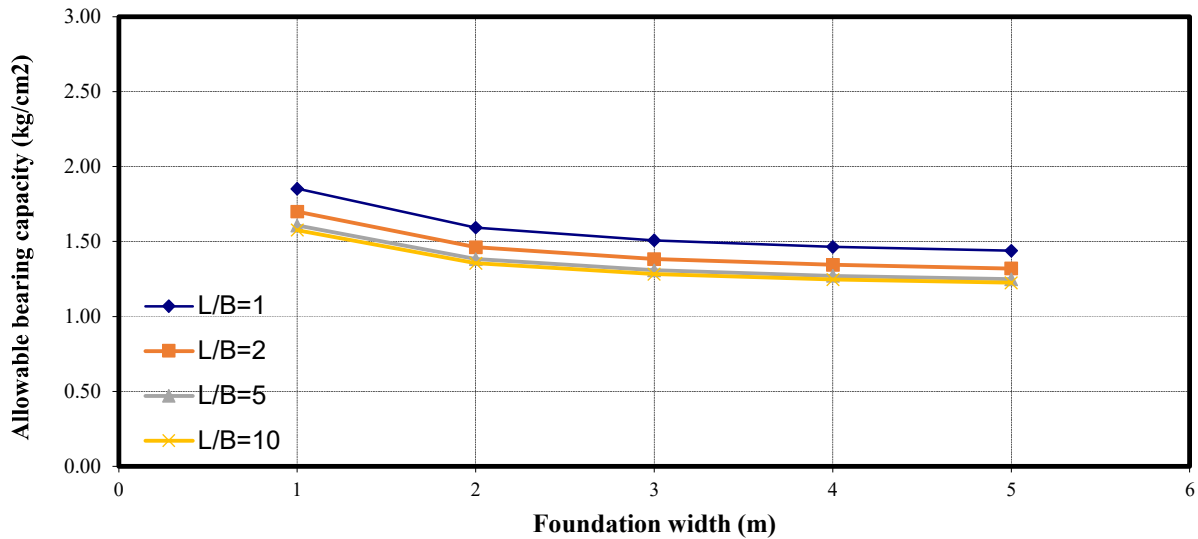
$D = 1m$
 $D_f = 1m$

Notes:

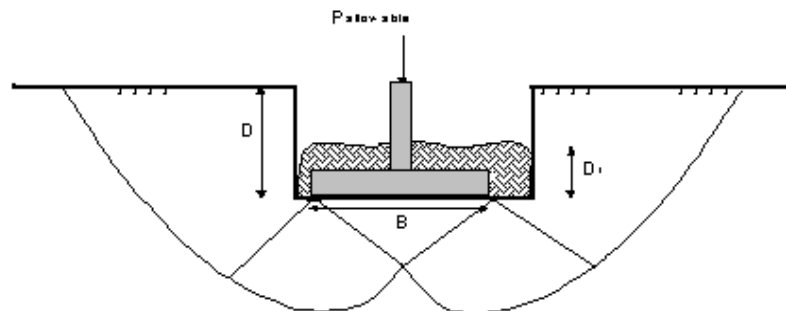
D : Depth of footing with respect to ground surface

D_f : Depth of footing embedment

Shallow Foundation - BK-12



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



Notes:

D : Depth of footing with respect to ground surface

D_f : Depth of footing embedment

مدول عكس العمل بستر پى مربعى، مستطيلى و نوارى برائى عمق يك متر -BK-12

B(m)	مدول عكس العمل بستر پى سطحى (kg/cm^3)			
	L/B=1	L/B=2	L/B=5	L/B=10
1.0	2.29	1.68	1.38	1.29
2.0	1.18	0.95	0.86	0.84
3.0	0.87	0.74	0.69	0.68
4.0	0.73	0.63	0.60	0.59
5.0	0.64	0.57	0.55	0.54

مدول عكس العمل بستر پى گسترده برائى عمق يك متر - BK-12

B×L (m)	S(cm)	مدول عكس العمل بستر پى گسترده (kg/cm^3)		
		گوشه پى	لبه پى	وسط پى
12×20	5	1.64	0.82	0.41
10×10	5	1.84	0.92	0.46
20×20	5	1.44	0.72	0.36

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

پیوست ۶

گزارش GSI

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

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

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

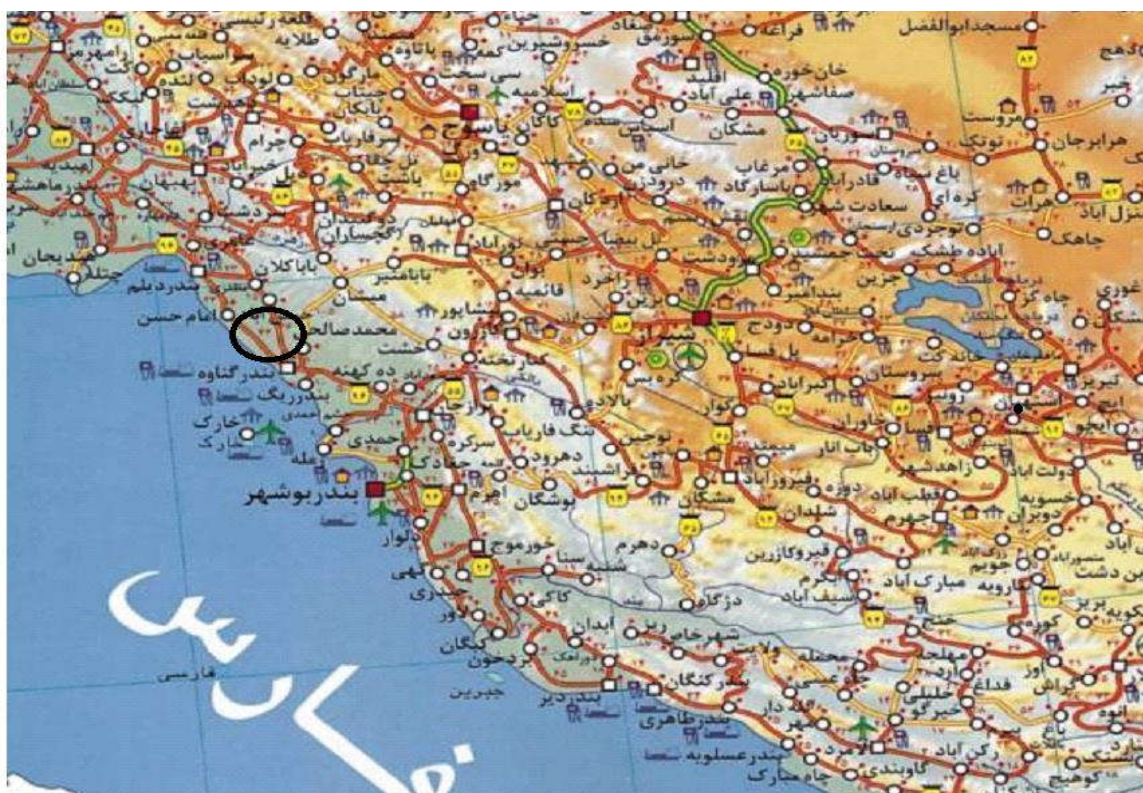
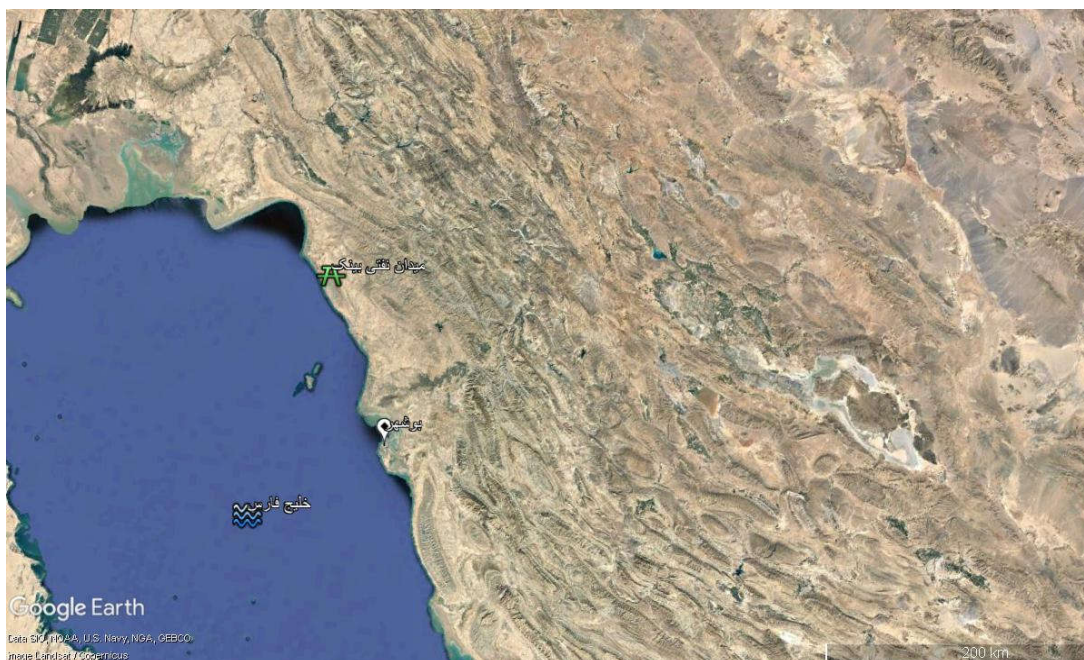
شرح کار پروژه:

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

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

۲- موقعیت جغرافیایی

میدان نفتی بینک در استان بوشهر، در فاصله ۲۰ کیلومتری از شمال‌غربی بندر گناوه و در ساحل خلیج فارس مستقر می‌باشد این میدان از شمال با میدان نفتی گلخاری، میدان نفتی بی‌بی‌حکیمه 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 زمین شناسی ۱۰ حلقه چاه نفت و ۲ ایستگاه تقویت فشار گاز در میدان نفتی بینک به منظور افزایش تولید نفت می باشد.

۴- موقعیت زمین شناسی

استان ساحلی بو شهر، متعلق به زون زاگرس و زیر پهنه زاگرس چین خورده می باشد. زون زاگرس به سه ناحیه تقسیم می‌شود و بیشترین رسوبات دیده شده در آن متعلق به زاگرس چین خورده می باشد. زاگرس چین خورده در جنوب غربی ایران واقع شده است و پهنای آن در حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر تخمین زده می شود. دارای روند تقریباً شمال غربی - جنوب شرقی است و در آن رسوبات پالئوزوئیک، مزوزوئیک و تریاس بطور هم شیب قرار دارند. در اینفرا کامبرین تا تریاس رسوبات دیده شده در این ناحیه مشابه ایران مرکزی و البرز می باشد. 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 زمین شناسی محل پروژه نشان داده شده است.

ژئوسپس حفرة دار، مارن قرمز و سيلتستون بوده و گسترش آن تقريباً در سراسر منطقه به چشم مى خورد. در محدوده مطالعاتى ميدان نفتى بينک، ليتولوژى اين سازند غالباً از مارن هاى الوان (قرمز-سبز) با ميان لايه هاى ماسه سنگى و سيلتستون تشکيل شده است.

در تصاوير ۳ الی ۵ نمايى از اين سازند در محل طرح نشان داده شده است.



تصویر ۳: نمايى از تناوب مارن و ماسه سنگ در محدوده چاه نفتى BK-05 بينک



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



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

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

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

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

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

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

الف-ویژگی‌های مهندسی سنگ بکر

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

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

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

۱- شکل هندسی بلوک‌های سنگی (ساختار توده سنگ)

۲- شرایط سطحی ناپیوستگی‌ها

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

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

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

• ۲- شرایط کیفی سطح ناپیوستگی‌ها

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

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

۱- شرایط کیفی ساختاری

شرایط کیفی ساختاری بر اساس فاصله‌داری (Spacing)، شکل بلوک (Block shape)، بهم‌قفل شدگی (Interlocking) بلوک‌ها و میزان بهم‌ریختگی (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 $\text{Spacing} > 100\text{cm}$

۲- بلوکی (Blocky):

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

۳- بسیار بلوکی (Very blocky):

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

۴- بلوکی چین‌خورده (Blocky/Folded):

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

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

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

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

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

۲- شرایط کیفی سطح ناپیوستگیها

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

۱- ناهمواری و زبری

۲- میزان هوازدهی

۳- پرشدگی

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

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

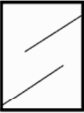
۲- خوب (Good): زبر، کمی هوازده، زنگزدگی با آهن

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

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

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

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

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

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

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

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

β : فاکتور شکل بلوک

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

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

J_c : فاکتور شرایط درزه

J_w : فاکتور موج‌داری سطح درزه

J_s : فاکتور زبری سطح درزه

J_A : فاکتور هوازدگی سطح درزه

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

۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009

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

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

V_b : حجم بلوک

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

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

jC : فاکتور شرایط سطح درزه

JR : فاکتور زبری سطح درزه

JL : فاکتور طول درزه

JA : فاکتور هوازدگی سطح درزه

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

۴- محاسبه GSI بر اساس Hoek et al, 2013

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

$$RQD/2$$

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

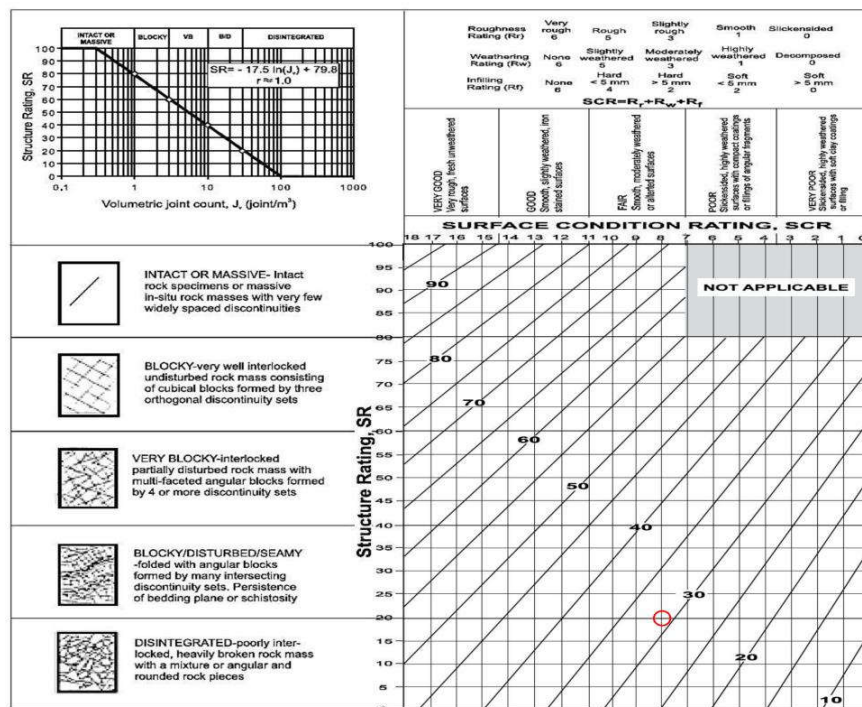
$$1.5 J_{cond}^{89}$$

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

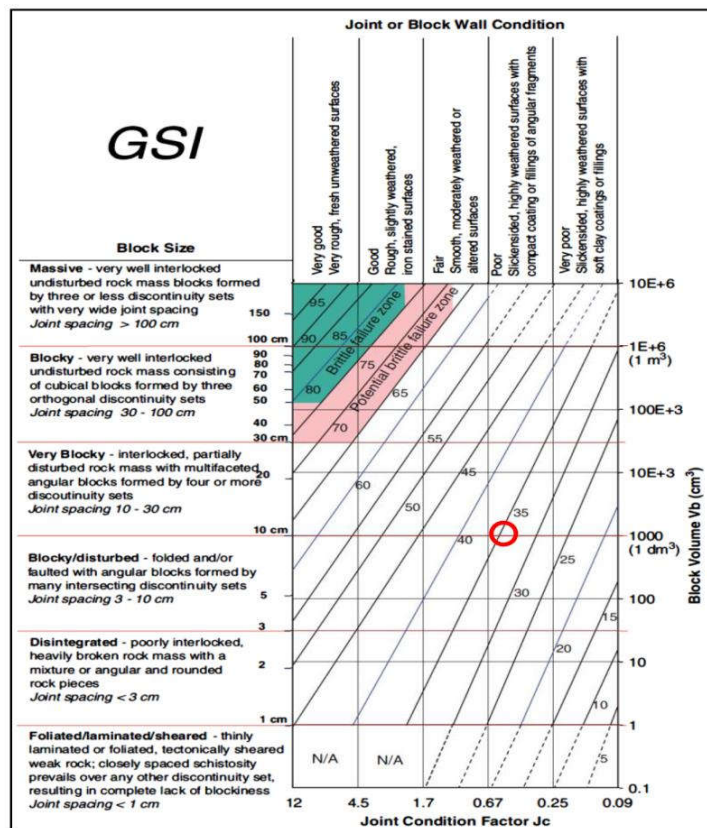
89 Jcond: امتیاز شرایط سطح ناپیوستگی بر اساس RMR₈₉

76 Jcond: امتیاز شرایط سطح ناپیوستگی بر اساس RMR₇₆

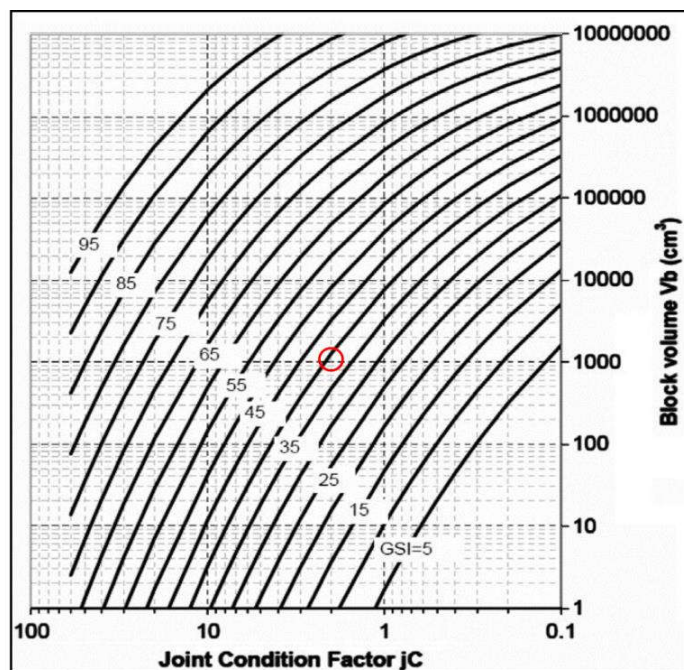
در تصویر ۱۰ چارت تخمین و ارزیابی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش Hoek et al, 2013 ارائه شده است.



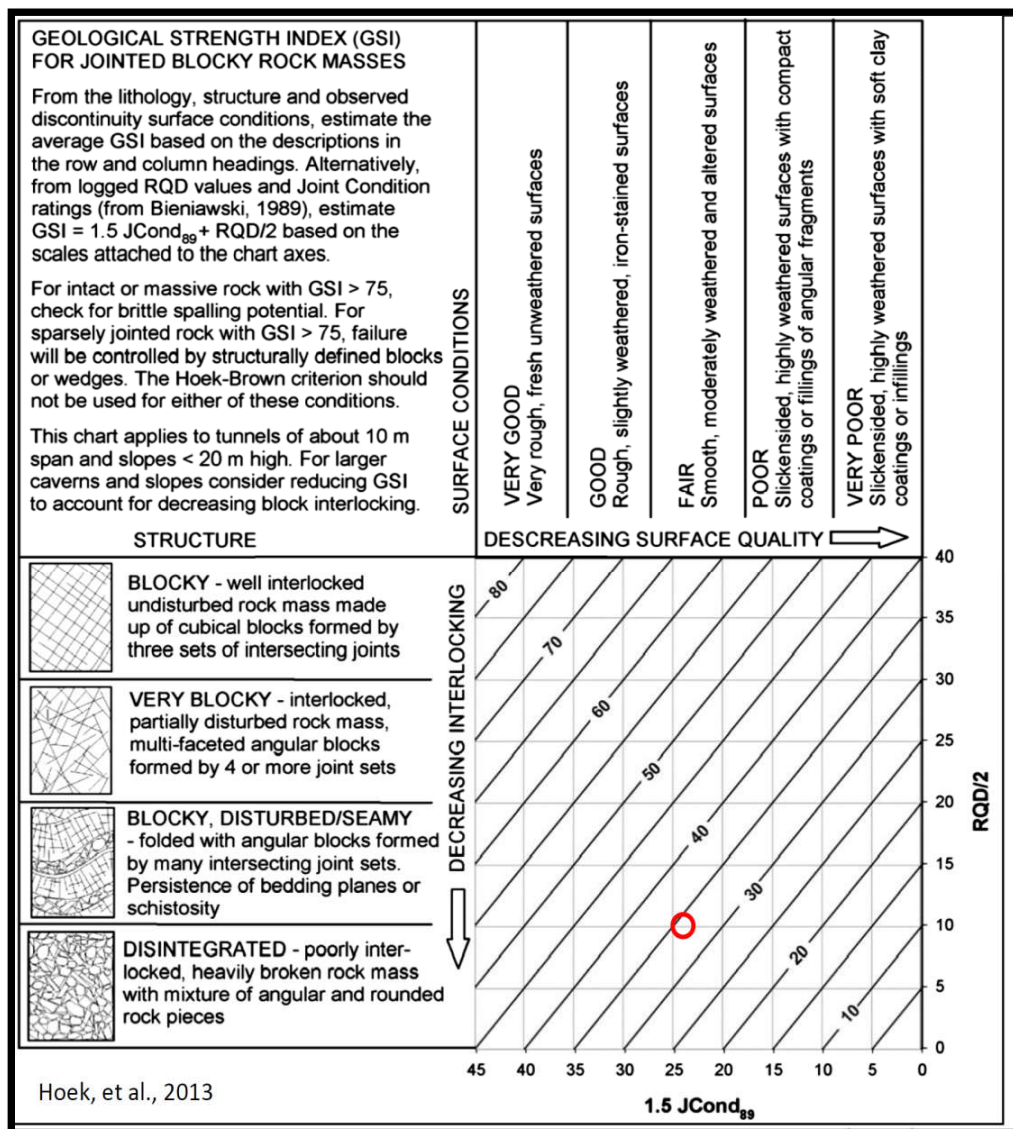
تصویر ۷: برآورد کمی GSI به روش Sonmez & Ulusay, 2002



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- چاه نفتی BK-12

چاه نفتی BK-12 بر روی سازند آغاجاری با لیتولوژی غالب مارن با میان لایه های ماسه سنگ تشکیل شده است. (تصویر ۱۱)

لذا در ادامه شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ های مارنی و میان لایه های ماسه سنگ به تفکیک برآورد و در انتها متوسط شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ های محل چاه نفتی BK-12 محاسبه و ارائه شده است.

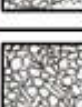


تصویر ۱۱: نمایی از لیتولوژی محدوده چاه نفتی BK-12

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 BK-12 ، 45-35 GSI تخمین زده شده ست (تصویر ۱۲).

		SURFACE CONDITIONS				
		VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
		DECREASING SURFACE QUALITY →				
 DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES	 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	60		
	 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

تصویر ۱۲ : شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ مارنی چاه نفتی BK-12

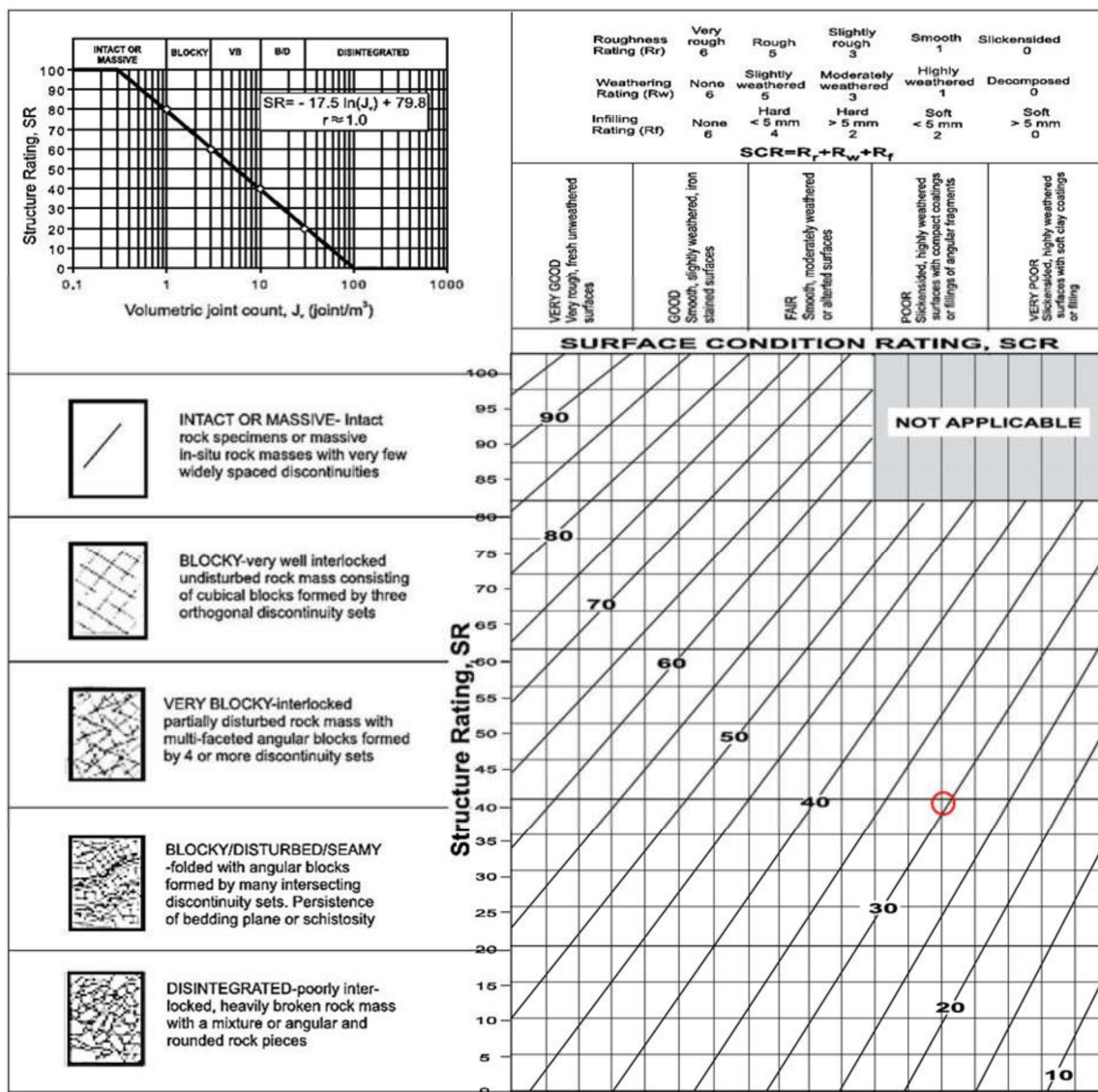
ب- محاسبه GSI به روش کمی

در ادامه برآورد کمی توده سنگ مارنی محل چاه نفتی BK-12 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 BK-12

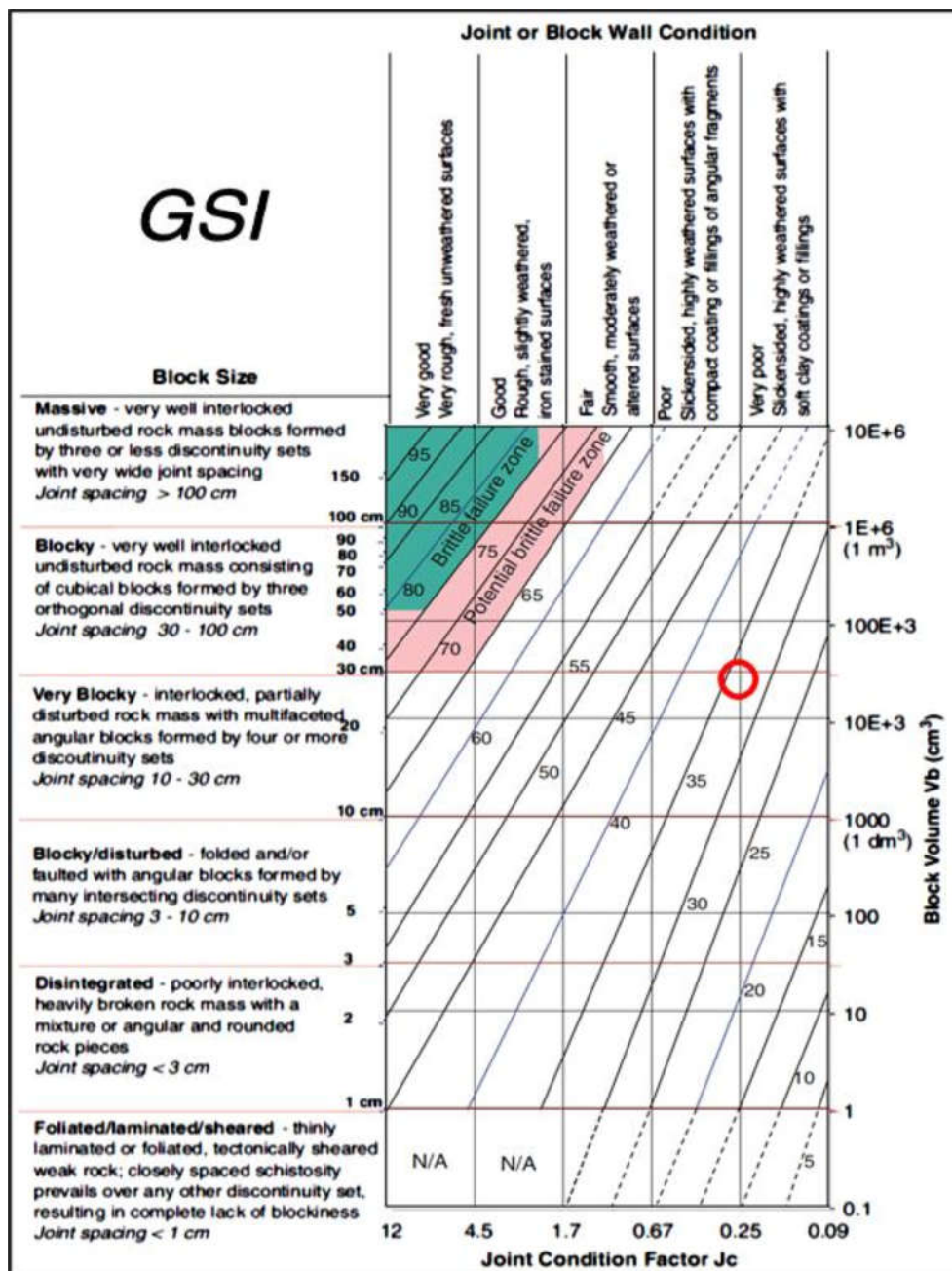
، $GSI=31$ برآورد شده است که در تصویر ۱۳ ارائه شده است.



تصویر ۱۳: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی BK-12 به روش Sonmez & Ulusay, 2002

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

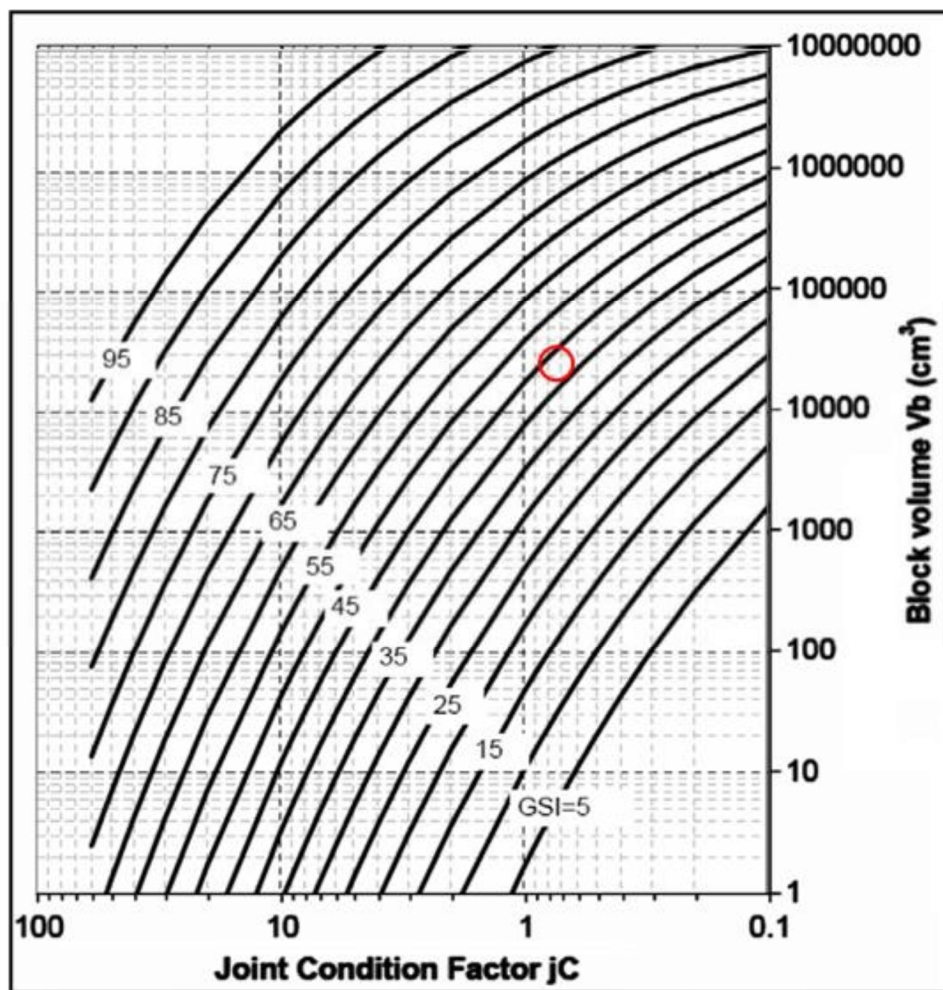
بر اساس روش Cai et al, 2004 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی BK-12، $GSI=34$ برآورد شده است که در تصویر ۱۴ ارائه شده است.



تصویر ۱۴: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی BK-12 به روش Cai et al, 2004

ب-۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009

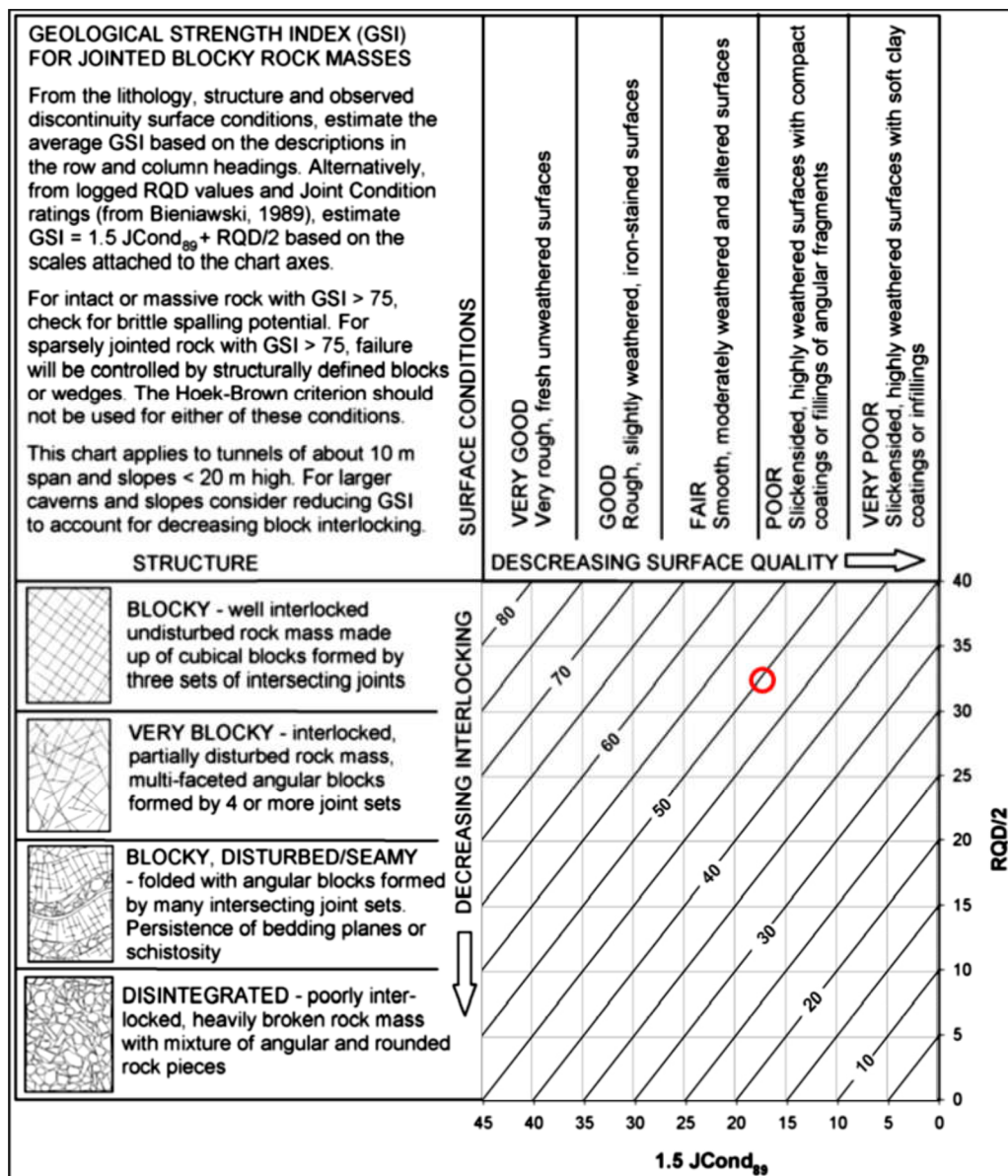
بر اساس روش Russo, 2009 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی BK-12، $GSI=44$ برآورد شده است که در تصویر ۱۵ ارائه شده است.



تصویر ۱۵: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی BK-12 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 BK-12، $GSI=50$ برآورد شده است که در تصویر ۱۶ ارائه شده است.

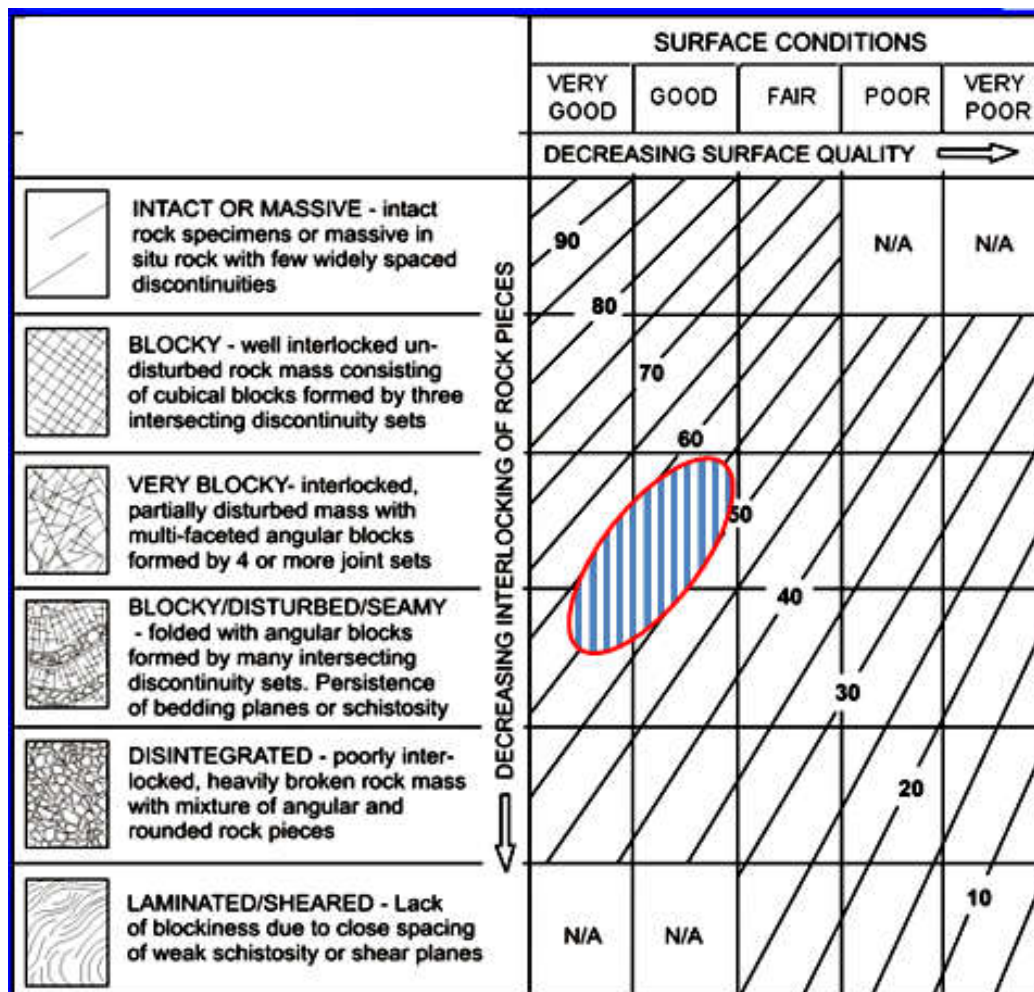


تصویر ۱۶: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی BK-12 به روش Hoek et al, 2013

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، $GSI=50-60$ تخمین زده شده ست (تصویر ۱۷).



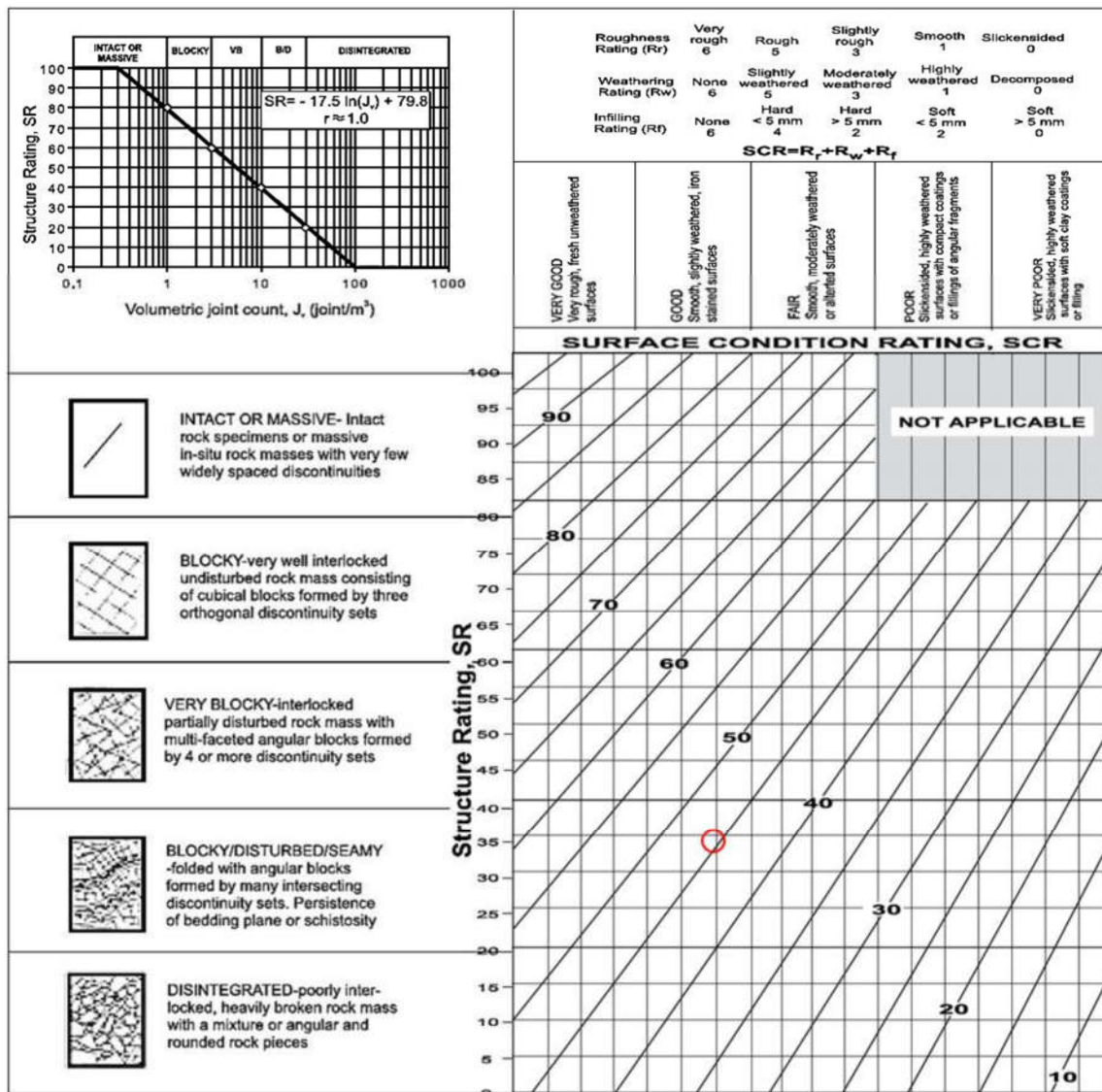
تصویر ۱۷: شاخص مقاومت زمین شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی BK-12

ب- محاسبه GSI به روش کمی

در ادامه برآورد کمی لایه های ماسه سنگ محل چاه نفتی BK-12 میدان نفتی بینک ارائه شده است:

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

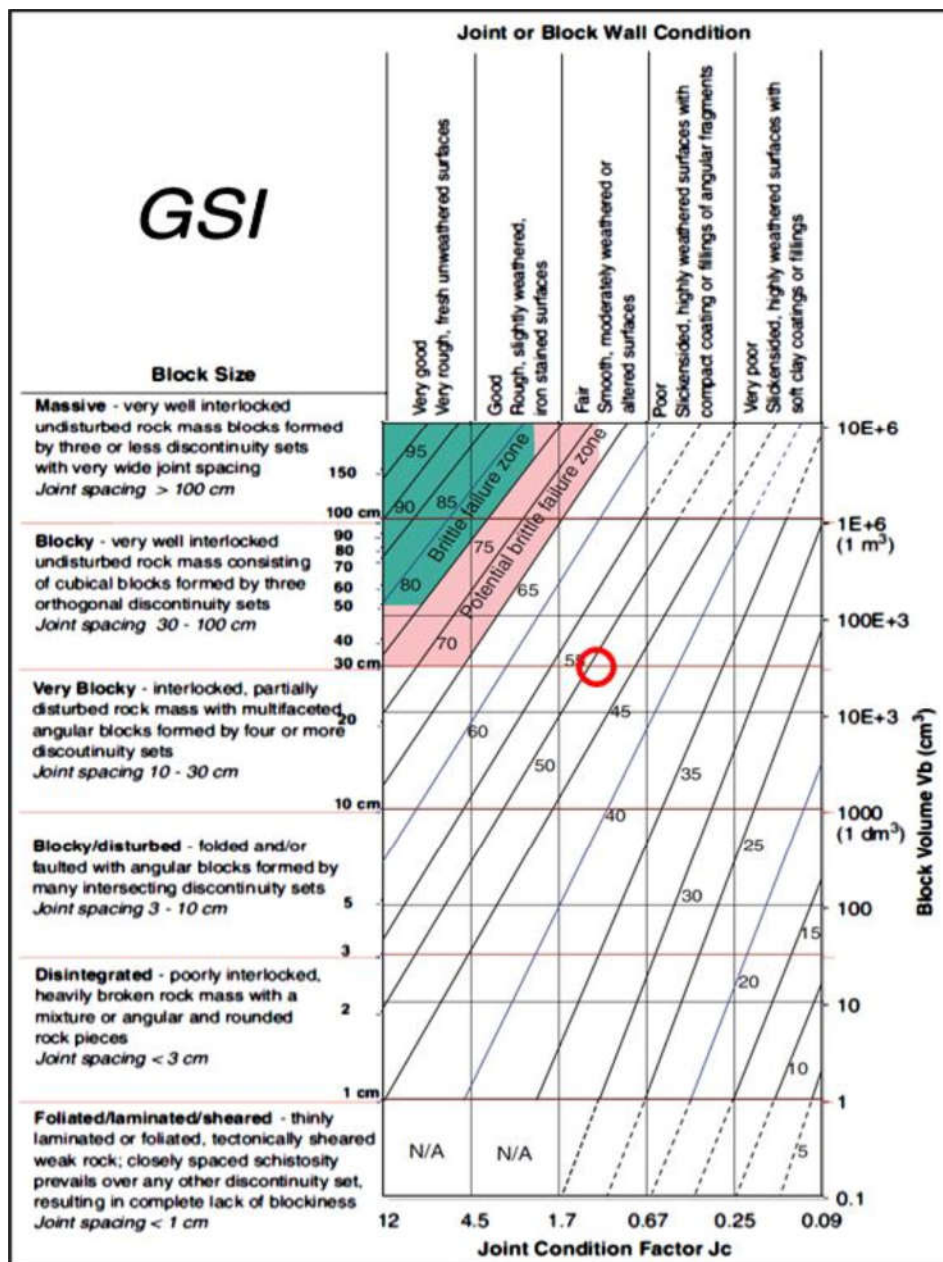
بر اساس روش Sonmez & Ulusay, 2002 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی BK-12، $GSI=46$ برآورد شده است که در تصویر ۱۸ ارائه شده است.



تصویر ۱۸: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی BK-12 به روش Sonmez & Ulusay, 2002

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

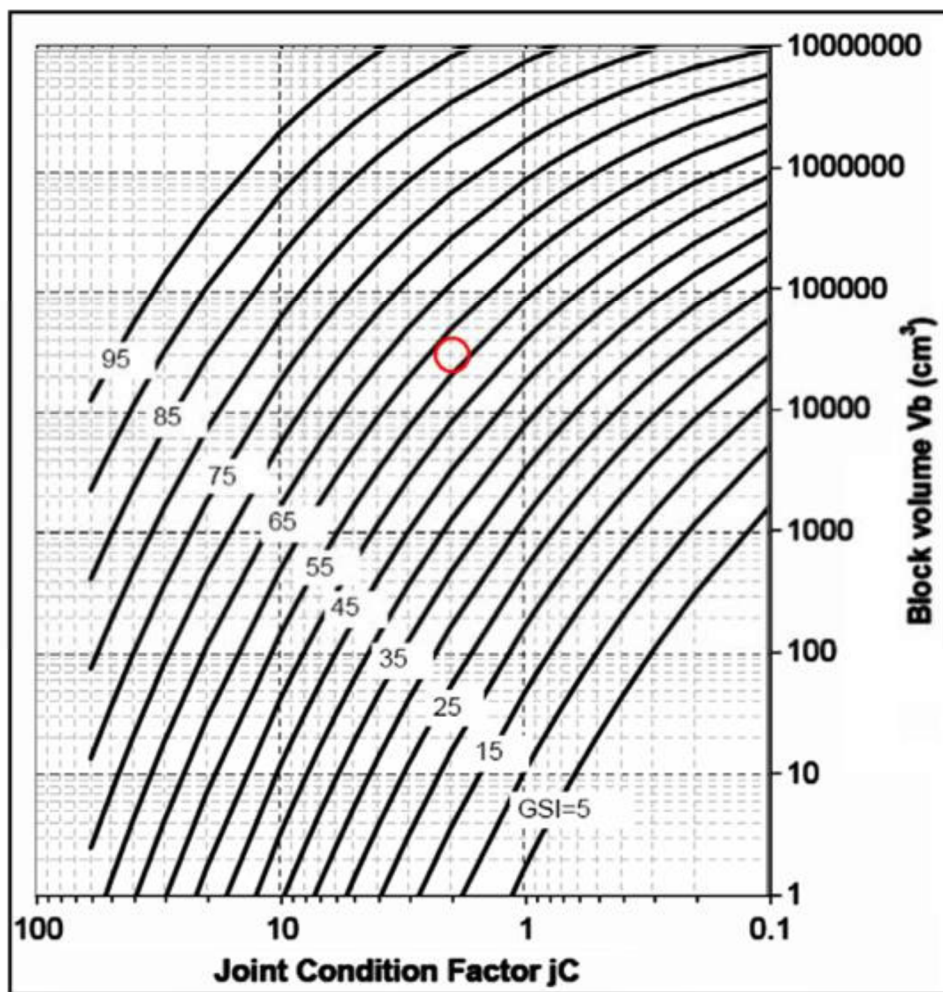
بر اساس روش Cai et al, 2004 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی BK-12،
GSI=50 برآورد شده است که در تصویر ۱۹ ارائه شده است.



تصویر ۱۹: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی BK-12 به روش Cai et al, 2004

ب-۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009

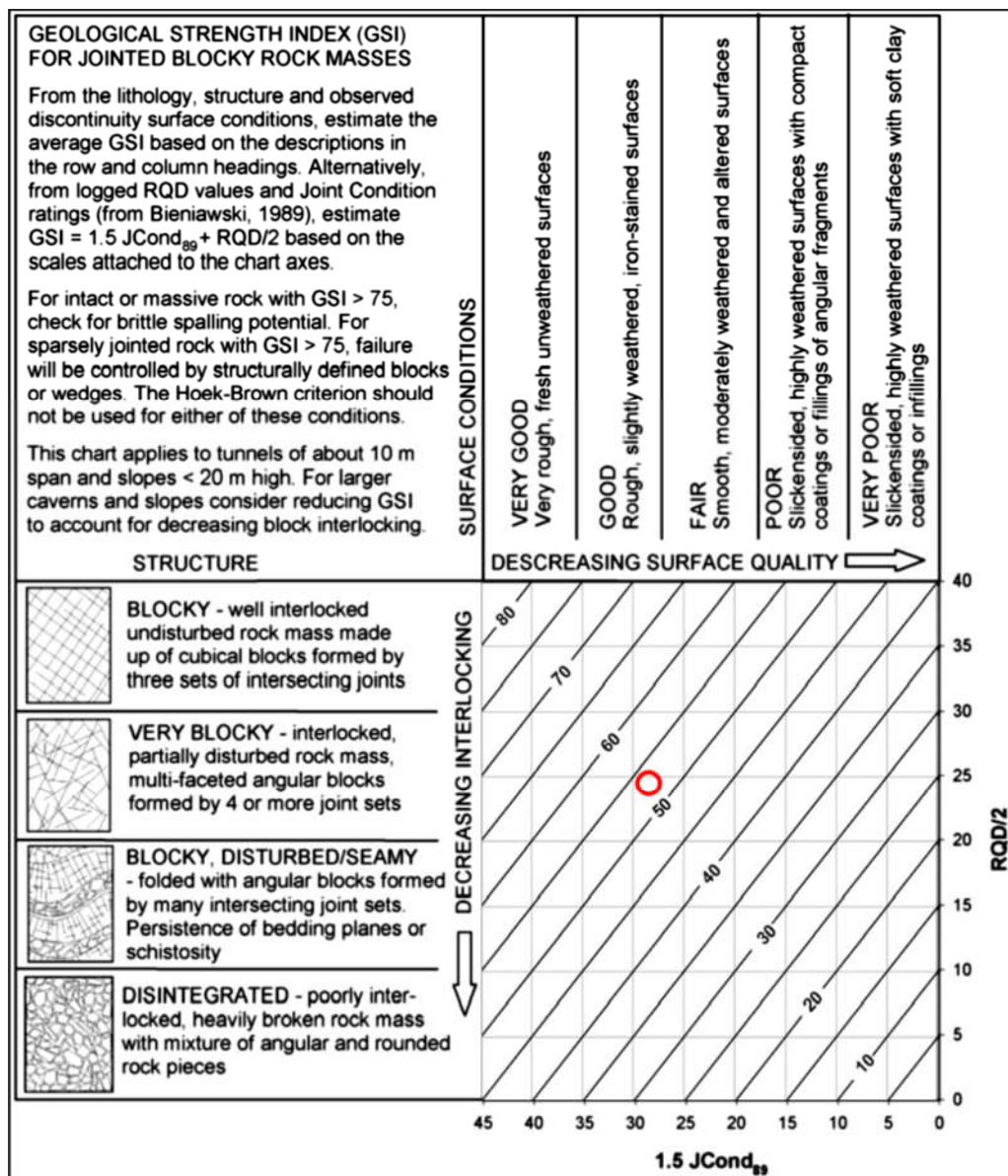
بر اساس روش Russo, 2009 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی BK-12، $GSI=57$ برآورد شده است که در تصویر ۲۰ ارائه شده است.



تصویر ۲۰: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی BK-12 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 BK-12،
GSI=54 برآورد شده است که در تصویر ۲۱ ارائه شده است.



تصویر ۲۱: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی BK-12 به روش Hoek et al, 2013

۸-۳- میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی چاه BK-12

با عنایت به مطالب بالا، چاه نفتی BK-12 بر روی سازند آغاچاری متشکل از لایه های مارنی و ماسه سنگی تشکیل شده است که در جدول ذیل میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI) کل توده سنگهای محل چاه نفتی فوق ارائه شده است.

جدول ۱: میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگهای محل چاه نفتی BK-12

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.
BK-12	Marl	35-45	31	34	44	50	40
	Sandstone	50-60	46	50	57	54	52
ave.		42-52	ave.				46

۹-تدقیق GSI برای شرایط عمیق

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

پیوست ۷

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

Bearing capacity and Settlements are computed using the following computations.

1. The Ultimate Bearing Capacity Calculation

Hansen's Method:

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

When $\Phi = 0$

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

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

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

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

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

2- Elastic Settlement of foundations

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

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

ΔH = Settlement

q_0 = Load

B' = Minimum Dimension of Footing

I_s = Steinbrenner General Influence Factor

I_f = Fuchs Depth influence factor

E_s = Secant Modulus of Soil

μ = Poisson's Ratio

m = Participation Factor

$m = 4$ for center of footing

$m = 2$ for edges

$m = 1$ for corners

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

TABLE 4-5a

Shape and depth factors for use in either the Hansen (1970) or 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
$s'_{c(H)} = 0.2 \frac{B'}{L'}$ ($\phi = 0^\circ$)	$d'_c = 0.4k$ ($\phi = 0^\circ$)
$s_{c(H)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$	$d_c = 1.0 + 0.4k$
$s_{c(V)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$	$k = D/B$ for $D/B \leq 1$
$s_c = 1.0$ for strip	$k = \tan^{-1}(D/B)$ 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	
$s_{\gamma(H)} = 1.0 - 0.4 \frac{B'}{L'}$ ≥ 0.6	$d_\gamma = 1.00$ for all ϕ
$s_{\gamma(V)} = 1.0 - 0.4 \frac{B}{L}$ ≥ 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' .

TABLE 4-5b

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

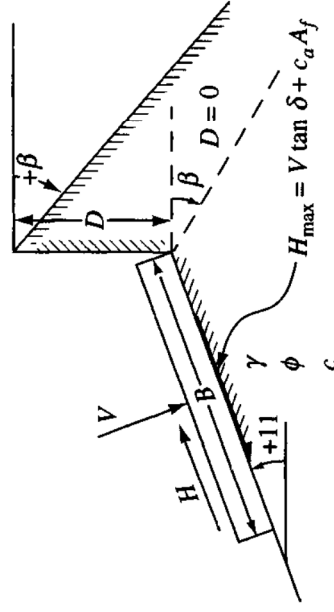
Inclination factors	Ground factors (base on slope)
$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f C_a}}$	$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$g_c = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_1}$	$g_q = g_\gamma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

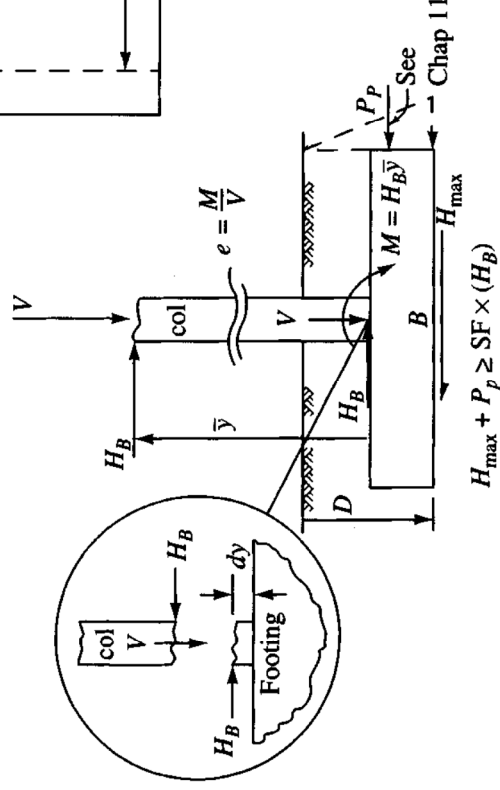
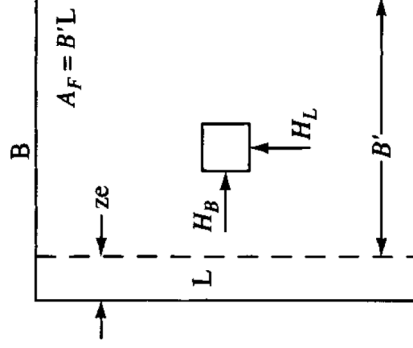
Notes: $\beta + \eta \geq 90^\circ$ (Both β and η have signs (+) shown.)

β ϕ



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)
 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 $\phi_{tr} = \phi_{ps}$

$H_{max} = V \tan \delta + c_a A_f$



باران خاک و پی

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)	
$i_\gamma = \left[1.0 - \frac{H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\gamma m + 1}$	$b'_c = g'_c$ ($\phi = 0$)
$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$	$b_c = 1 - \frac{2\beta}{5.14 \tan \phi}$
$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B}$	$b_q = b_\gamma = (1.0 - \eta \tan \phi)^2$

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:
$$S_c = \frac{Cc H}{1+e_0} \log \frac{P'_0 + \Delta P}{P'_0}$$

Pre- consolidated clays:

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

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

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.

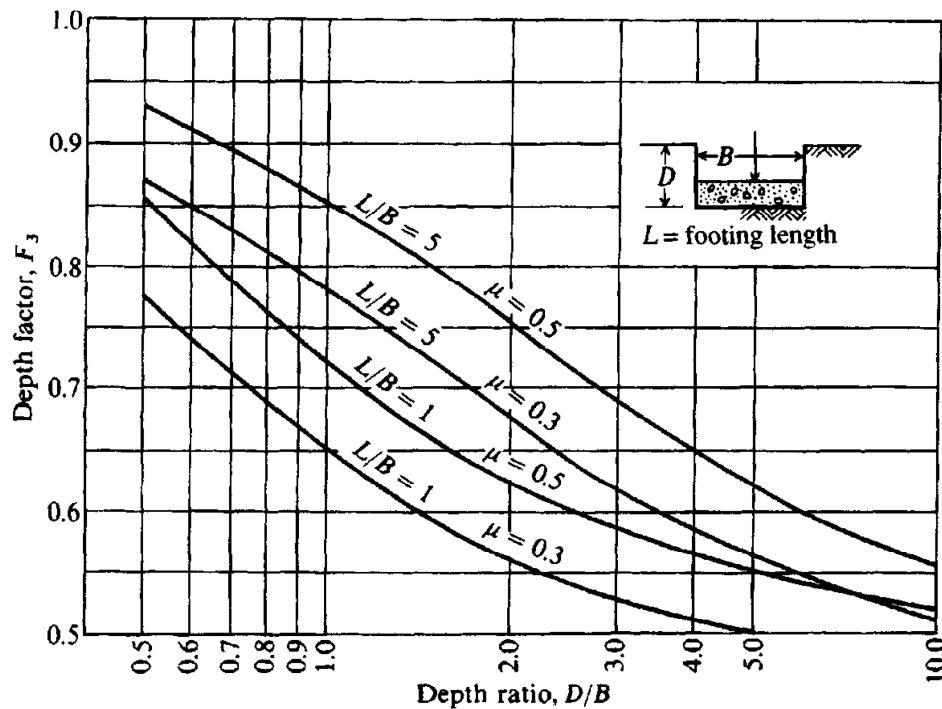


TABLE 5-2

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

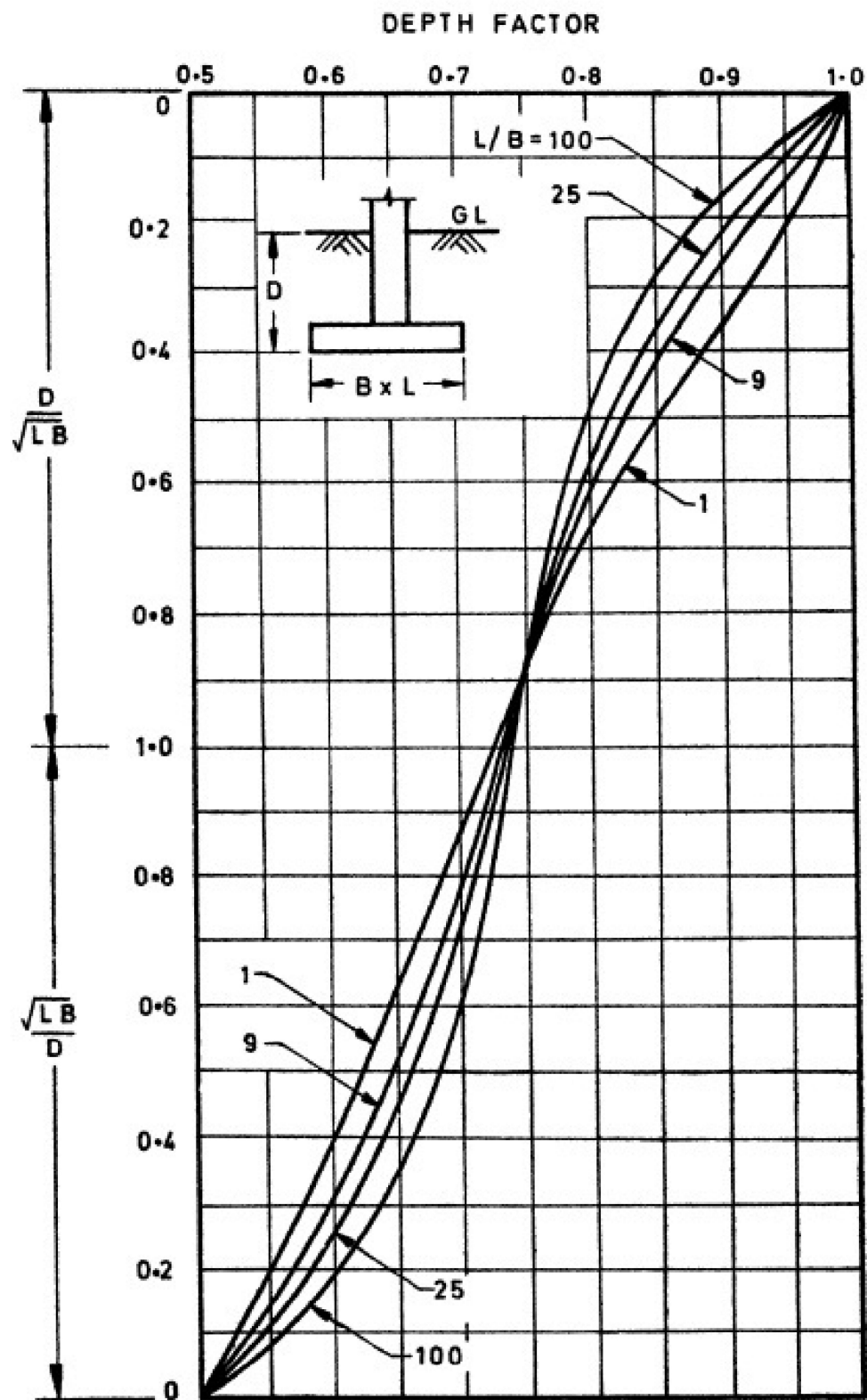


FIG. 12 FOX'S CORRECTION CURVES FOR SETTLEMENTS OF FLEXIBLE RECTANGULAR FOOTINGS OF $L \times B$ AT DEPTH D

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	رسی
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, 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.			

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

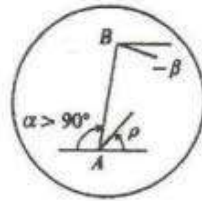
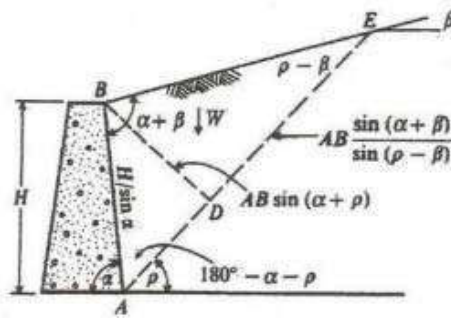
طبقه بندی نوع زمین (نقل از استاندارد ۲۸۰۰- ویرایش ۴)

نوع زمین	توصیف لایه بندی زمین	$\bar{V}_s$ (m/s)	$\bar{N}_{1(60)}$	$\bar{C}_u$ (kPa)
I	سنگ و شبه سنگ، شامل سنگ های آذرین، دگرگونی و رسوبی و خاک های سیمانه بسیار محکم با حداکثر ۵ متر مصالح ضعیف تر تا سطح زمین	> ۷۵۰	—	—
II	خاک خیلی متراکم یا سنگ سست، شامل شن و ماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت با ضخامت 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	۳۷۵-۷۵۰	> ۵۰	> ۲۵۰
III	خاک متراکم تا متوسط، شامل شن و ماسه متراکم تا متوسط یا رس های سخت با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر	۱۷۵-۳۷۵	۱۵-۵۰	۷۰-۲۵۰
IV	خاک متوسط تا نرم، لایه های خاک غیر چسبنده یا با کمی خاک چسبنده با تراکم متوسط تا کم، لایه های خاک کاملاً چسبنده نرم تا محکم.	< ۱۷۵	< ۱۵	< ۷۰

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

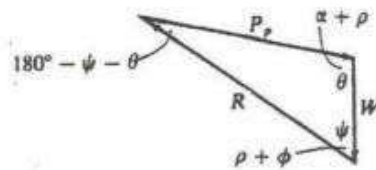
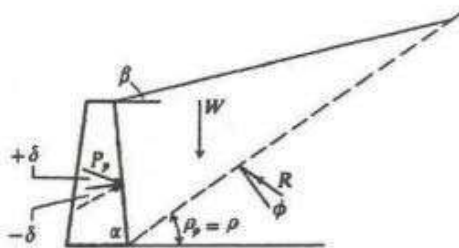
$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

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



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

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



(b) چند ضلعی نیرو برای تعیین نیروی مقاوم خاک

(c) گوده گسیختگی برای فشار 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)

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

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

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

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

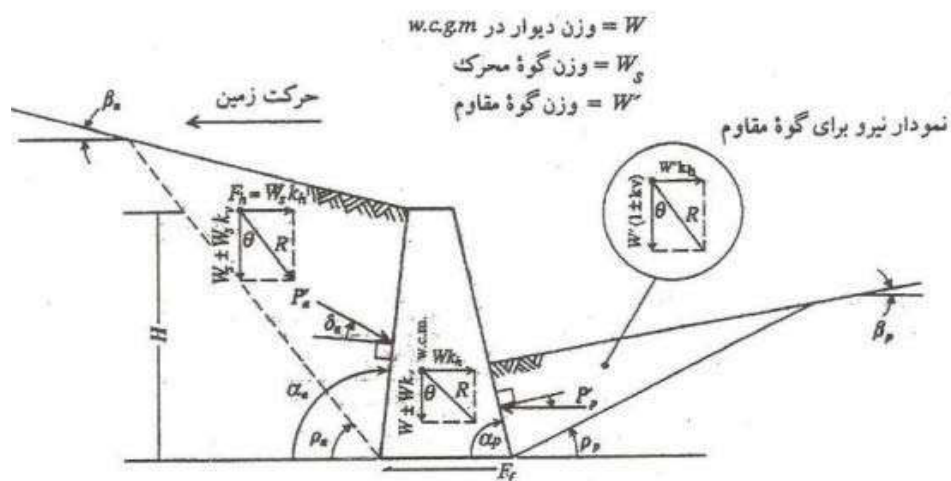
$$K_{pve} = K_{pe} \cdot \sin(\delta + \alpha_p)$$

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

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

K_h : Earthquake Horizontal Coefficient

K_v : Earthquake Vertical Coefficient



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

پیوست ۸

مراجع

References:

ASTM:

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

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

API650: API Standard 650 welded tanks for oil storage

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

UBC97: 1997 UNIFORM BUILDING CODE

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

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

ACI: Concrete, Aggregate. "American concrete institute

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

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

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

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