



شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه: ۱ از ۵۰
	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادر کننده	بسته کاری	
	D00	0001	RT	GT	110	PEDCO	W035	

نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک

D00	JUN.2022	IFC	BKP Co.	M.Fakharian	M.Mehrshad	
Rev.	Date	Purpose of Issue/Status	Prepared by:	Checked by:	Approved by:	CLIENT Approval
Class:2		CLIENT Doc. Number:F0Z-707784				

Status:

IDC: Inter-Discipline Check
IFC: Issued For Comment
IFA: Issued For Approval
AFD: Approved For Design
AFC: Approved For Construction
AFP: Approved For Purchase
AFQ: Approved For Quotation
IFI: Issued For Information
AB-R: As-Built for CLIENT Review
AB-A: As-Built –Approved

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035							
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه: ۲ از ۵۰
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00

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					104					
40	X					105					
41	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					114					
50	X					115					
51						116					
52						117					
53						118					
54						119					
55						120					
56						121					
57						122					
58						123					
59						124					
60						125					
61						126					
62						127					
63						128					
64						129					
65						130					

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه: ۳ از ۵۰	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

فهرست مطالب

۷	مقدمه
۹	فصل ۱- مشخصات عمومی پروژه
۹	۱-۱ اهداف مطالعات
۹	۱-۲ محدودیت ها
۱۰	۱-۳ مشخصات کلی طرح
۱۳	فصل ۲- زمین شناسی عمومی، زمین ساخت گستره طرح و وضعیت کلی لرزه خیزی ساختگاه
۱۳	۲-۱ مطالعات زمین شناسی عمومی منطقه
۱۶	۲-۲ لرزه خیزی عمومی منطقه
۱۶	۲-۲-۱ گسلهای محدوده مورد مطالعه
۱۹	فصل ۳- کاوشهای صحرایی
۱۹	۳-۱ عملیات حفاری گمانه های ماشینی
۲۲	۳-۲ آزمایش های برجا
۲۲	۳-۲-۱ آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد (SPT)
۲۵	۳-۲-۲ آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی (Goelectrical Resistivity Test)
۲۹	۳-۲-۳ آزمایش بار گذاری صفحه (Plate Load Test)
۲۹	۳-۲-۴ آزمایش CBR (California Bearing Ratio)
۳۰	۳-۲-۵ اندازه گیری دمای خاک
۳۰	۳-۳ وضعیت تراز سطح آب
۳۱	فصل ۴- آزمایشهای آزمایشگاهی
۳۱	۴-۱ توصیف و طبقه بندی لایه های خاک
۳۶	فصل ۵- پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی
۳۶	۵-۱ خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و پارامترهای طراحی
۳۶	۵-۲ پتانسیل روانگرایی
۳۷	۵-۳ برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش)

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035							
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه: ۴ از ۵۰
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00

۳۷	۴-۵- برآورد پتانسیل تورم
۳۸	فصل ۶- ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی
۳۸	۱-۶- مقدمه
۳۸	۲-۶- تعیین ظرفیت باربری نهایی و مجاز بر اساس گسیختگی برشی
۳۹	۳-۶- نشست خاک
۴۰	۶-۴- ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی
۴۱	۱-۶-۴- ضریب عکس العمل بستر (K_s)
۴۳	۲-۶-۴- مدول عکس العمل بستر در حالت استاتیک
۴۴	۳-۶-۴- مدول عکس العمل بستر در حالت بارگذاری فوق العاده (بارگذاری زلزله)
۴۵	فصل ۷- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایدارسازی گود
۴۵	۱-۷- بررسی فشار محرک و مقاوم خاک
۴۵	۲-۷- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت استاتیکی
۴۵	۳-۷- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله)
۴۷	۴-۷- گودبرداری و پایداری شیب
۴۸	فصل ۸- جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی
۴۸	۱-۸- جمع بندی و نتیجه گیری
۴۸	۸-۲- توصیه فنی
۴۹	فصل ۹ پیوست

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۵ از ۵۰	
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- موقعیت قرارگیری گمانه‌های ماشینی محل پروژه در موقعیت بسته‌ی W-035 در Google Earth ۱۱
- شکل ۱-۲- موقعیت بسته‌ی W-035 نسبت به کل پروژه در Google Earth - نقشه ارسالی از کارفرمای محترم ۱۲
- شکل ۱-۳- نمایش تقریبی محور خلیج فارس ۱۴
- شکل ۲-۱- تقسیمبندی زاگرس از نظر Alavi سال ۲۰۰۴ ۱۵
- شکل ۲-۲- نمایی از گسل‌های محدوده مورد مطالعه ۱۷
- شکل ۲-۳- موقعیت بسته‌ی W-035 در نقشه زمین‌شناسی بوشهر در منطقه بینک به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ۱۸
- شکل ۳-۱- جانمایی محل حفر گمانه‌های ماشینی در موقعیت بسته‌ی W-035 ۲۰
- شکل ۳-۲- جانمایی محل حفر گمانه‌های ماشینی در موقعیت بسته‌ی W-035 نسبت به مسیرهای خط لوله- نقشه ارسالی از کارفرمای محترم ۲۰
- موقعیت بسته‌ی W-035 ۲۱
- شکل ۳-۳- موقعیت قرارگیری محل حفر گمانه‌های ماشینی در موقعیت بسته‌ی W-035 - نقشه ارسالی از کارفرمای محترم ۲۱
- جدول ۱-۳- مشخصات کلی گمانه‌های ماشینی موقعیت بسته‌ی W-035 ۲۱
- شکل ۳-۴- تغییرات نتایج ضربات SPT (اصلاح نشده) و میزان نفوذ متناظر برحسب عمق بسته‌ی W-035 ۲۵
- شکل ۳-۵- حدود مقاومت الکتریکی برای خاک‌های مختلف ۲۶
- شکل ۳-۶- تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب عمق در بسته‌ی W-035 ۲۸
- شکل ۴-۱- گمانه‌های ماشینی در محدوده مورد مطالعه موقعیت بسته‌ی W-035 ۳۲
- شکل ۴-۲- موقعیت بسته‌ی W-035 - نقشه ارسالی از کارفرمای محترم ۳۳
- شکل ۴-۳- موقعیت قرارگیری بسته‌ی W-035 نسبت به سایر بسته‌های بخش تحت الارض - نقشه ارسالی از کارفرمای محترم ۳۴
- شکل ۶-۱- مدلسازی فتر وینکلر ۴۱
- شکل ۶-۲- مدل سازی فنرهای کوپله ۴۲
- شکل ۶-۳- تقسیم بندی سطح پی در روش شبه کوپل ۴۲

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																									
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035</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>D00</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D00	0001	RT	GT	110	PEDCO	W035	BK	شماره صفحه: ۶ از ۵۰
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D00	0001	RT	GT	110	PEDCO	W035	BK																			

فهرست جداول

جدول ۱-۳. مشخصات کلی گمانه های ماشینی موقعیت بسته ی W-035	۲۱
جدول ۲-۳. ضرایب اصلاح اعداد SPT پیشنهادی (Seed et al. (2003)	۲۳
جدول ۳-۳. رابطه تراکم خاک درشت دانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک ۱۹۴۸)	۲۴
جدول ۴-۳. رابطه تراکم خاک ریزدانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک ۱۹۶۷)	۲۴
جدول ۵-۳. مقاومت ویژه میانگین قرائت شده برای اعماق مختلف در هر محل بر حسب اهم متر	۲۷
جدول ۶-۳. خورندگی خاک طبق مقاومت الکتریکی (British Standard BS-1377)	۲۹
جدول ۷-۳. مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه	۲۹
جدول ۸-۳. مشخصات و نتایج آزمایش CBR	۳۰
جدول ۱-۴. مشخصات آزمایش های آزمایشگاهی	۳۱
جدول ۱-۵. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی	۳۶
جدول ۲-۵. طبقه بندی پتانسیل تورم	۳۷
جدول ۱-۶. مدول عکس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر	۴۳
جدول ۲-۶. مدول عکس العمل بستر پی گسترده برای عمق یک متر	۴۳
جدول ۱-۷. ضرایب فشار جانبی برای لایه های خاک طبیعی با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز	۴۶

دانه ای

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه: ۷۰ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

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 ۲۰ کیلومتری شمال غربی شهرستان گناوه واقع و به دو بخش تحت الارض و سطح الارض تقسیم شده است. بخش تحت الارض شامل ۱۰ سایت تاسیسات سرچاهی، مسیر خط لوله و مسیر برق رسانی می باشد. بخش سطح الارض شامل خط لوله زیرزمینی ۸ اینچ به طول ۴۴ کیلومتر و ایستگاه تقویت فشار گازی جدید است.

با توجه به پراکندگی و تعدد گمانه های شناسایی (۵۵ گمانه ماشینی در بخش تحت الارض، ۹۸ گمانه ماشینی در بخش سطح الارض و ۶ گمانه ماشینی در بخش سطح الارض - ایستگاه تقویت فشار گاز و) جهت پیشگیری از اتلاف زمان پروژه و بنا به اولویت های مطرح شده از سوی کارفرمای محترم مقرر گردید نتایج و گزارشات مطالعات ژئوتکنیک هر بخش به صورت مجزا به شرح مجله های زیر ارائه شود:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۸ از ۵۰	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

جلد دوازدهم: مسیر خط لوله ۴ و ۸ اینچی

در این بخش از پروژه، شناخت لایه‌های زیر سطحی و تعیین پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک در محل مربوط به موقعیت بسته‌ی W-035 مورد بررسی قرار خواهد گرفت. تعداد و عمق گمانه‌های ماشینی و نحوه چیدمان آن‌ها توسط کارفرمای محترم تعیین و جهت انجام به این مهندسین مشاور ابلاغ شده است. پس از تحویل زمین محل ساختگاه، عملیات صحرایی توسط گروه حفاری و کارشناسی این مهندسین مشاور آغاز گردید.

این گزارش، حاوی نتایج حاصل از حفاری ۳ گمانه ماشینی، آزمایشات صحرایی و آزمایشات آزمایشگاهی به همراه مشاهدات و بازدیدهای میدانی در موقعیت بسته‌ی W-035 (BH-WH-3, BH-FL-28,29) است. بر اساس نتایج حاصل از این عملیات و انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی، پارامترهای مربوط به لایه‌های خاک در محل پروژه برآورد و در پایان نیز ضمن جمع‌بندی و نتیجه‌گیری، توصیه‌های فنی مرتبط با پروژه ارائه شده است. این گزارش در قالب ۹ فصل تهیه و ارائه شده است که به صورت خلاصه به شرح زیر می‌باشد:

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه ۹۰ از ۵۰	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

فصل ۱- 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.

۱-۱- 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 ۲۸۰۰، نشریه ۰۳۸ تاسیسات صنعت نفت و براساس آیین نامه های API650، ASCE، UBC97 و تعیین کلیه پارامترهای لازم منجمله Near Feild جهت محاسبات نیروی زلزله.
- ✓ ارائه توصیه های فنی مورد نیاز.

۱-۲- محدودیت ها

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۱۰ از ۵۰	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

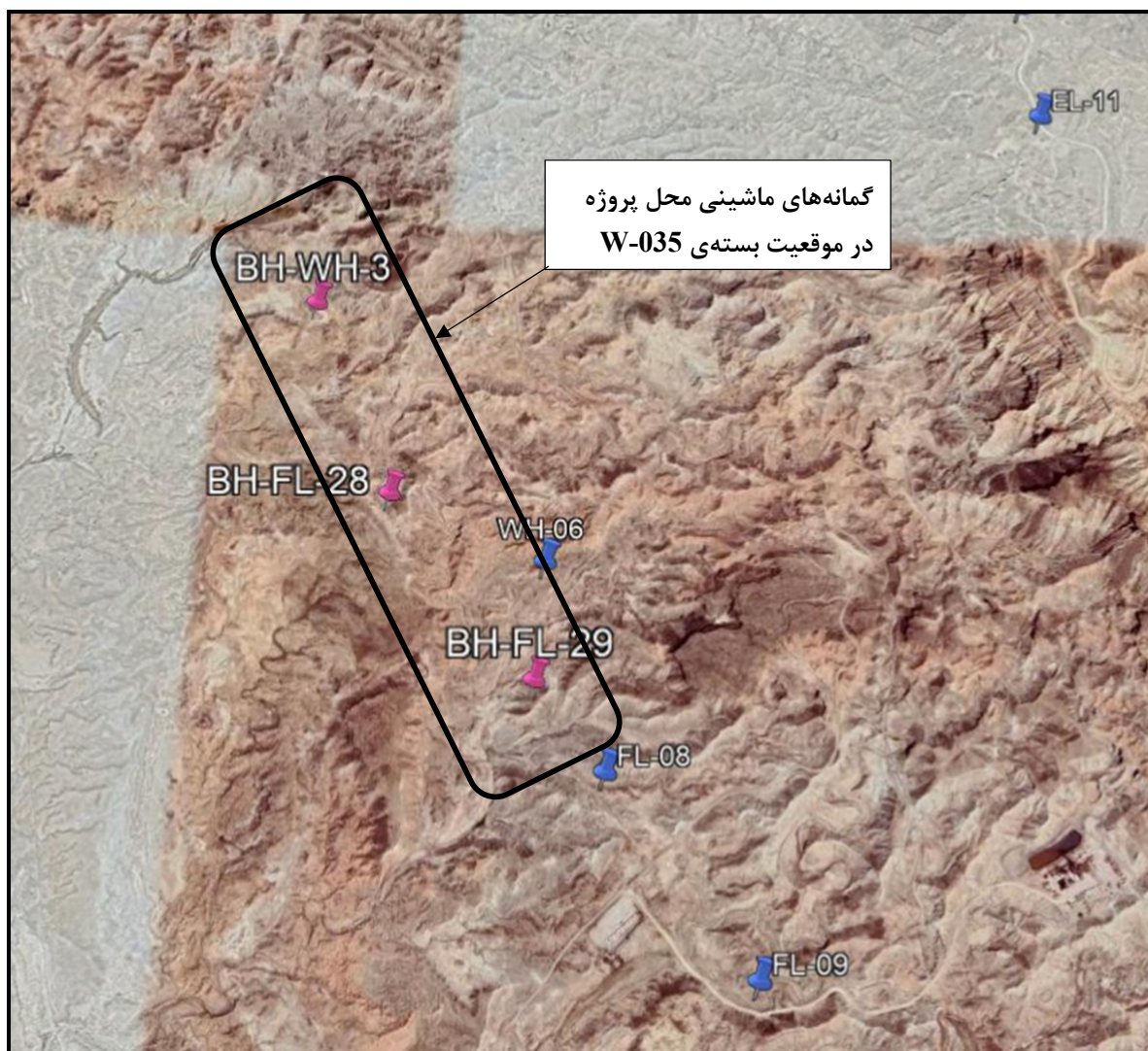
این گزارش برای استفاده انحصاری در ارتباط با پروژه طرح نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک در بخش سطح الارض، موقعیت بسته‌ی W-035 می‌باشد که براساس درخواست شرکت مهندسی هیرگان انرژی تهیه شده است. استفاده از این گزارش توسط شخص یا شرکت دیگری غیر از کارفرمای محترم و اعضای تیم طراحی مرتبط با آن جهت اهداف و کاربردهای دیگر مگر با مجوز کتبی از کارفرمای محترم ممنوع می‌باشد؛ در غیر این صورت هیچ گونه مسئولیت حقوقی و قانونی بر عهده این شرکت نمی‌باشد. یادآور می‌گردد تعداد، عمق و نحوه چیدمان گمانه‌های ماشینی مطالعاتی طبق شرح خدمات ابلاغی کارفرمای محترم انجام گرفته است.

این گزارش منعکس کننده شرایط ساختگاه اعم از نوع و مشخصات لایه‌ها و عمق آب بر مبنای مشاهدات و نتایج به دست آمده در زمان آماده سازی گزارش و صرفاً برای ارائه وضعیت لایه‌ها در محل ۳ گمانه ماشینی BH-WH-3 و BH-FL-29, BH-FL-28 در موقعیت بسته‌ی W-035 تهیه شده است. گذشت زمان و تأخیر در اجرای پروژه ممکن است منجر به تغییراتی در شرایط ساختگاه، تراز رقوم سایت، سطح آب، تکنولوژی مورد استفاده و شرایط اقتصادی گردد به گونه‌ای که نتایج، توصیه‌های گزارش موجود، لاگ همچنین محاسبات ظرفیت باربری را تغییر دهد. بنابراین، کارفرما یا گروه دیگری که گزارش برای آن تهیه شده است، می‌بایست در نظر داشته باشند که این شرکت مسئولیتی در قبال تغییرات شرایط پروژه بعد از زمان تنظیم گزارش ندارد.

۳-۱- مشخصات کلی طرح

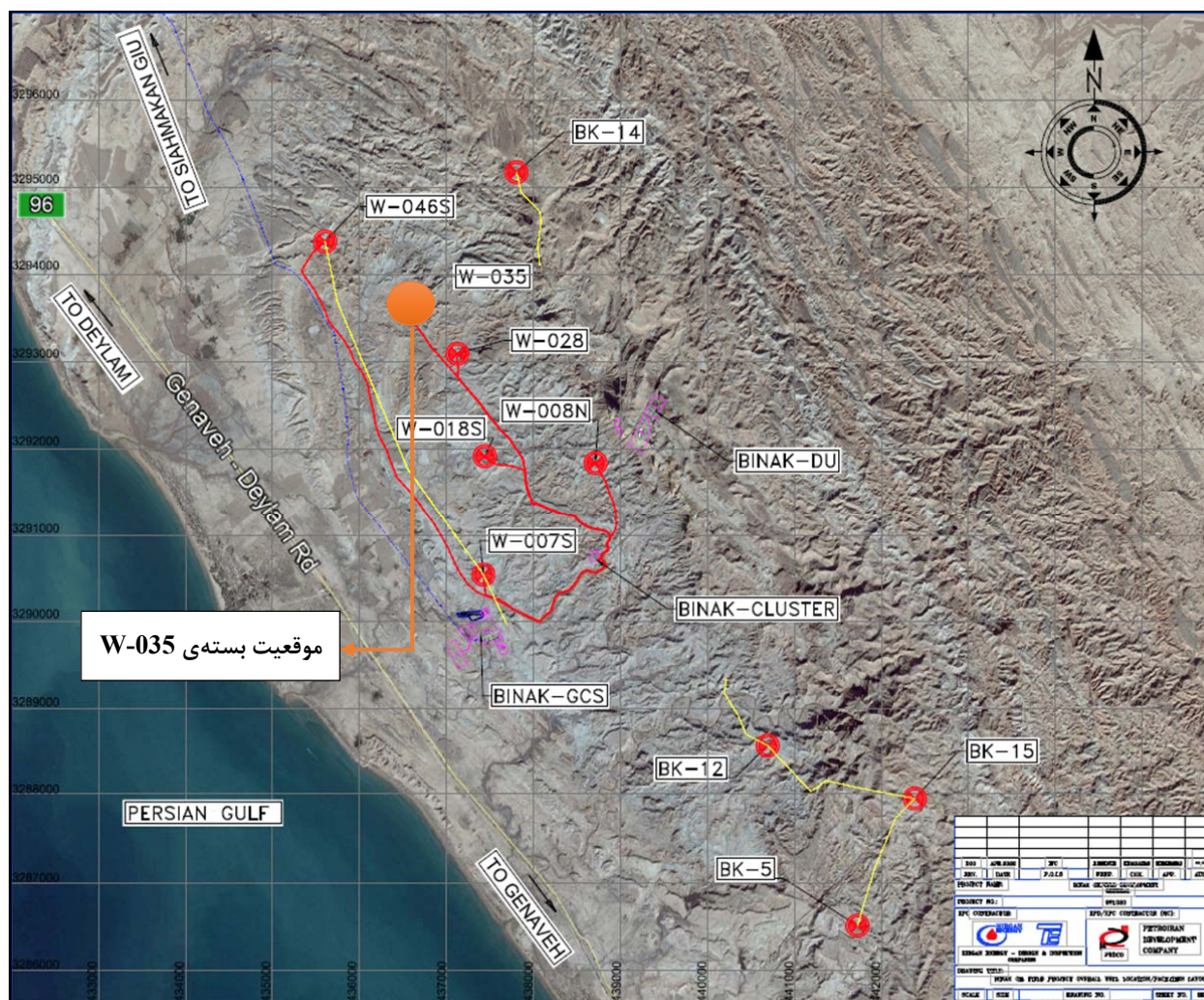
مطابق اطلاعات دریافتی از کارفرمای محترم، پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک (بسته بینک) در بخش تحت الارض با هدف ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و مسیر خطوط جریانی و مسیر برق رسانی مربوطه و در بخش سطح الارض با هدف احداث خطوط لوله ۴ اینچ روزمینی انتقال سیال، خط لوله ۸ اینچ زیرزمینی انتقال گاز و ایستگاه تقویت فشار گازی تعریف شده است. بخش تحت الارض شامل ۵۵ گمانه ماشینی در ۱۰ سایت تاسیسات سرچاهی، مسیر خط لوله و مسیر برق رسانی می‌باشد. بخش سطح الارض شامل ۸۹ گمانه ماشینی در خط لوله زیرزمینی ۸ اینچ به طول ۴۴ کیلومتر، ۹ گمانه ماشینی در خط لوله روزمینی ۴ اینچ به طول ۵/۲ کیلومتر و ۶ گمانه ماشینی در ایستگاه تقویت فشار جدید است. گزارش حاضر دربرگیرنده نتایج مطالعات ابلاغی موقعیت بسته‌ی W-035 در بخش سطح الارض می‌باشد. با توجه به نقشه‌ها در محدوده مختصات‌های ارسالی از سمت کارفرمای محترم، پی گسترده با ابعاد ۱۲×۲۰ متر و پی‌های سطحی مربعی، مستطیلی و نواری جهت طراحی در این بسته‌ی کاری در نظر گرفته شده است. در شکل ۱-۱ و ۱-۲ نمایی از گمانه‌های ماشینی و محدوده ایستگاه تقویت فشار گاز جدید مورد مطالعه در نقشه ماهواره‌ای و نقشه‌های ارسالی از کارفرمای محترم در سایت مذکور ارائه شده است.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																	
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035 <table><tr><td>نسخه</td><td>سریال</td><td>نوع مدرک</td><td>رشته</td><td>تسهیلات</td><td>صادرکننده</td><td>بسته کاری</td><td>پروژه</td></tr><tr><td>D00</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table>	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D00	0001	RT	GT	110	PEDCO	W035	BK	شماره صفحه : ۱۱ از ۵۰
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه											
D00	0001	RT	GT	110	PEDCO	W035	BK											



شکل ۱-۱- موقعیت قرارگیری گمانه های ماشینی محل پروژه در موقعیت بسته ی W-035 در Google Earth

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۱۲ از ۵۰	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	



شکل ۱-۲- موقعیت بسته‌ی W-035 نسبت به کل پروژه در Google Earth- نقشه ارسالی از کارفرمای محترم

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035								شماره صفحه : ۱۳ از ۵۰
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

فصل ۲- زمین شناسی عمومی، زمین ساخت گستره طرح و وضعیت کلی لرزه خیزی ساختگاه

۲-۱- 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 ۶۰۰ کیلومتر مرز دریایی دارد. خلیج فارس یک دریای حاشیه ای (Marginal Sea) است که به طور کامل روی فلات قاره قرار دارد و سراسیمی (Slope) آن در خلیج عمان است. این خلیج ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر پهنا و سطحی در حدود ۲۲۶۰۰۰ کیلومترمربع را زیر پوشش دارد. ژرفای میانگین آن حدود ۳۵ متر و ژرف ترین نقطه آن در کرانه ایرانی تنگه هرمز ۱۶۵ متر و میانگین آن در کناره های محور، ۷۴ تا ۹۲ 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 ۱۵۰۰ 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 ۱-۲ و ۲-۲ 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 ۱۴۰ 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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035							
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه: ۱۴ از ۵۰
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00

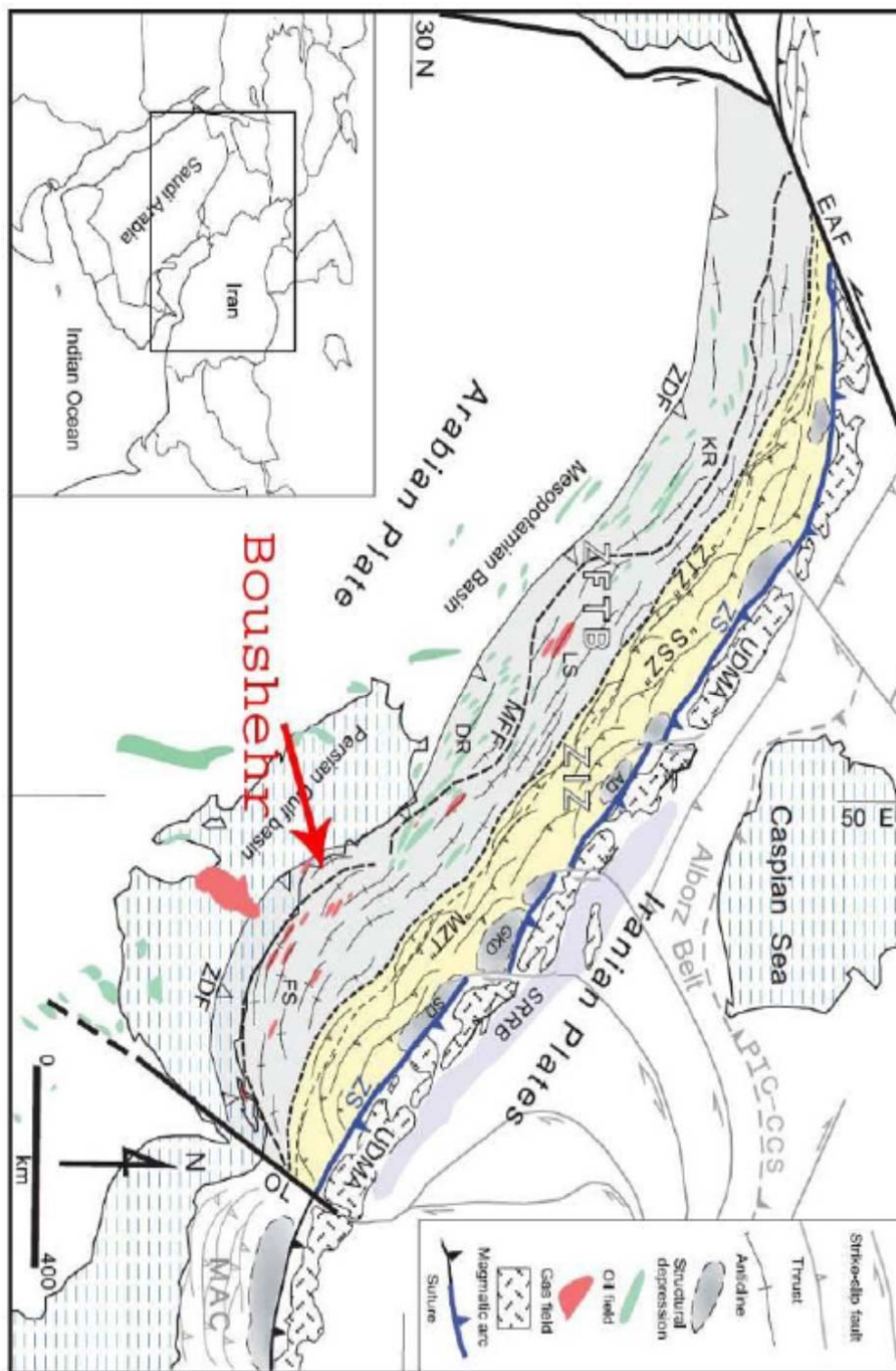
است. این مناطق تا دوران چهارم زیر آب بود. اکثر شهرها و مراکز جمعیتی استان بوشهر در این جلگه استقرار یافته‌اند. این جلگه‌ها تا کویت و دشت‌های جنوبی خلیج فارس ادامه دارد.

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 به وجود می‌آید. به طور کلی آب و هوای بوشهر در نوار ساحلی گرم و مرطوب و در قسمت‌های داخلی گرم و خشک صحرائی است. در استان بوشهر دو فصل محسوس وجود دارد: زمستان نسبتاً خنک شامل ماه‌های آذر، دی، بهمن، اسفند و تابستان گرم و خشک و طولانی.



شکل ۱-۲- نمایش تقریبی محور خلیج فارس

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																	
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه : ۱۵ از ۵۰																
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00
	پروژه		بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه									
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00											



شکل ۲-۲- تقسیم‌بندی زاگرس از نظر Alavi سال ۲۰۰۴

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه : ۱۶ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

۲-۲- لرزه خیزی عمومی منطقه

۱-۲-۲- 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، برکه 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 ۲-۳ نمایی از گسل های محدوده مورد مطالعه مشاهده می گردد. در شکل ۲-۴ نقشه زمین شناسی موقعیت W-035 در منطقه بینک ارائه شده است.

گسل کازرون

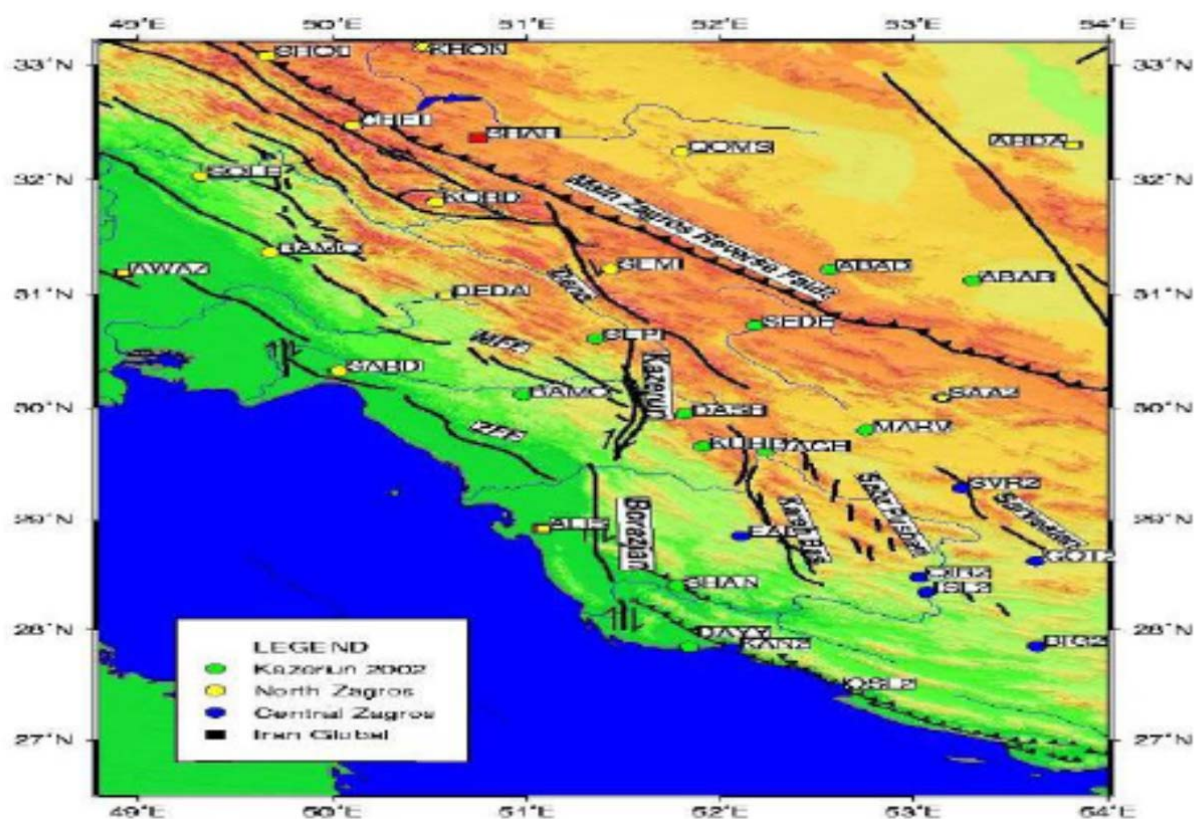
گسل کازرون به عنوان یکی از ساختارهای خطی و کهن ایران، طولی نزدیک به ۲۳۵ کیلومتر دارد و از شمال به گسیختگی دنا و از جنوب تا خلیج فارس ادامه می یابد. گسل کازرون با راستای متغیر شمالی تا جنوبی و آریموت بین ۲۵ تا ۳۴۰ درجه امتداد دارد و براین اساس به قطعه های متعددی قابل جدایش است. تقریباً در تمام تقسیمات ارائه شده، جهت قطعه بندی پهنه گسلی کازرون، قطعه برازجان به عنوان جنوبی ترین قطعه معرفی شده است که از فاصله نسبتاً نزدیک (حدود ۴۰ 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: ۱- بلوک بوشهر، ۲- ژئوبلوک برازجان و ۳- 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 ۵۰۰ متر مشخص می شود. زمین لرزه هایی برروی نزدیک ترین قطعات مختلف گسل جبهه کوهستان به بوشهر رخ داده اند. در

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035							
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۱۷ از ۵۰
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00

گستره مورد مطالعه بر پایه شواهد مختلف به ویژه شواهد ریخت‌شناسی، گسل لبه کوهستان زاگرس را به ۳ قطعه اصلی تقسیم نموده است. این قطعه‌های گسلی از خاور به باختر عبارتند از قطعات شماره ۱۷، ۲۱ و ۳. کمینه فاصله این قطعات با بوشهر، به ترتیب ۹۲، ۴۹ و ۱۴۵ کیلومتر برآورد می‌شود.



شکل ۲-۳- نمایی از گسل‌های محدوده مورد مطالعه



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

ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035

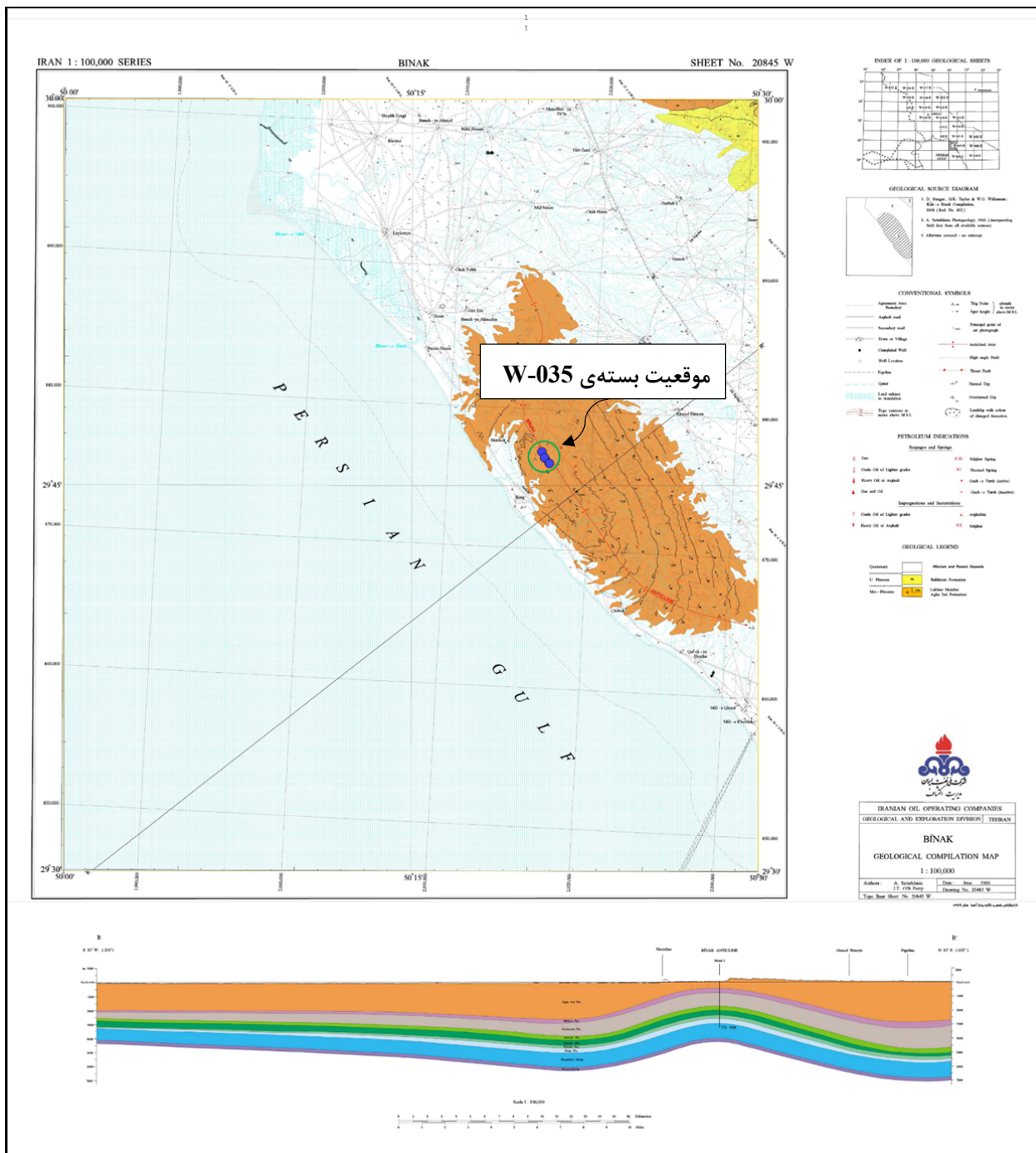


شماره پیمان:
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D00	0001	RT	GT	110	PEDCO	W035	BK

شماره صفحه : ۱۸ از ۵۰



شکل ۲-۴- موقعیت بسته‌ی W-035 در نقشه زمین‌شناسی بوشهر در منطقه بینک به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه: ۱۹ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

فصل ۳- کاوش های صحرائی

۳-۱- عملیات حفاری گمانه های ماشینی

حفاری ۳ گمانه ماشینی به روش مغزه گیری ممتد در محل های مشخص شده توسط کارفرمای محترم در موقعیت بسته ی W-035 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 ۳-۱ مشخصات کلی گمانه های ماشینی همچنین در شکل ۱-۳ الی ۳-۳ جانمایی آنها در موقعیت بسته ی W-035 ارائه شده است.



 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																									
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035</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>D00</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D00	0001	RT	GT	110	PEDCO	W035	BK	شماره صفحه: ۲۱ از ۵۰
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D00	0001	RT	GT	110	PEDCO	W035	BK																			



شکل ۳-۳- موقعیت قرارگیری محل حفر گمانه‌های ماشینی در موقعیت بسته‌ی W-035 - نقشه ارسالی از کارفرمای محترم

جدول ۳-۱. مشخصات کلی گمانه‌های ماشینی موقعیت بسته‌ی W-035

BH NO.	Depth (m)	Location	
		E	N
BH-WH-3	15	436603	3293647
BH-FL-28	3	436791	3293218
BH-FL-29	3	437114	3292840

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه : ۲۲ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

۳-۲- آزمایش های برجا

۳-۲-۱- 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 ۶۳/۵ کیلوگرمی از ارتفاع ۷۶ سانتیمتر بر روی کلاهک دستگاه قرار دارد که باعث نفوذ کفشک فولادی در داخل خاک می گردد. مقدار نفوذ برابر با ۳ فاصله ۱۵ سانتیمتری می باشد. تعداد ضربات برای هر مرحله نفوذ ۱۵ سانتیمتر ثبت شده و پس از آن آزمایش به اتمام می رسد. تعداد ضربات لازم برای نفوذ ۳۰ 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 ۱۰ متر محسوس نیست اما در طول های کمتر از ۱۰ متر تاثیرگذار می باشد که باید اصلاحیه ای در ارتباط با آن انجام شود. مقدار ضریب اصلاحی طول میله حفاری برای عمق تا ۴ متر برابر ۰/۷۵، ۴ تا ۶ متر برابر ۰/۸۵ و ۶ تا ۱۰ متر برابر ۰/۹۵ در نظر گرفته شد. همچنین راندمان دستگاه برابر ۶۰ درصد فرض شده است. در جدول ۳-۲، ضرایب اصلاح عدد *SPT* براساس پیشنهاد (*Seed et al. (2003)*) ارائه شده است.

معادل سازی اعداد *SPT* براساس برون یابی مقادیر نفوذ کمتر از ۳۰ 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 ۳۰ سانتی متر در مجموع به تعداد ضربات ۵۰ یا بیشتر رسیده اند، از نظر سفتی و قوام با لایه های دیگر که تعداد ضربات آنها در مرحله اول بدون نفوذ کامل به ۵۰ 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 ۰/۶ به *SPT* معادل تبدیل شده است. خاطر نشان

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه : ۲۳ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

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 ۲-۳. ضرایب اصلاح اعداد *SPT* پیشنهادی (Seed et al. (2003)

C_B	<table><tr><th><u>Borehole diameter</u></th><th><u>Correction (C_B)</u></th></tr><tr><td>65 to 115 mm</td><td>1.00</td></tr><tr><td>150 mm</td><td>1.05</td></tr><tr><td>200 mm</td><td>1.15</td></tr></table>	<u>Borehole diameter</u>	<u>Correction (C_B)</u>	65 to 115 mm	1.00	150 mm	1.05	200 mm	1.15							
<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><th><u>Equipment</u></th><th><u>Approximate ER (see Note 3)</u></th><th><u>C_E (see Note 3)</u></th></tr><tr><td>-Safety Hammer¹</td><td>0.4 to 0.75</td><td>0.7 to 1.2</td></tr><tr><td>-Donut Hammer¹</td><td>0.3 to 0.6</td><td>0.5 to 1.0</td></tr><tr><td>-Donut Hammer²</td><td>0.7 to 0.85</td><td>1.1 to 1.4</td></tr><tr><td>-Automatic-Trip Hammer (Donut or Safety Type)</td><td>0.5 to 0.8</td><td>0.8 to 1.4</td></tr></table> • For lesser quality fieldwork (e.g.: irregular hammer drop distance, excessive sliding friction of hammer on rods, wet or worn rope on cathead, etc.) further judgmental adjustments are needed.	<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 ۲) آورده شده است. شکل ۳-۴ 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-FL-28 تا عمق ۱/۵ متری خاک ریزدانه رسی مشاهده شده است و در محدوده سخت (*Hard*) قرار می‌گیرد. در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی توالی لایه‌های رس سنگ

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035							
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۲۴ از ۵۰
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00

(ClayStone) مشاهده شده است. در گمانه‌های ماشینی BH-WH-3 و BH-FL-29 توالی لایه‌های رس سنگ (ClayStone)، مارن (Marl) و سنگ سیلتی (SiltStone) قرار دارد. لذا جهت بدست آوردن دید کلی از وضعیت تراکم و سفتی لایه‌ها، نتایج نفوذ استاندارد در گمانه‌های ماشینی براساس طبقه بندی ارائه شده توسط ترزاقی و پک (جداول شماره ۲-۳ و ۳-۳) به شرح زیر قابل توصیف می‌باشد. خاطر نشان می‌سازد در بخش‌هایی که لایه‌ها به صورت سنگی می‌باشد، توصیفات ارائه شده به صورت کیفی بوده و جهت بدست آوردن دید کلی نسبت به میزان تراکم و سفتی لایه‌ها است. کلیه توصیفات ارائه شده در خصوص تراکم و قوام خاک، طبق اعداد SPT اصلاح نشده می‌باشند. لازم به ذکر است به جهت اختلاف ارتفاع زیاد بین گمانه‌های ماشینی، اختلاف تراز آن‌ها در نمودار نتایج آزمایش SPT لحاظ نشده است.

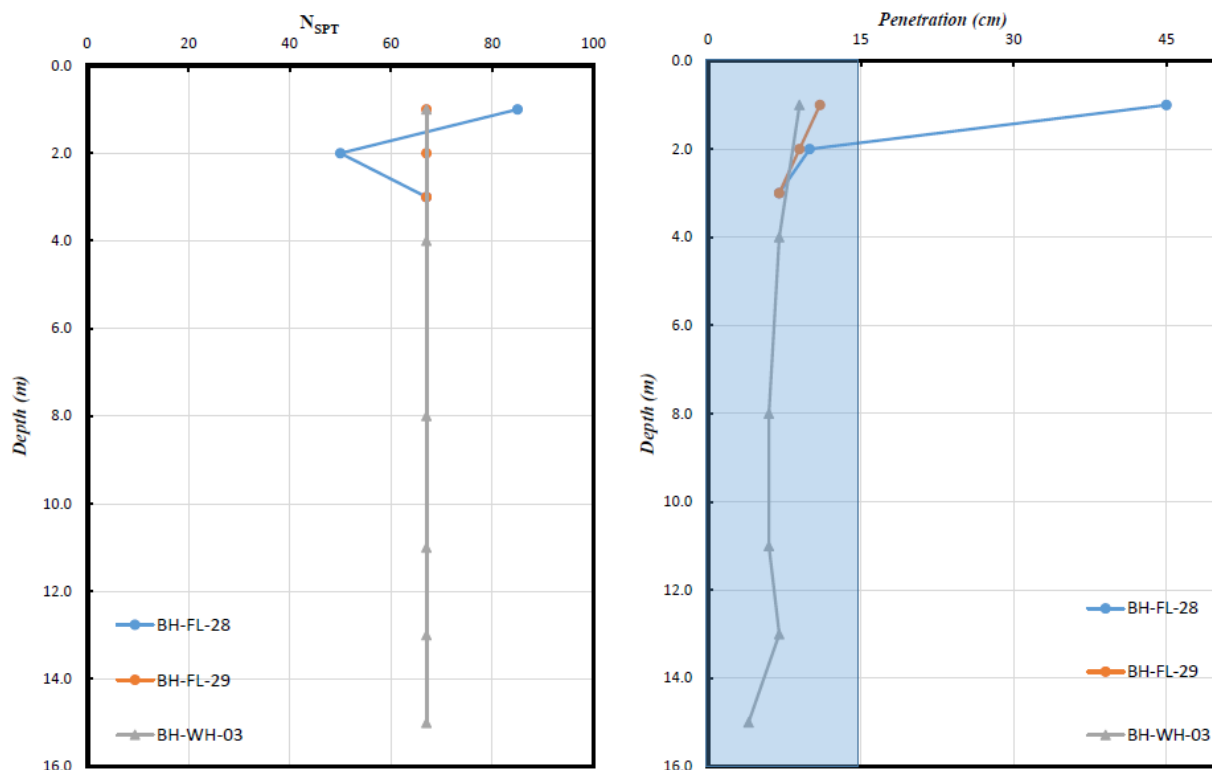
جدول ۳-۳. رابطه تراکم خاک درشت دانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک ۱۹۴۸)

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

جدول ۳-۴. رابطه تراکم خاک ریزدانه و عدد N_{SPT} (ترزاقی و پک ۱۹۶۷)

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۲۵ از ۵۰	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	



شکل ۳-۴- تغییرات نتایج ضربات SPT (اصلاح نشده) و میزان نفوذ متناظر برحسب عمق بسته ی W-035

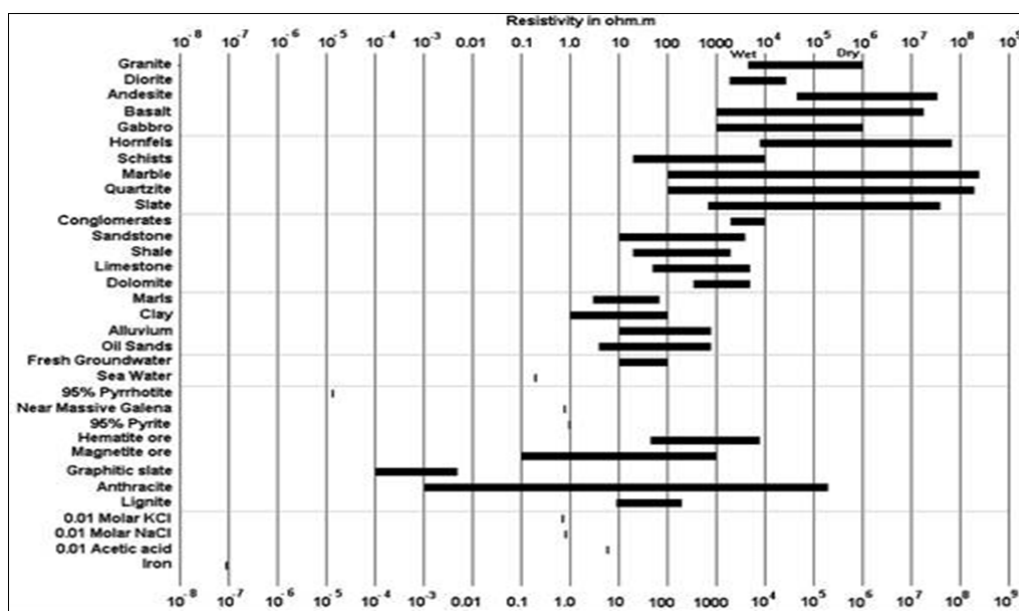
۲-۲-۳- آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی (Goelectrical Resistivity Test)

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

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

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۲۶ از ۵۰	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

مقاومت لایه های مختلف خاک یا سنگ در اثر شکستگی ها، تخلخل، هدایت الکتریکی، آب های زیرسطحی و درجه اشباع خاک دستخوش تغییرات بسیاری می شود. حدود تقریبی مقاومت الکتریکی برای انواع مختلف خاک و سنگ در شکل ۳-۵ نشان داده شده است.



شکل ۳-۵- 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 ۳ محل (Line) در بسته ی W-035 با عناوین BH-WH-3، BH-FL-28 و BH-FL-29 (در کنار مختصات هر گمانه ماشینی) با قرائت در اعماق یک و ۳ متری، به منظور تعیین مقاومت الکتریکی خاک و میزان خورندگی خاک مطابق آیین نامه ASTM G57 انجام شده است.

جهت تعیین میزان مقاومت الکتریکی ظاهری (Apparent Resistivity) با آرایش ونر 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 ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه : ۲۷ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

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

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

در پروژه حاضر، آزمایش های ژئوالکتریک در هر یک از نقاط با استفاده از روش سونداژ VES و با استفاده از آرایه و در اعماق ۱ تا ۳ متری انجام پذیرفت. مشخصات محل آزمایش و نتایج حاصل از آن در جدول ۳-۵، شکل ۳-۶ و پیوست ۳-۱ ارائه شده است.

جدول ۳-۵. مقاومت ویژه میانگین قرائت شده برای اعماق مختلف در هر محل بر حسب اهم متر

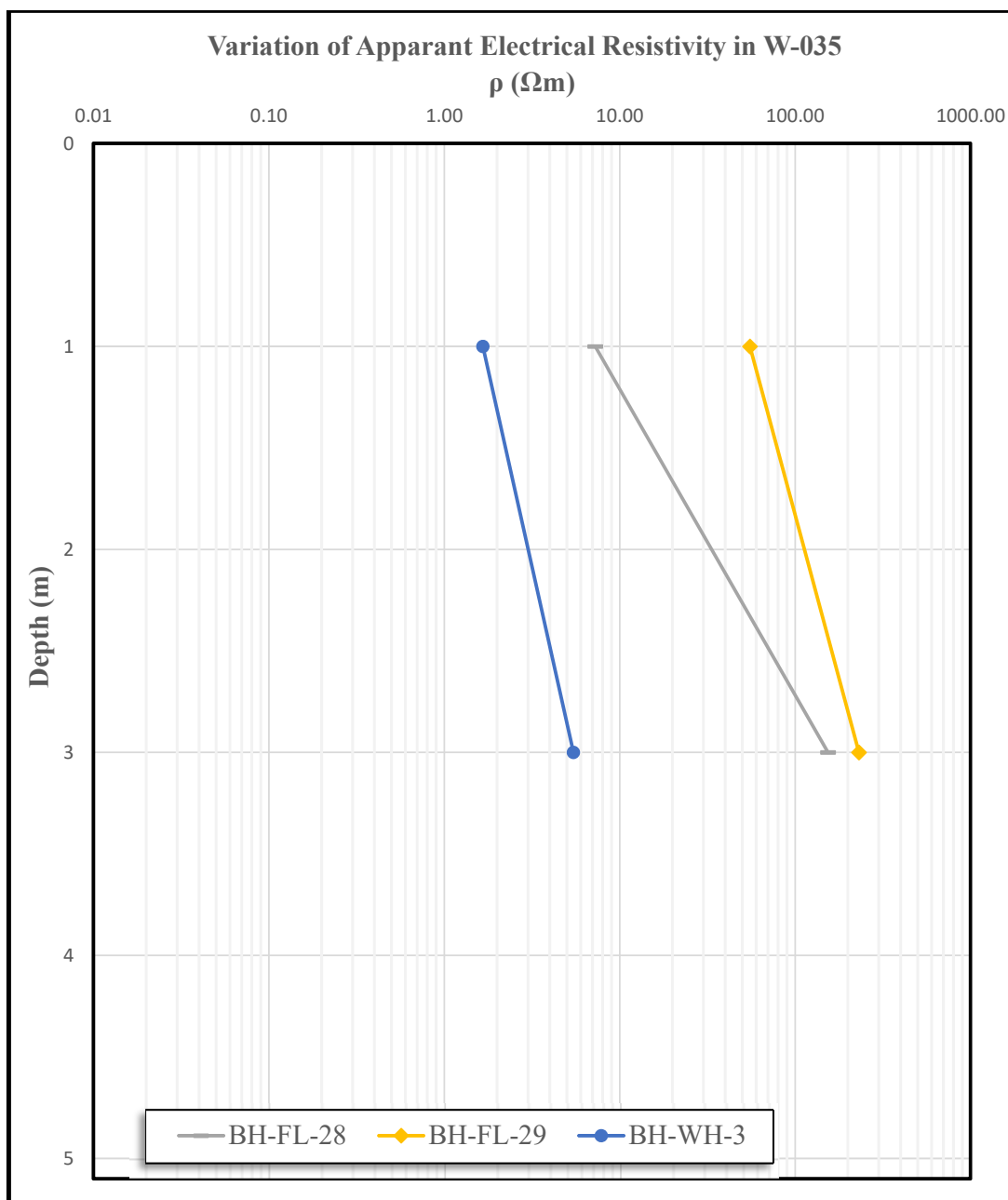
Station No.	$\rho_a (\Omega m)$	
	$a=1m$	$a=3m$
BH-WH-3	1.66	5.45
BH-FL-28	7.26	154.04
BH-FL-29	55.26	231.43

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 ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۲۸ از ۵۰	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	



شکل ۳-۶- تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب عمق در بسته ی W-035

در جدول ۳-۶ محدوده پتانسیل خوردگی خاک ها ارائه گردیده است که می تواند در تفسیر نتایج اندازه گیری های انجام شده در محل پروژه مورد استفاده قرار گیرد. بررسی های به عمل آمده نشان می دهد که مقادیر مقاومت های ظاهری الکتریکی به صورت متغیر در بسته ی W-035 در گمانه BH-WH-3 کمتر از $10 (\Omega m)$

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه : ۲۹ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

در محدوده خورنده و در گمانه BH-FL-28 کمتر از $100 (\Omega.m)$ در محدوده خورندگی متوسط قرار دارد. پیشنهاد می شود در نقاطی که خورندگی 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 ۳-۶. خورندگی 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

۳-۲-۳- آزمایش بارگذاری صفحه (Plate Load Test)

به منظور تعیین ضریب ارتجاعی (*Elastic Soil Modulus*) و دستیابی به پارامترهای نشست پذیری لایه های خاک، مطابق با درخواست کارفرمای محترم مقرر گردید یک آزمایش بارگذاری صفحه در محل تاسیسات سرچاهی بسته ی W-035 انجام شود، لذا این آزمایش بارگذاری صفحه در محل گمانه ی ماشینی BH-WH-3 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 ۳۰ سانتیمتر به عمل آمده است. صفحه بارگذاری توسط صفحات کوچکتری تقویت شده است و در اطراف آن سه نشانگر (Gauge) با دقت 0.01 میلیمتر نصب گردیده اند که میزان نشست را مشخص می نمایند. مدول الاستیسیته خاک با برآزش بهترین خط عبوری از نقاط متناظر تنش-نشست به دست می آید. در جدول ۳-۷ خلاصه نتایج حاصل از آزمایش و در پیوست ۳-۲ نیز نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

جدول ۳-۷. مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه

Test No.	Depth(m)	Plate Diameter (cm)	E ₅₀ (kg/cm ²)
PLT-W-035(BH-WH-3)	1.0	30	437

۳-۲-۴- 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 ۲ آزمایش مذکور در مسیر دسترسی به تاسیسات

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه : ۳۰ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

سرچاهی بسته W-035 انجام شده است. خلاصه نتایج حاصل از آزمایش در محل موقعیت مذکور در جدول ۳-۸ و در پیوست ۳-۳ نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

جدول ۳-۸. مشخصات و نتایج آزمایش CBR

Test No.	Depth (m)	Penetration	
		2.54(mm)	5.08(mm)
CBR-1	Ground Level	20.0%	24.7%
CBR-2	Ground Level	18.4%	21.9%

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 (۴/۵ 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.

۵-۲-۳- اندازه گیری دمای خاک

اندازه گیری دمای خاک در ۳ گمانه ماشینی BH-WH-3، BH-FL-28 و BH-FL-29 در بسته W-035 در عمق یک متری در سه زمان مختلف (صبح، ظهر، عصر) در بازه زمانی ۲۲ دی ماه الی ۲۹ بهمن ماه ۱۴۰۰ (24 Dec 2021-8 Jan 2022) و در تاریخ ۸ خرداد ۱۴۰۱ (29 May 2022) انجام شد. و نتایج حاصل از اندازه گیری دمای خاک در پیوست ۳-۴ ارائه شده است.

۳-۳- وضعیت تراز سطح آب

با توجه به نتایج حاصل از حفر ۳ گمانه ماشینی، سطح آب در زمان عملیات اجرایی در محل حفر گمانه های ماشینی BH-WH-3، BH-FL-28 و BH-FL-29 تا عمق حداکثر ۱۵ 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.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035							
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه: ۳۱ از ۵۰
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00

فصل ۴- 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 مهندسين مشاور به انجام رسید. در جدول ۴-۱ آزمایش های آزمایشگاهی مدنظر به همراه شماره استاندارد مربوطه ارائه شده است.

جدول ۴-۱. 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 ۰/۰۷۵ میلیمتر متمایز ساختن دانه ها بوسیله هیدرومتری است.
هیدرومتری	ASTM D7928	
دانسیته و درصد رطوبت	ASTM D2216	
تک محوری سنگ	Publication No.737*	
بار نقطه ای سنگ	ASTM D5731	
برش مستقیم	ASTM D3080	
شیمیایی خاک	BS-1377	

*نشریه ۷۳۷ سازمان برنامه و بودجه ایران نیز در نظر گرفته شده است.

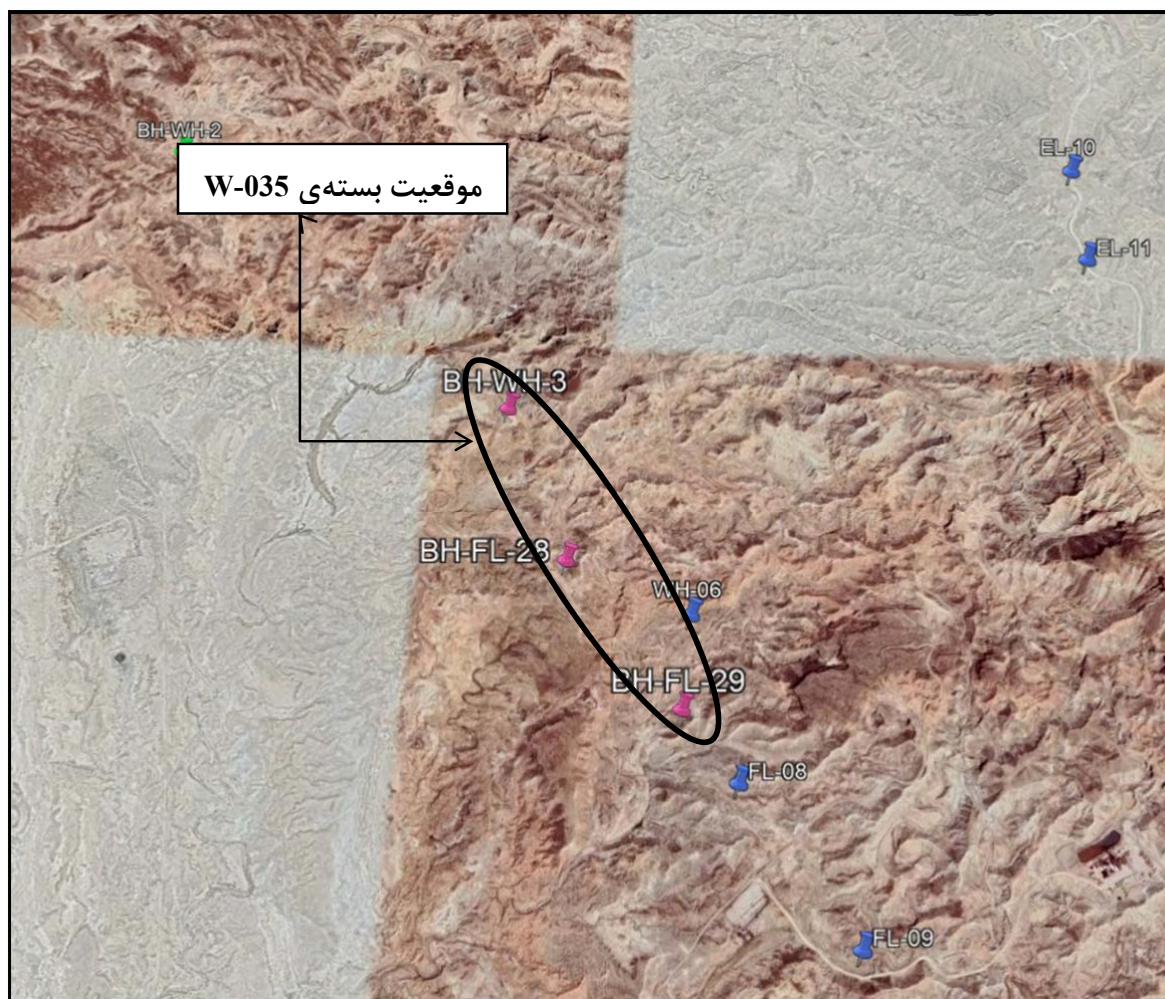
۴-۱- توصیف و طبقه بندی لایه های خاک

بر اساس تجزیه و تحلیل های انجام شده بر روی نمونه های اخذ شده از اعماق مختلف گمانه های ماشینی بسته ی W-035 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 ۴-۱ الی ۴-۳ محدوده مذکور ارائه و گمانه های ماشینی موجود در این محدوده معرفی شده است. لازم به ذکر تا زمان ارائه گزارش بسته ی W-035 نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه از سوی کارفرما ارائه نشده است.

براساس نتایج حاصل از حفاری های صورت گرفته و نتایج آزمایشات آزمایشگاهی، در گمانه های ماشینی BH-WH-3 و BH-FL-29 از ابتدا تا انتهای گمانه ماشینی تولی لایه های رس سنگ (ClayStone)، مارن (Marl) و سنگ سیلتی (SiltStone) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-28 تا عمق ۱/۵ متری خاک ریز دانه رسی

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۳۲ از ۵۰	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

و در ادامه تا انتهای گمانه‌های ماشینی فوق الذکر توالی لایه‌های سنگی، رس سنگ (ClayStone) قرار دارد. لایه‌های سنگی پس از ۲۴ ساعت خیساندن در آب در طبقه بندی رس یا پلاستیسیته کم و سیلت دارای چسبندگی و بدون چسبندگی قرار می‌گیرند. لایه‌های مذکور مطابق طبقه‌بندی متحد خاک (USCS) عمدتاً در رده *CL*، *ML* و *CH* طبقه‌بندی می‌شوند.



شکل ۴-۱- گمانه‌های ماشینی در محدوده مورد مطالعه موقعیت بسته‌ی W-035



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

ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی
مربوط به موقعیت W035



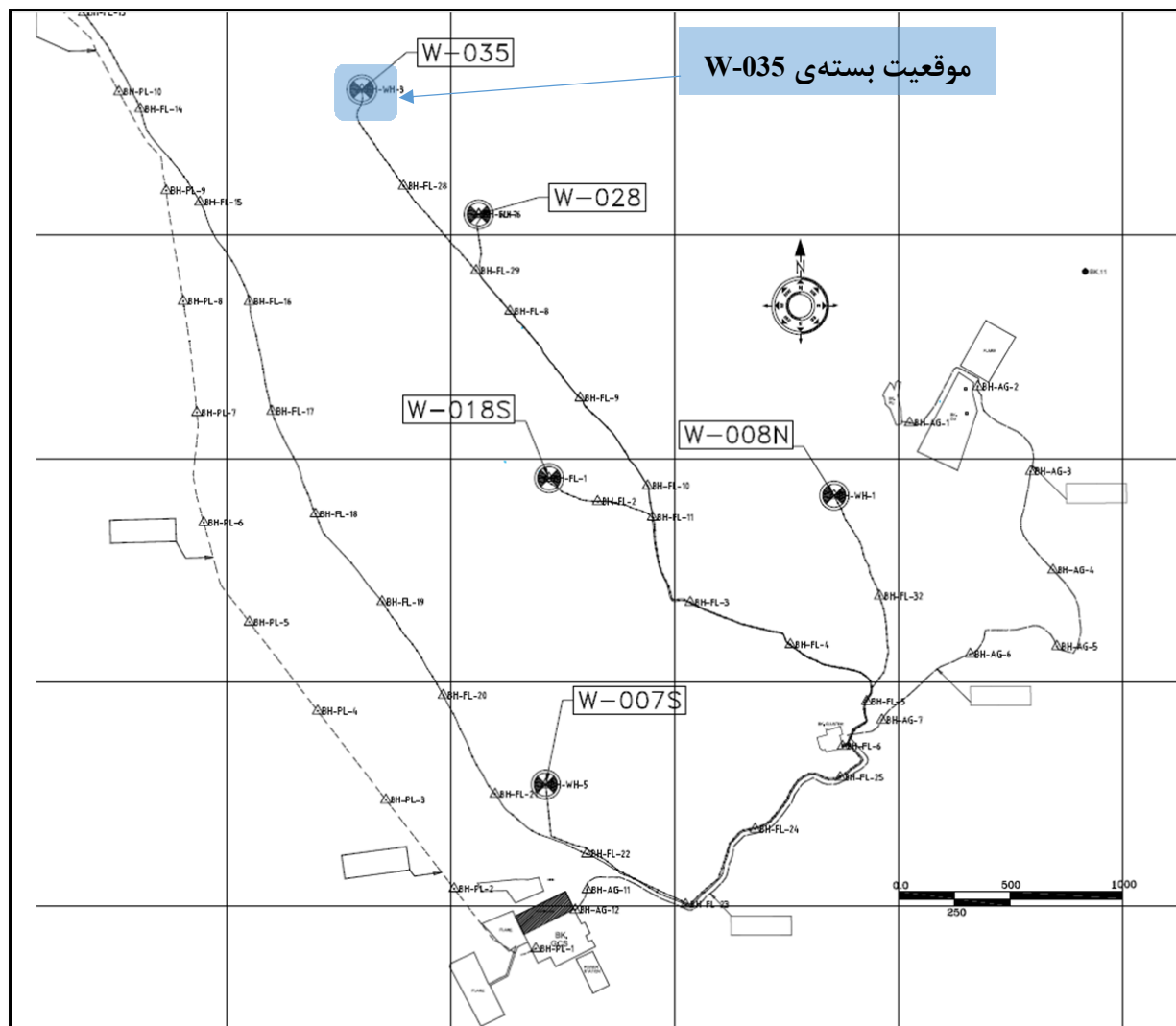
شماره پیمان:

۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035

پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00

شماره صفحه : ۳۳ از ۵۰



شکل ۴-۲- موقعیت بسته ی W-035 - نقشه ارسالی از کارفرمای محترم

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035							
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۳۴ از ۵۰
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00



شکل ۳-۴- موقعیت قرارگیری بسته ی W-035 نسبت به سایر بسته های بخش تحت الارض - نقشه ارسالی از کارفرمای محترم

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 ۱-۲ ارائه شده است.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۳۵ از ۵۰	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

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 W-035 در محدوده سنگ های Moderately Weathered تا Completely Weathered قرار دارند.

میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی بسته ی W-035 به روش کمی ۵۶ و به روش کیفی ۶۰-۵۰ می باشد.

گزارش کامل و اعداد دقیق شاخص مقاومت زمین شناسی این محدوده در پیوست ۶ آمده است.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۳۶ از ۵۰	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال		نسخه
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

فصل ۵- پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی

۵-۱- 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 ۳ گمانه ماشینی در بسته ی W-035، مقادیر پارامترهای فیزیکی و مکانیکی جهت تعیین مقاومت مجاز خاک طبیعی برای استفاده در طراحی های ژئوتکنیکی به شرح جدول ۵-۱ ارائه شده است. به دلیل اهمیت پروژه و فاصله بین گمانه های ماشینی اجرا شده، همانگونه که پیشتر نیز ذکر گردید، پارامترهای مذکور، در محدوده حفر گمانه های ماشینی قابل استفاده است و مسئولیت تعمیم آن به کل محدوده بر عهده مشاور نمی باشد. پارامترها و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی در محدوده بسته ی W-035 در جدول ۵-۱ 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 ۲ متر از سطح زمین در محاسبات فرض شده است.

جدول ۵-۱. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی

Layer type according to Unified method	CL	Marl/ClayStone (CL)	Sand	Unit
Depth	0.0-2.0	2.0-5.0	5.0-15.0	m
Soil cohesion (Cu)	0.8-1.6	2.0-3.0	4.0-6.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.95-2.00	2.05-2.10	2.10-2.15	g/cm ³
Soil module of elasticity (Es)	160-320	400-600	800-1200	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)	0.35-0.40	0.30-0.35	0.30-0.35	-

۵-۲- پتانسیل روانگرایی

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035								شماره صفحه : ۳۷ از ۵۰
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

استعداد آگونه شدن آن کاهش می یابد. علت این امر پیش تنیدگی خاک بر اثر وزن رسوب یا زمین لرزه های قدیمی می باشد. بیشترین استعداد آگونه 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 ۳ گمانه ماشینی حفر شده در بسته ی W-035 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 ۵۲۵ و مطابق با بند ۶-۲-۱ آیین نامه ۲۸۰۰، استعداد روانگرایی نسبی خاک ها در لایه های دارای ضربات SPT، بیش از ۳۰ 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.

۳-۵- برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش)

خاک های رمبنده خاک های غیر اشباعی هستند که در صورت افزایش رطوبت تغییر حجم زیادی در آن ها به وجود می آید. این تغییر حجم می تواند ناشی از اعمال بار اضافی باشد یا نباشد. شالوده هایی که روی چنین خاک- هایی قرار می گیرند در صورت اشباع شدن خاک ممکن است دچار نشست ناگهانی و زیاد شوند. این رطوبت ممکن است از منابع مختلفی مانند لوله های آب و فاضلاب شکسته، نشت از مخازن آب یا بالا آمدن تدریجی تراز آب زیرزمینی فراهم شود. اکثر خاک های رمبنده 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

۴-۵- 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 ۴ متری ۱۸ می باشد. براساس رابطه مذکور پتانسیل تورم طبق جدول ۵-۲ در محدوده متوسط برآورد شده و پیشنهاد می گردد تمهیدات لازم در این زمینه پیش بینی شود.

جدول ۵-۲. طبقه بندی پتانسیل تورم

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه : ۳۸ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

فصل ۶- ظرفیت باربری مجاز شالوده‌های سطحی

۶-۱- مقدمه

برای تعیین ظرفیت باربری مجاز خاک برای انواع شالوده‌های سطحی، لازم است که ۲ 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 ۵، شالوده نواری با نسبت طول به عرض ۱۰ و پی گستره با ابعاد ۱۲×۲۰ متر همراه با تعیین نشست آن و با فرض محدودیت نشست مجاز ۵ سانتیمتر برای پی گسترده و ۲/۵ 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 ۵-۱ 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.

۶-۲- 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. نسبت مدول الاستیسیته باربرداری به مدول الاستیسیته بارگذاری ۳ در نظر گرفته شده است. لایه‌های موجود در حوزه تأثیر بار شالوده در زیر تراز پی مطابق لایه بندی پیشنهادی در جدول شماره ۵-۱ می‌باشد.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035								شماره صفحه : ۳۹ از ۵۰
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

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 ۷ ارائه شده است.

۳-۶- 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 ۲ متر فوقانی از سطح زمین فرض بر رخداد تحکیم با شرایط غیر اشباع در در نظر گرفته شده است. جهت محاسبه نشست‌های آبی از رابطه الاستیک *Timoshenko & Goodier* با اعمال ضریب *Stein Brenner* (با تأثیر ضریب عمق *Fox*) استفاده شده است. شایان ذکر است که طبق نظر مولفین متعدد و کتب مرجع از جمله *Bowles*، آیین نامه *U.S.S.R* و جداول مربوط به نشست مجاز در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان- پی و پی سازی در سازه‌های معمولی حداکثر نشست مجاز پی نواری بر روی خاک‌های درشت دانه ۱ اینچ و برای خاک‌های ریزدانه تا ۲ اینچ در نظر گرفته می‌شود. همانگونه که در بندهای پیش‌تر اشاره گردید میزان نشست مجاز برای شالوده گسترده برابر ۵/۰ سانتیمتر و برای شالوده نواری برابر ۲/۵ 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 نشت 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 ۰/۶۷ تا ۰/۷۵ 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 ۰/۰۱۵L و با فرض استقرار ستون‌ها بر روی پی گسترده ۰/۰۲L می‌باشد. همچنین برای ساختمان‌های اسکلت فلزی میزان نشست نامساوی مجاز برابر ۰/۰۳۳L در نظر گرفته می‌شود (L فاصله دو ستون مجاور است). در بارگذاری زلزله می‌توان مقاومت مجاز خاک را به سبب ماهیت نیروها به میزان ۳۳ درصد افزایش داد.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه: ۴۰ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

۴-۶- 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 ۲ و ۵، شالوده نواری با نسبت طول به عرض ۱۰ و پی گستره با ابعاد ۱۲×۲۰ متر با فرض قرارگیری به روی خاک طبیعی در پیوست ۵ 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 گمانه‌های ماشینی BH-WH-3، BH-FL-28 و BH-FL-29 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 ۵ سانتیمتر برای پی‌های گسترده و ۲/۵ 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 ۵ 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.

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه: ۴۱ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

۱-۴-۶- ضریب عکس العمل بستر (K_s)

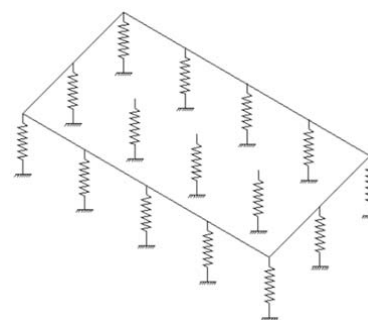
برای تحلیل پی‌ها و محاسبه برش، لنگر و تغییر شکل در مدلسازی عددی باید از روش‌های مبتنی بر شبیه سازی بستر با فتر به عنوان مبنایی جهت طرح سازه‌ای شالوده استفاده نمود. این روش نخستین بار توسط وینکلر در سال ۱۸۶۷ پیشنهاد گردید و به روش تیر بر بستر الاستیک معروف است. در این روش، مدول عکس العمل خاک (K_s) برای پی با ابعاد مورد نظر با تقسیم تنش مجاز خاک (q_a) بر مقدار نشست (s) محاسبه می‌شود.

شالوده‌های صلب: برای شالوده‌های صلب می‌توان از مقدار K_s به طور یکنواخت در زیر پی استفاده نمود. این مقدار حدود ۷/۵ درصد بیش از مقدار K_s معرفی شده در جداول پیش‌رو خواهد بود (Das, 2008).

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

روش وینکلر:

در تئوری اولیه وینکلر فرض بر عملکرد مستقل فنرها در شالوده انعطاف پذیر بوده که در واقعیت فنرها نمی‌توانند مستقل از یکدیگر عمل نمایند و فشار زیر پی در یک نقطه تحت تاثیر فنرهای مجاور خواهد بود. شکل ۶-۱

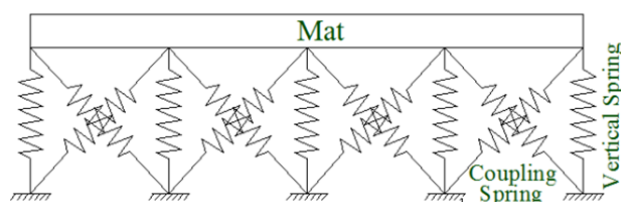


شکل ۶-۱. مدلسازی فنر وینکلر

روش کوپل:

در این روش جهت مقابله با نواقص روش وینکلر از فنرهای اضافی مطابق شکل ۶-۲ استفاده می‌شود تا اندرکنش فنرها بر یکدیگر نیز در مدل اعمال گردد. مستقل عمل نکردن فنرهای قائم و اثرات متقابل آنها بر یکدیگر منجر به تغییر شکل واقعی‌تر شده ودقت محاسبات را افزایش می‌دهد. لیکن انتخاب مقدار K_s بخصوص برای فنرهای کوپل چندان ساده نیست و نیازمند مدلسازی‌های عددی توسط نرم افزارهای ویژه می‌باشد.

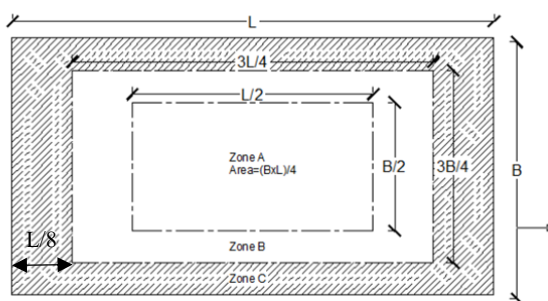
 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه : ۴۲ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										



شکل ۶-۲. مدل سازی فنرهای کوپله

روش شبه کوپل:

این روش در ابتدای دهه ۹۰ میلادی با هدف کاهش خطاهای مدل وینکлер 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 وینکлер 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 ۵ 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 ۲ 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 ۲ 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 وینکлер (*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 ۶-۳. 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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																									
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035</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>D00</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table>	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035								نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D00	0001	RT	GT	110	PEDCO	W035	BK	شماره صفحه : ۴۳ از ۵۰
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035																										
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																			
D00	0001	RT	GT	110	PEDCO	W035	BK																			

ایده آل آن است که تعداد نواحی آنقدر زیاد و نزدیک به هم تعریف گردد تا دقت محاسبات بیشتر شده و این خطای عددی به حداقل برسد لیکن از آنجا که دستیابی به این موضوع در عمل میسر نیست لازم است در کنترل برش تیر نیز، این تغییر آنی در تنش و برش به عنوان خطای عددی مورد توجه قرار گیرد. مجدداً یادآور می گردد مطابق پیشنهاد *ACI* طراح سازه مجاز است به منظور تدقیق محاسبات، مقدار مدول عکس العمل خاک (K_s) را با توجه به میزان نشست بدست آمده در تحلیل اولیه مطابق نمودار ظرفیت باربری مربوطه اصلاح و تحلیل مجدد انجام دهد.

۲-۴-۶- مدول عکس العمل بستر در حالت استاتیک

جهت برآورد مدول عکس العمل بستر می توان از ۲ روش استفاده از نتایج آزمایش بارگذاری صفحه یا از روی نمودار تغییرات ظرفیت باربری مجاز و نشست تعیین نمود. مطابق پیشنهاد مرجع مهندسی پی نوشته بولز همچنین نشریه بارگذاری صفحه بر روی خاک و سنگ نرم سازمان برنامه و بودجه کشور (نشریه شماره ۷۳۶)، 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 ۱۰ و برای پی های گسترده با ابعاد 12×20 متر برای عمق استقرار یک متر در جداول ۶-۱ و ۶-۲ ارائه شده است. توصیه می گردد حداکثر مدول عکس العمل بستر به ۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب محدود گردد.

جدول ۶-۱. 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	3.35	2.66	2.31	2.19
2.0	2.03	1.73	1.60	1.55
3.0	1.51	1.36	1.29	1.27
4.0	1.29	1.17	1.11	1.09
5.0	1.16	1.05	1.00	0.99

جدول ۶-۲. 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	2.80	1.40	0.70

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035																
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035	شماره صفحه : ۴۴ از ۵۰															
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	<table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادرکننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D00</td></tr></table>		پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه										
BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00										

۳-۴-۶- 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 ۳۶۰ سازمان برنامه و بودجه کشور استفاده نمود. روش محاسبه مدول عکس العمل بستر در حالت بارگذاری فوق العاده (زلزله) به شکل کامل در بند ۴-۴-۲-۱-۱ اشاره شده است.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035							
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۴۵ از ۵۰
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	
		D00						

فصل ۷- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایدارسازی گود

۷-۱- 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 بر حسب t/m^2

K_p و K_a : ضرایب فشار جانبی خاک

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

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

h : تراز نقطه اعمال فشار P_a از سطح زمین به

γ : وزن مخصوص طبیعی خاک به واحد t/m^3

متر

۷-۲- 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 ۷-۱ و فرمول های محاسبه ضرایب فشار محرک (K_a) و مقاوم (K_p) در پیوست ۷ 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.

۷-۳- 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 ۷ که به روابط مونتونوبه-آکابه معروف می باشند، محاسبه می گردند. این روابط در واقع

 NISOC	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035								شماره صفحه: ۴۶ از ۵۰
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

بسط رابطه کولمب با در نظر گیری اثرات ناشی از شتابهای شبه استاتیکی بر گوه کولمب در حالت محرک یا مقاوم می باشد.

مطابق نشریه شماره ۳۰۸ سازمان برنامه و بودجه کشور (بازنگری اول- سال ۹۶) 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 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 ۷-۱، ضرایب فشار جانبی خاک در حالات مقاوم، محرک و سکون در محل بسته ی $WH-BH-035$ 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 ۷-۱. 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
------------------	-------------	---

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035							
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۴۷ از ۵۰
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00

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

۴-۷- گودبرداری و پایداری شیب

جهت هرگونه گودبرداری قائم موقت در محدوده پروژه و در بالای سطح آب می‌توان 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 = حداکثر عمق گودبرداری قائم محاسباتی H_a = حداکثر عمق گودبرداری قائم مجاز

c = چسبندگی زهکشی نشده N_s = فاکتور پایداری

$F.S.$ = ضریب اطمینان γ = 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 می‌بایست در فاصله ایمن حداقل ۱/۵ برابر عرض پی این سازه‌ها و عوارض انجام پذیرد. شیب مجاز خاکبرداری، در موقعیت W-035 برای لایه‌های خاک تا عمق حداکثر یک متری در گمانه‌های ماشینی BH-WH-35، BH-FL-28 و BH-FL-29 در محدوده میدان نفتی بینک بدون در نظر گرفتن اثر سربار سازه‌های مجاور، آب‌های جاری، اثر زلزله و با توجه به شرایط لایه‌های 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 لایه‌ها، توصیه می‌شود 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 ریزش‌های موضعی محتمل می‌باشد. در دراز مدت با توجه به شرایط لایه‌های بستر، شیب مجاز خاکبرداری تا عمق حداکثر یک متری به صورت ۷۵-۸۰ درجه برآورد می‌شود و در لایه یک متری سنگ رس اگرچه شیب پایدار آن در کوتاه مدت به صورت قائم می‌باشد لیکن به دلیل وجود درز و شکاف در این لایه و در طول مسیر، احتمال روی دادن ریزش‌های موضعی وجود دارد. لذا لازم است پس از این مدت نسبت به کاهش شیب مجاز در صورت عدم احداث سازه نگهدارنده، اقدام گردد. برای پایداری درازمدت شیب‌های مذکور باید حفاظت‌های سطحی برای جلوگیری از رسوخ آب و شسته شدن لایه‌ها صورت گیرد، در غیر اینصورت احتمال وقوع ریزش به صورت کلی و موضعی در ترانشه‌ها، در درازمدت وجود دارد.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035							
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۴۸ از ۵۰
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00

فصل ۸- جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی

۸-۱- جمع بندی و نتیجه گیری

- محدوده مورد مطالعه به شرح زیر است:

شامل ۳ گمانه ماشینی به عمق حداکثر ۱۵ متر می باشد. در گمانه های ماشینی BH-WH-3 توالی لایه های سنگی، سنگ سیلتی (SiltStone)، سنگ مارن (Marl) و رس سنگ (ClayStone) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-28 تا عمق ۱/۵ متری خاک رس و در ادامه لایه های سنگی رس سنگ (ClayStone) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-29 لایه های سنگی، رس سنگ (ClayStone) به صورت کاملاً هوازده (Completely Weathered) قرار دارد.

- حین انجام عملیات حفاری گمانه های ماشینی BH-WH-3، BH-FL-28 و BH-FL-29 تا عمق حداکثر ۱۵ متر، سطح آب زیرزمینی مشاهده نشده است.
- نظر به اینکه در گمانه های ماشینی این سایت تراز آب زیرزمینی مشاهده است اما مطابق با آیین نامه به علت بالا بودن ضربات SPT، وقوع روانگرایی محتمل نمی باشد.
- جهت تعیین ضرائب زلزله، از ویرایش چهارم آئین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، استفاده شده است. مطابق این آئین نامه، محل پروژه در محدوده با خطر نسبی زیاد قرار دارد که شتاب مبنای طرح معادل ۰/۳g معرفی شده است. براساس نتایج آزمایشات صحرایی SPT و بررسی های لایه های مشاهده شده در محل، آیین نامه ی استاندارد لرزه ای ۲۸۰۰ خاک منطقه مورد مطالعه در از نوع II می باشد.

۸-۲- 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 ۱۰ سانتیمتر در سریع ترین زمان بر روی سطح خاکبرداری شده ریخته شود.
- میزان نفوذپذیری در لایه های خاک متراکم و سنگ مشاهده شده در گمانه های ماشینی بسته ی W-035 ناچیز می باشد.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035							
شماره پیمان:	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035							شماره صفحه : ۴۹ از ۵۰
۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00

- 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.
- با توجه به قرارگیری محل پروژه در سواحل خلیج فارس و نتایج آزمایش شیمیایی، براساس جدول ۹-پ ۱-۱ و ضوابط طرح مخلوط و خواص بتن برای شرایط محیطی در سواحل جنوبی کشور مبحث نهم مقررات ملی ساختمان همچنین برمبنای آیین نامه بتن ایران - آبا (نشریه ۱۲۰-۱۴۰۰) 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 kg/m^3 ۳۰۰ (نسبت آب به سیمان نباید از ۰/۵۵ 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 ۴۲۸ و ۴۳۴ سازمان تحقیقات مسکن و شهرسازی مدنظر قرار داشته باشد.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W035								
شماره پیمان: ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035W-035								شماره صفحه : ۵۰ از ۵۰
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه	
	BK	W035	PEDCO	110	GT	RT	0001	D00	

فصل ۹-

پیوست ها

پیوست ۱

تصاویر و مستندات پروژه

PRJ: نقطہ	Run No	DEPTH		CR %	R.G.D %	SIZE mm	Bag →	R.M
		FROM	TO					
BH: B.H. 28 FL: FL-35 Box: No 1 D: F: 0.00 To: 3.00	1	0.00	0.20	100	0	101	Bag →	D: 0.50 1.00
	2	0.20	0.50	100	0	101	S.P.T →	D: 1.00 1.45
	3	0.50	1.00	100	0	101	Bag →	D: 1.50 2.00
	4	1.00	1.50	100	0	101	S.P.T →	D: 2.00 2.10
	5	1.50	2.00	100	0	101	Bag →	D: 2.50 3.00
	6	2.00	2.50	100	0	101		
	7	2.50	3.00	100	0	101	C.P.T →	D: 3.00 3.00

BH-FL-28-CoreBox-1-Depth (0.0-3.0 m)

PR: نقطہ	Run No	DEPTH		CR %	R.G.D %	SIZE mm	Bag →	R.M
		FROM	TO					
BH: B.H. FL-29 Box: No 1 D: F: 0.00 To: 3.00	1	0.00	0.20	100	0	101	Bag →	D: 0.50 1.00
	2	0.20	0.40	100	0	101	C.P.T →	D: 1.00 0.11
	3	0.40	1.00	100	0	101	Bag →	D: 1.50 2.00
	4	1.00	1.50	100	0	101	C.P.T →	D: 2.00 2.09
	5	1.50	2.00	100	0	101	Bag →	D: 2.50 3.00
	6	2.00	2.50	100	0	101		
	7	2.50	3.00	100	0	101	C.P.T →	D: 3.00 3.07

BH-FL-29-CoreBox-1-Depth (0.0-3.0 m)



BH-WH-03-CoreBox-1-Depth (0.0-4.0 m)



BH-WH-03-CoreBox-2-Depth (4.0-8.0 m)



BH-WH-03-CoreBox-3-Depth (8.0-12.0 m)



BH-WH-03-CoreBox-4-Depth (12.0-15.0 m)

پیوست ۲

شرح پیمایش گمانه های ماشینی و مقاطع عرضی

پیوست ۱-۲

شرح پیمایش طولی گمانه های ماشینی



Barangeotechnics

BORING NUMBER BH-FL-28

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-W-035PROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD Continuous CoringAT TIME OF DRILLING ---LOGGED BY S.B. CHECKED BY _____AT END OF DRILLING ---NOTES X:436791 Y:3293218AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		LeanClay, (CL) 0.7%gravel, 2.2%sand, 97.1%finest, grayish brown, dry to moist, hard	CR				1.74	13	47	23	24	97
			SS		24-45-40 (85)							
2		ClayStone, (CH) 1.4%gravel, 0.5%sand, 98.1%finest, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CH	CR	0			1.82	9	55	27	28	98
			SS		50/0.10							
3		ClayStone, (CL) 0.7%gravel, 1.1%sand, 98.2%finest, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	0			1.82	11	48	27	21	98
			SS		67/0.07							

Bottom of borehole at 3.07 meters.



Barangeotechnics

BORING NUMBER BH-FL-29

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-W-035PROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD Continuous CoringAT TIME OF DRILLING ---LOGGED BY S.B. CHECKED BY _____AT END OF DRILLING ---NOTES X:437114 Y:3292840AFTER DRILLING ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
1		ClayStone, (CL) 1.8%gravel, 2.2%sand, 96%finest, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	0	67/0.11		1.82	10	36	20	16	96
			SS									
2		ClayStone, (ML) 17.8%gravel, 11.4%sand, 70.8%finest, dark gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as ML	CR	0	67/0.09		1.79	11	39	26	13	71
			SS									
3		ClayStone, (CL) 0.7%gravels, 1.1%sands, 98.2%finest, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	0	67/0.07		1.94	8	39	25	14	70
			SS									

Bottom of borehole at 3.07 meters.



Barangeotechnics

BORING NUMBER BH-WH-3

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-W-035PROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED _____ COMPLETED _____

GROUND ELEVATION _____ HOLE SIZE _____

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD Continuous CoringAT TIME OF DRILLING ---LOGGED BY S.B. CHECKED BY _____AT END OF DRILLING ---NOTES X:436603 Y:3293647AFTER DRILLING ---

GEOTECH BH COLUMNS 14010302-589-BINAK-W035-REV02.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 5/29/22

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					
2		Lean Clay with Gravel (completely weathered claystone), (CL) 21.3%gravel, 5.7%sand, 73%fines, brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with some gypsume particle	CR	0	67/0.09		1.72	13	36	20	16	73				
		SS														
2		Lean Clay (completely weathered claystone), (CL) 0.0%gravel, 0.4%sand, 99.6%fines, brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	0	67/0.09		1.73	14	39	24	15	100				
4		ClayStone, (CL) 0.8%gravel, 0.3%sand, 98.9%fines, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with some gypsume particle	CR	20	67/0.07		1.78	12	43	24	19	99				
		SiltStone, (CL) 0.0%gravel, 0.6%sand, 99.4%fines, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	20												
		SS														
6		SiltStone, (CL) 10.8%gravel, 25.6%sand, 63.6%fines, dark brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with some gypsume particle	CR	0	67/0.07		1.87	10	28	20	8	64				
6		SiltStone, (GM) 32.5%gravel, 28.1%sand, 39.4%fines, dark brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as GM, with some gypsume particle	CR	10	67/0.07		1.95	10	NP	NP	NP	39				
8		Marl, (CL) 0.0%gravel, 1.3%sand, 98.7%fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with some gypsume particle	CR	10	67/0.06		1.94	9	39	24	15	99				
		SS														
10		Marl, (CL) 0.0%gravel, 0.3%sand, 99.7%fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR	0	67/0.06		1.88	8	42	24	18	100				
10			UD	7	67/0.06					41	25	16	100			
12		SiltStone, dark gray, dry to moist, completely to moderately weathered, after 24 hours soaking in water the sample did not decomposed	SS		67/0.06											
		UD	65													
14			UD	20	67/0.07											
		SS														
14		SiltStone, (ML) 8.3%gravel, 34.4%sand, 57.3%fines, drak gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with some gypsume particle	CR	0	67/0.07		1.88	11	NP	NP	NP	57				
Bottom of borehole at 15.04 meters.			SS		67/0.04											



Barangeotechnics

KEY TO SYMBOLS

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

LITHOLOGIC SYMBOLS

(Unified Soil Classification System)



Marl: Marl



CL: USCS Low Plasticity Clay



SILTSTONE: Siltstone

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

پیوست ۳

آزمایشات صحرائی

پیوست ۱-۳

آزمایش ژئوالکتریک



Geoelectrical Resistivity Test

CLIENT

PROJECT NAME

مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک

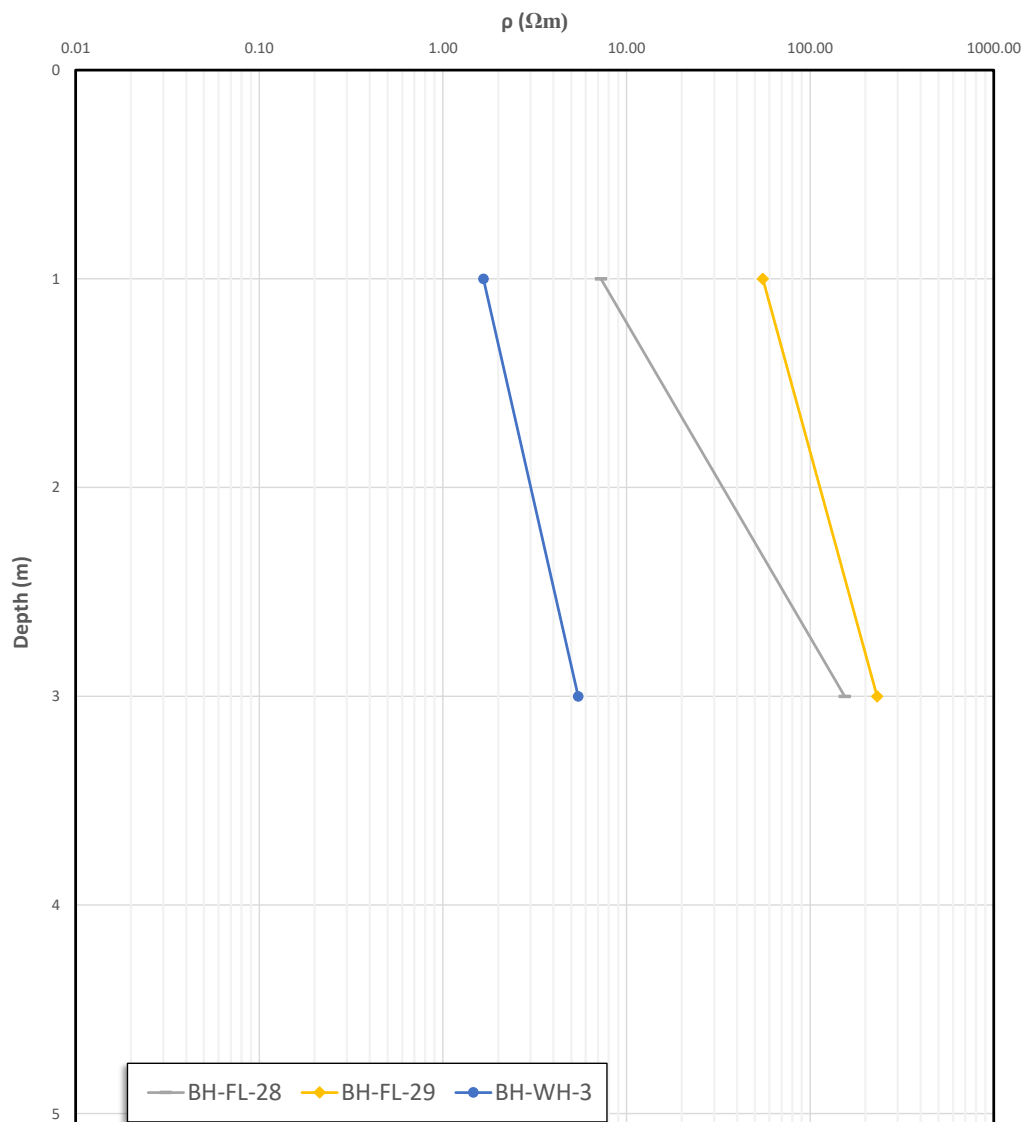
PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر

Variation of Apparent Electrical Resistivity in W-035

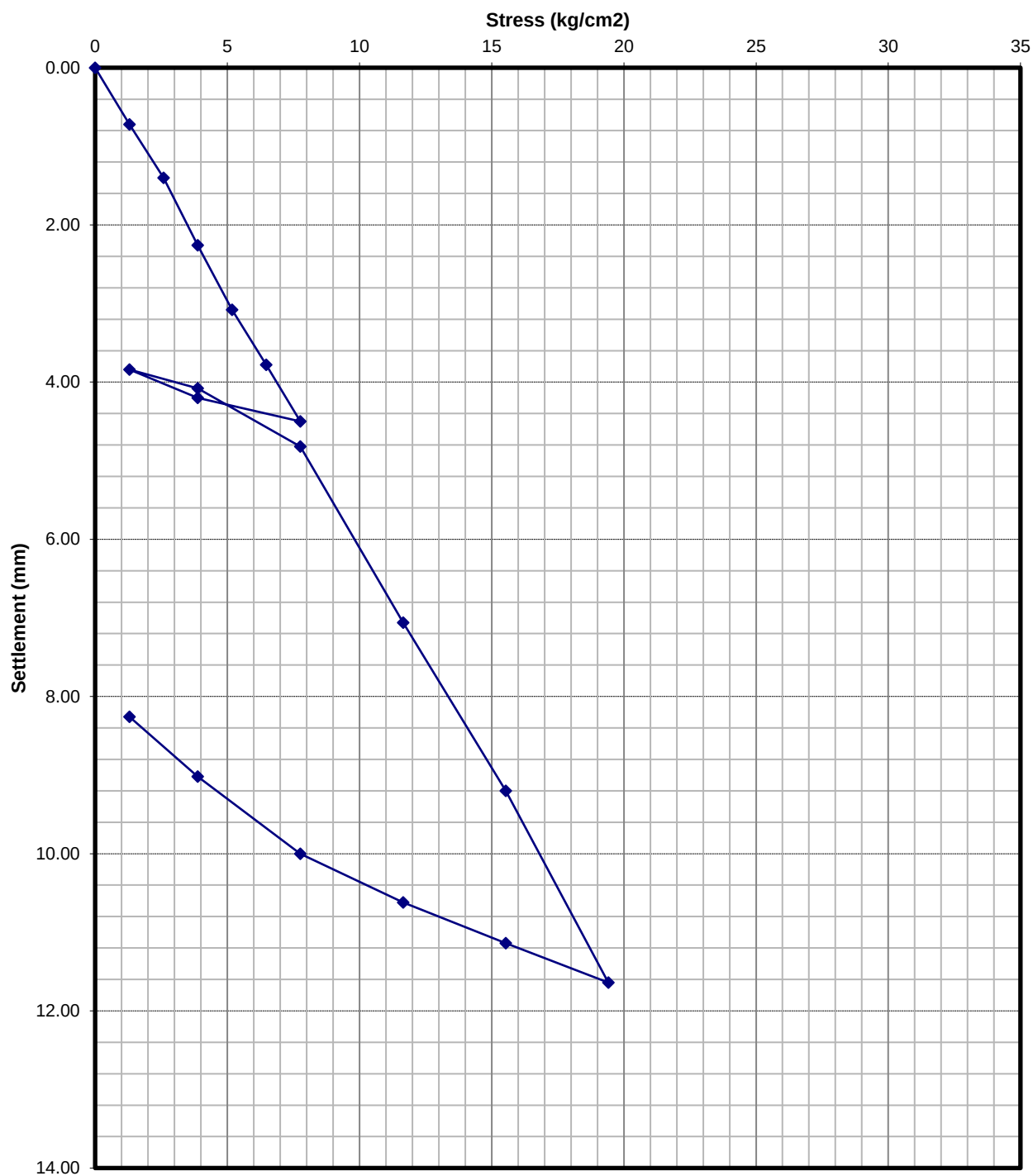


پیوست ۲-۳

آزمایش بارگذاری صفحه

Plate Load Test Results

Client:		Plate dimension:	30 cm
Consultant:	شرکت مهندسين مشاور باران خاک و پی	Testpit No.:	PLT-W-035(BH-WH-3)
Project:	مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک	Depth:	1.0 m



پیوست ۳-۳

آزمایش CBR

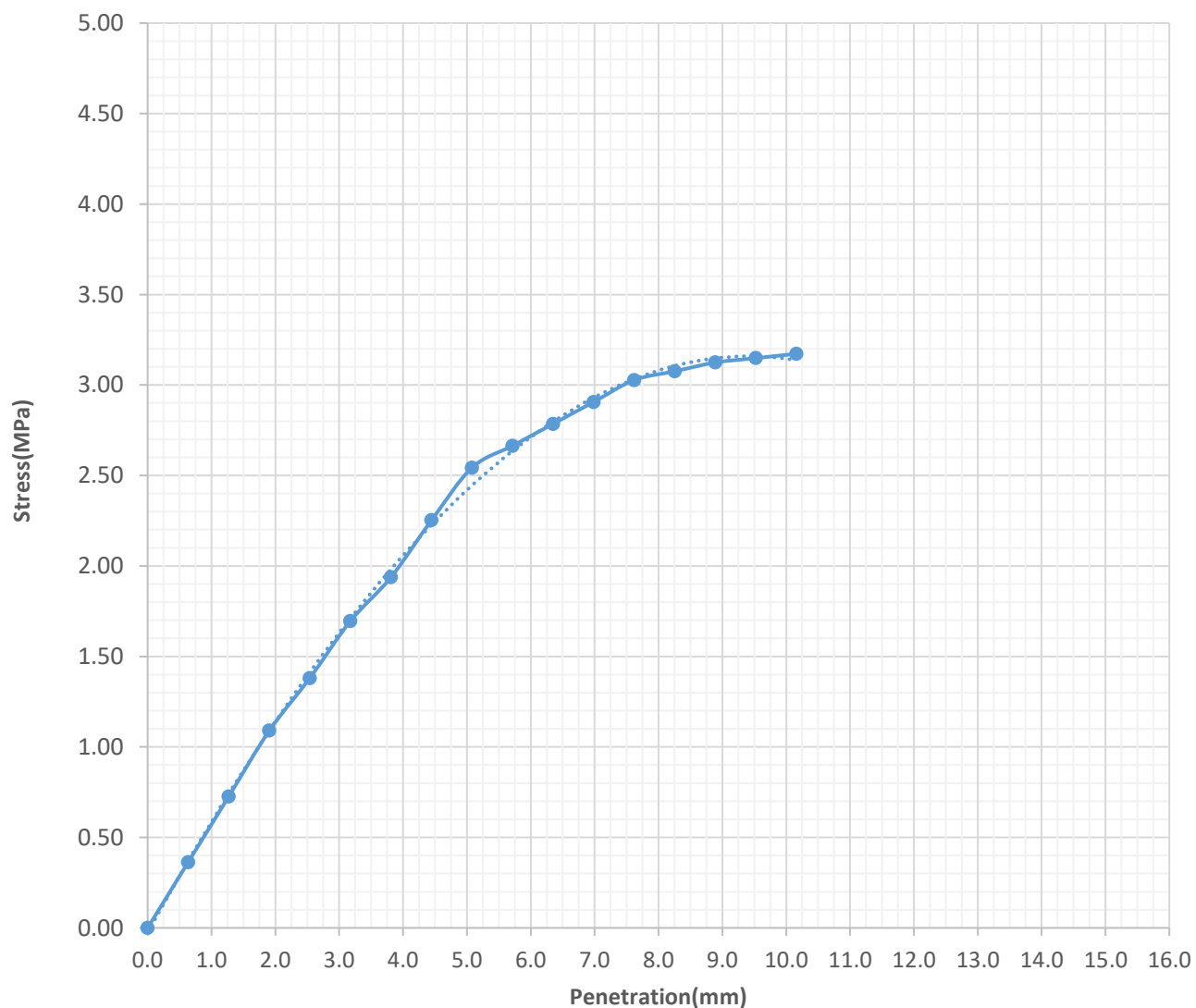
Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place (ASTM D4429)

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

Location: CBR-1-W-035

Client:

Depth: 40 cm



CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

20.0

%

Penetration-5.08 mm

24.7

%



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

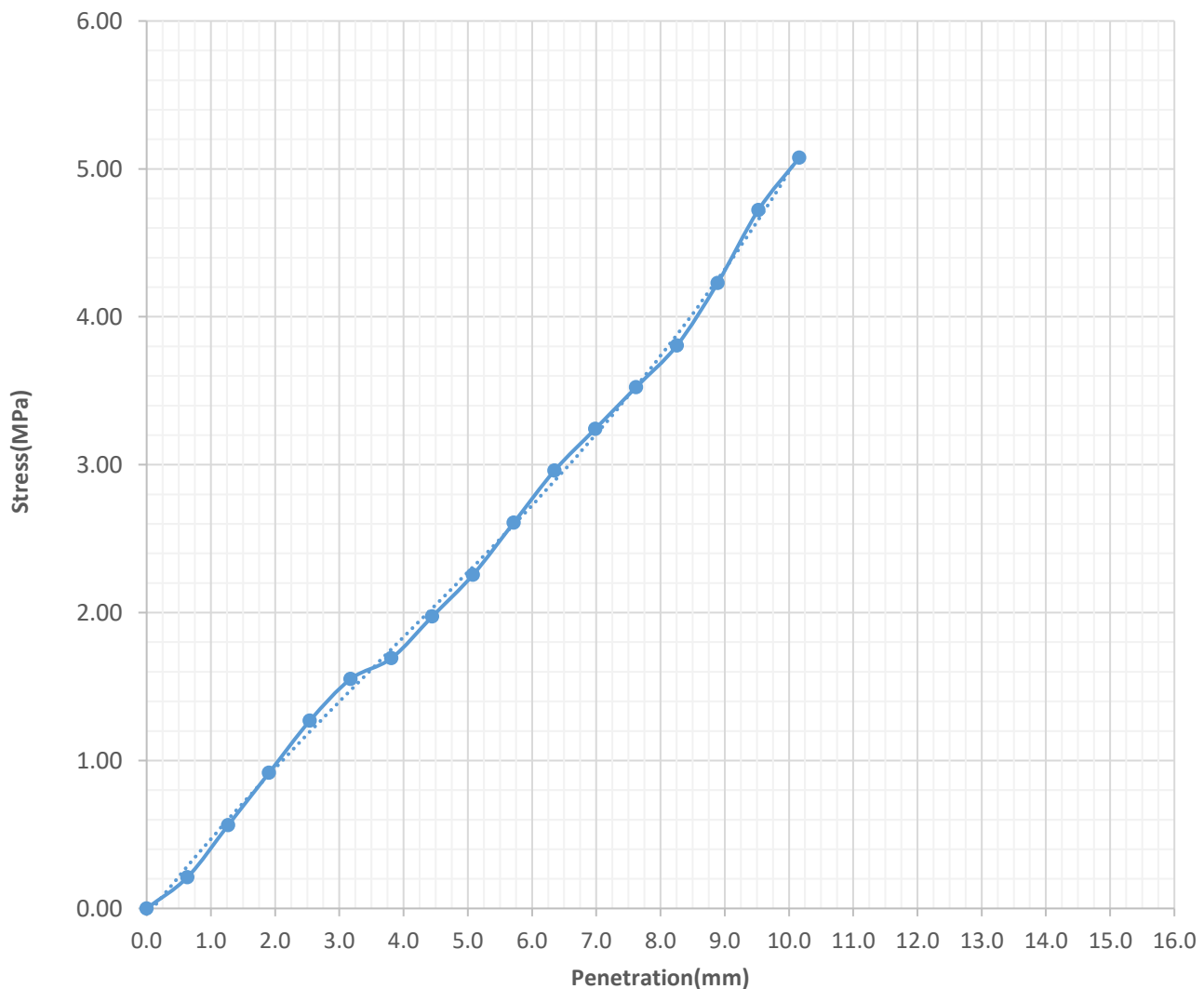
Project Name:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان
نفی بینک

Location: CBR-2-W-035

Client:

Depth: 40 cm



CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

18.4

%

Penetration-5.08 mm

21.9

%

پیوست ۳-۴

آزمایش اندازه گیری دمای خاک

Soil Temperature Measurement



Client:

Project:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

Date:

24 Dec 2021-8 Jan 2022 / 29May2022

Site:

بوشهر

NO.	Date	Location	Time	Depth (m)	Temperature (°C)
BH-FL-28	24 Dec 2021-8 Jan 2022	X: 436791 Y: 3293218	7:00 AM	1	20.5
			12:00 PM	1	23.1
			7:00 PM	1	22.4
BH-FL-29	29-May-22	X: 437114 Y: 3292840	7:00 AM	1	41.2
			12:00 PM	1	48.6
			7:00 PM	1	46.3
BH-WH-3	24 Dec 2021-8 Jan 2022	X: 436603 Y: 32936472	7:00 AM	1	21.1
			12:00 PM	1	22.9
			7:00 PM	1	22

پیوست ۴

آزمایشات آزمایشگاهی و مقادیر پیشنهادی

پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

پیوست ۱-۴

آزمایش دانه بندی



Barangeotechnics

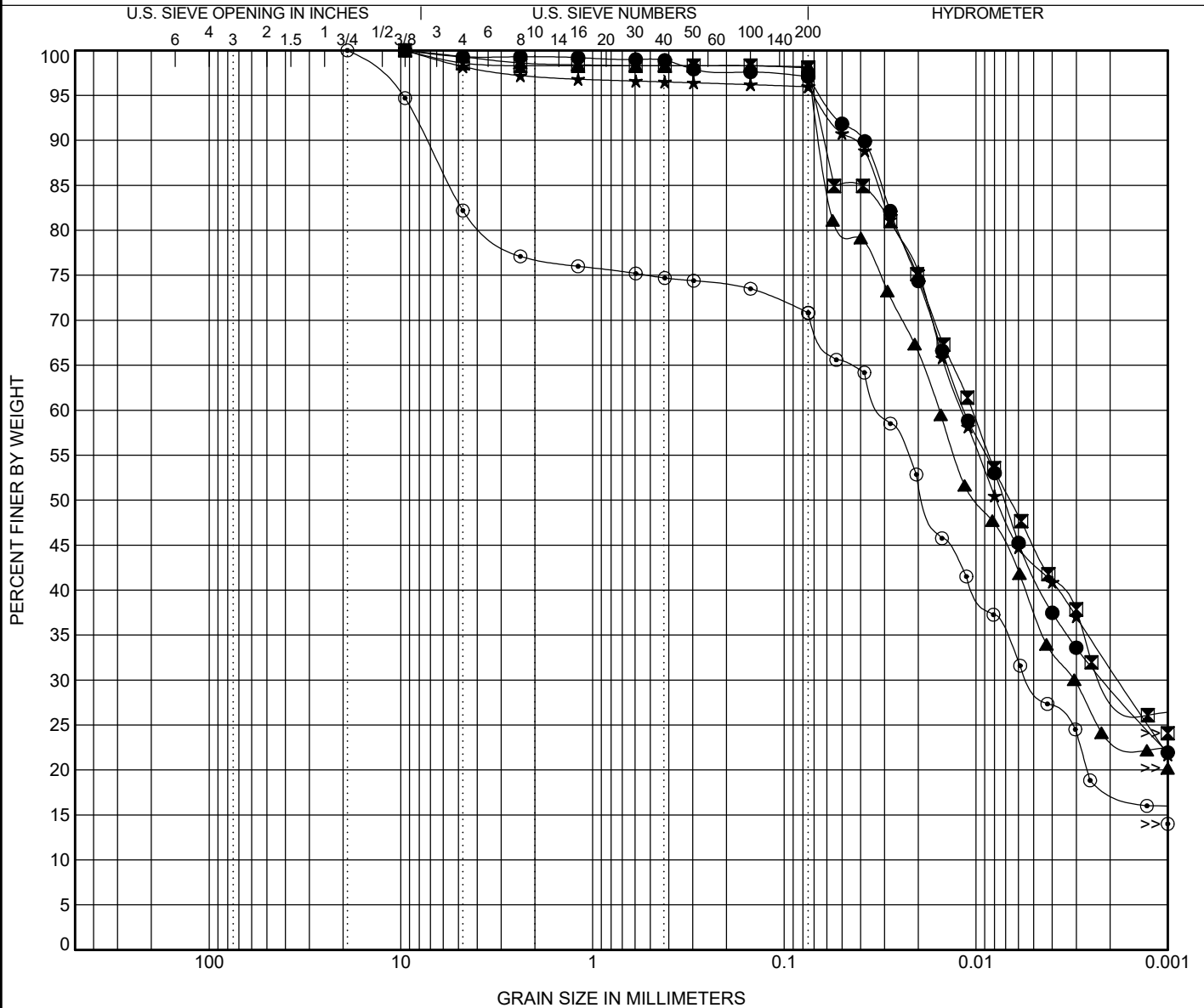
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-FL-28	0.50	LEAN CLAY(CI)				47	23	24		
☒ BH-FL-28	1.50	FAT CLAY(CH)				55	27	28		
▲ BH-FL-28	2.50	LEAN CLAY(CI)				48	27	21		
★ BH-FL-29	0.50	LEAN CLAY(CI)				36	20	16		
◎ BH-FL-29	1.50	SILT with GRAVEL(ML)				39	26	13		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-28	0.50	9.51	0.012	0.002		0.7	2.2	67.8	29.3	
☒ BH-FL-28	1.50	9.51	0.01	0.002		1.4	0.5	68.1	30.0	
▲ BH-FL-28	2.50	9.51	0.016	0.003		0.7	1.1	74.4	23.8	
★ BH-FL-29	0.50	9.51	0.012	0.002		1.8	2.2	64.6	31.4	
◎ BH-FL-29	1.50	19	0.03	0.005		17.8	11.4	53.0	17.8	



Barangeotechnics

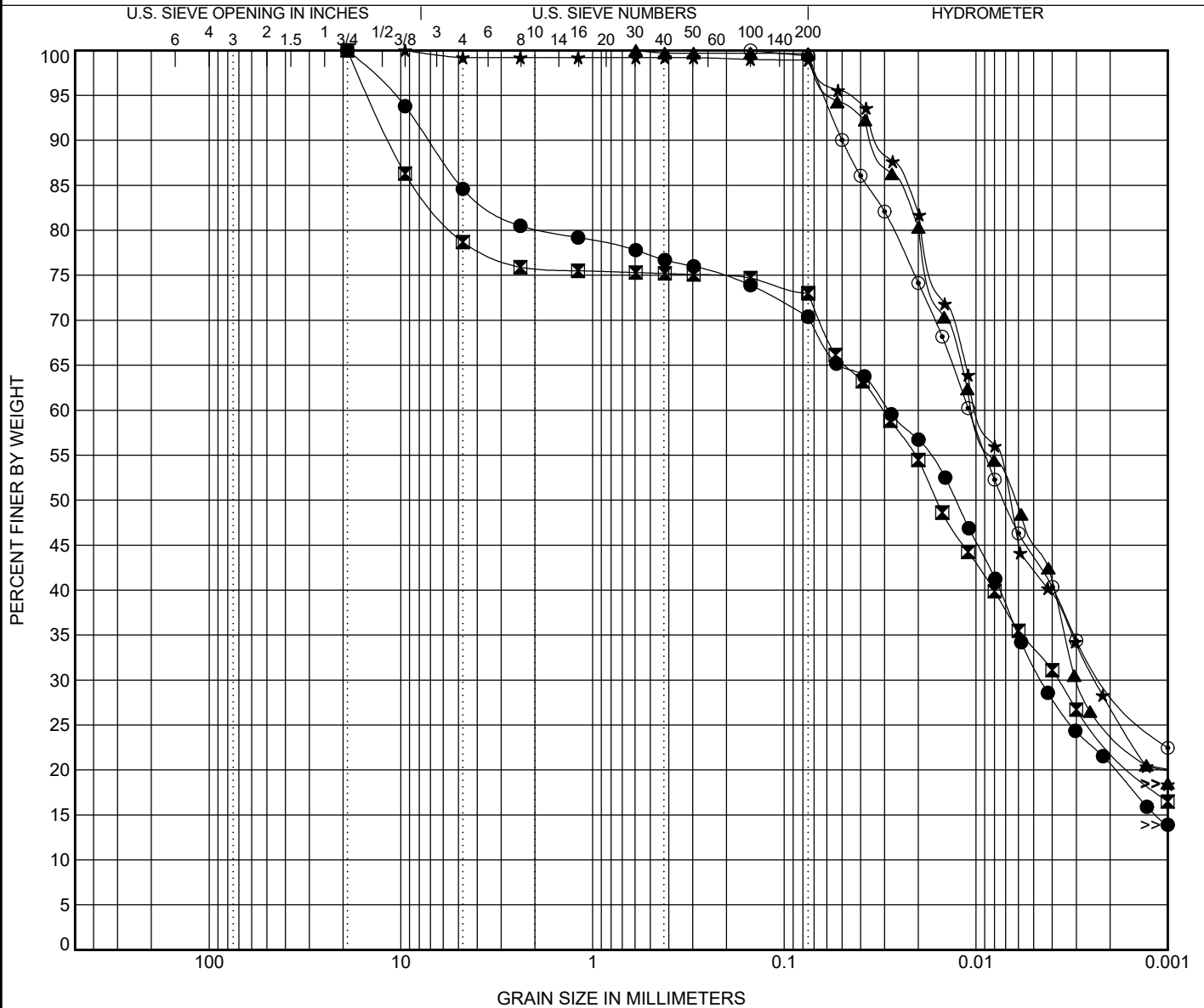
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-FL-29	2.50	LEAN CLAY with GRAVEL(CI)				39	25	14		
☒ BH-WH-3	0.50	LEAN CLAY with GRAVEL(CI)				36	20	16		
▲ BH-WH-3	1.70	LEAN CLAY(CI)				39	24	15		
★ BH-WH-3	2.60	LEAN CLAY(CI)				43	24	19		
◎ BH-WH-3	3.60	LEAN CLAY(CI)				41	23	18		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-29	2.50	19	0.029	0.005		15.4	14.2	49.8	20.6	
☒ BH-WH-3	0.50	19	0.031	0.004		21.3	5.7	50.1	22.9	
▲ BH-WH-3	1.70	0.595	0.01	0.003		0.0	0.4	75.2	24.4	
★ BH-WH-3	2.60	9.51	0.009	0.002		0.8	0.3	71.9	27.0	
◎ BH-WH-3	3.60	0.15	0.011	0.002		0.0	0.6	69.4	30.0	



Barangeotechnics

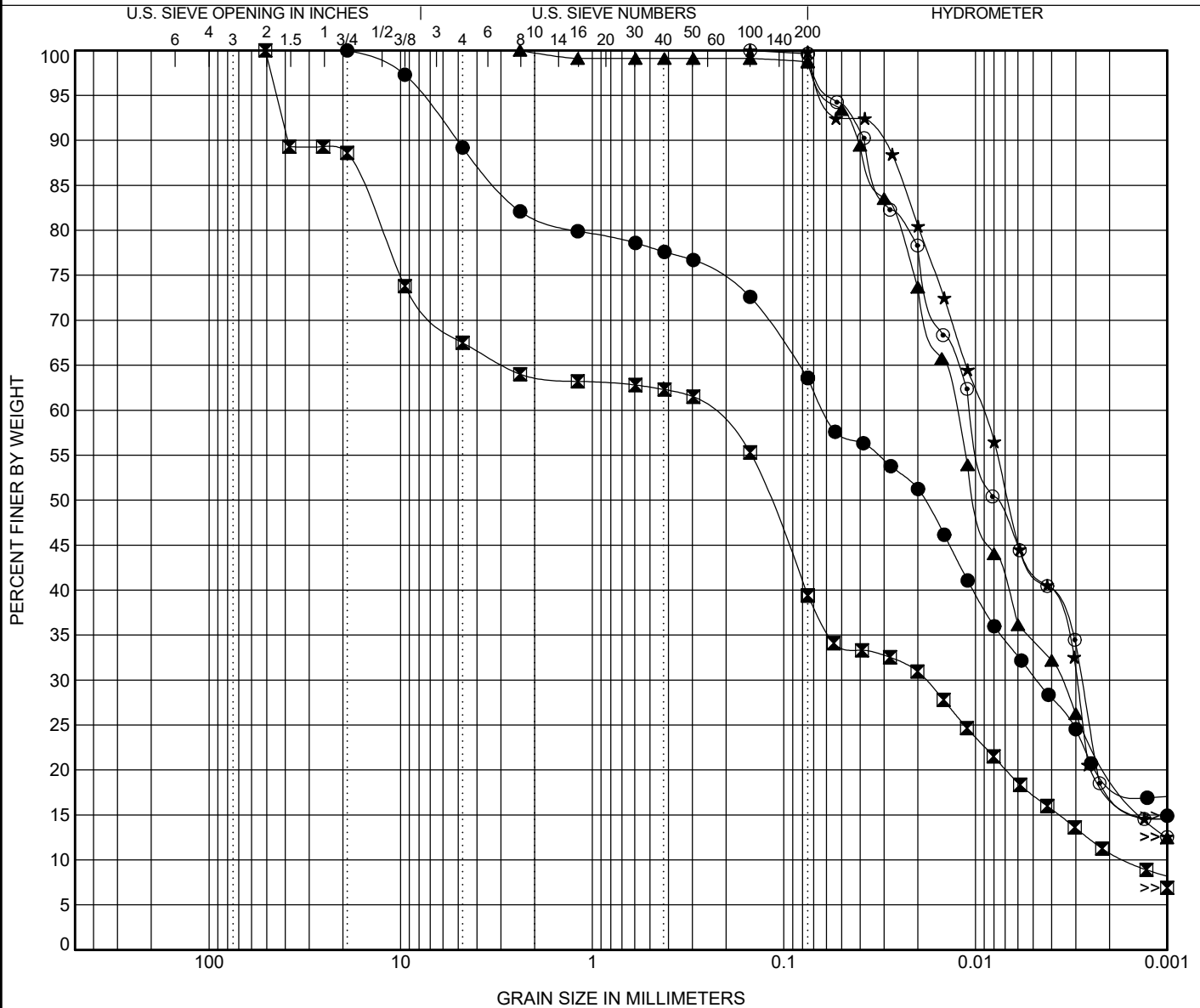
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-WH-3	5.00	SANDY LEAN CLAY(CL)				28	20	8		
☒ BH-WH-3	6.60	SILTY GRAVEL with SAND(GM)				NP	NP	NP	0.81	153.04
▲ BH-WH-3	7.60	LEAN CLAY(CI)				39	24	15		
★ BH-WH-3	9.00	LEAN CLAY(CI)				42	24	18		
◎ BH-WH-3	10.00	LEAN CLAY(CI)				41	25	16		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-WH-3	5.00	19	0.062	0.005		10.8	25.6	44.1	19.5	
☒ BH-WH-3	6.60	50.8	0.252	0.018	0.002	32.5	28.1	28.5	10.9	
▲ BH-WH-3	7.60	2.38	0.013	0.004		0.0	1.3	77.5	21.2	
★ BH-WH-3	9.00	0.15	0.009	0.003		0.0	0.2	81.5	18.3	
◎ BH-WH-3	10.00	0.15	0.01	0.003		0.0	0.4	82.0	17.6	

GRAIN SIZE 14010302-589-BINAK-W035-REV02.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 5/24/22



Barangeotechnics

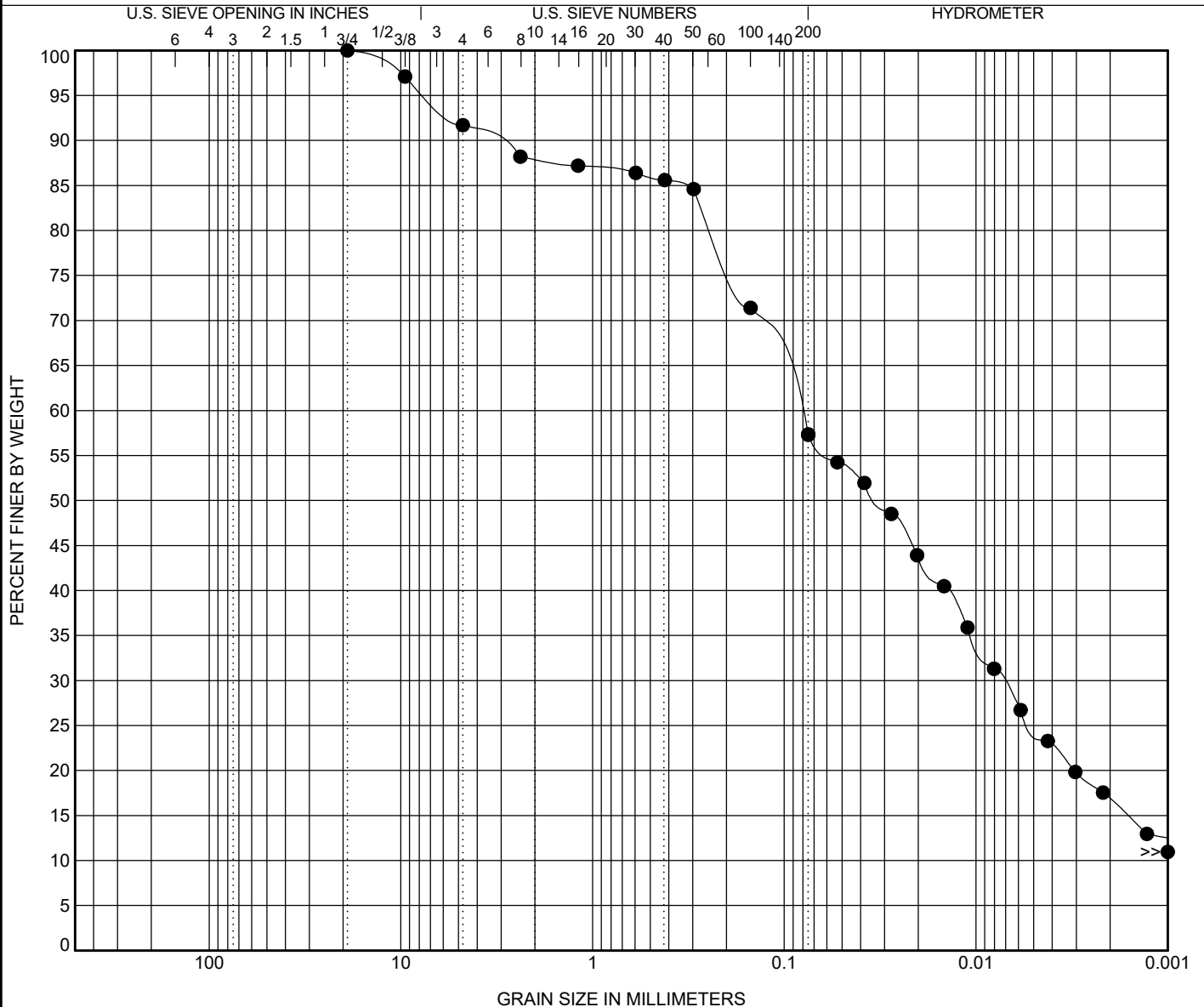
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification					LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-WH-3	14.00	SANDY SILT (ML)					NP	NP	NP		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay		
● BH-WH-3	14.00	19	0.086	0.007		8.3	34.4	40.5	16.8		

GRAIN SIZE 14010302-589-BINAK-W035-REV02.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 5/24/22

پیوست ۲-۴

آزمایش حدود اتربرگ



Barangeotechnics

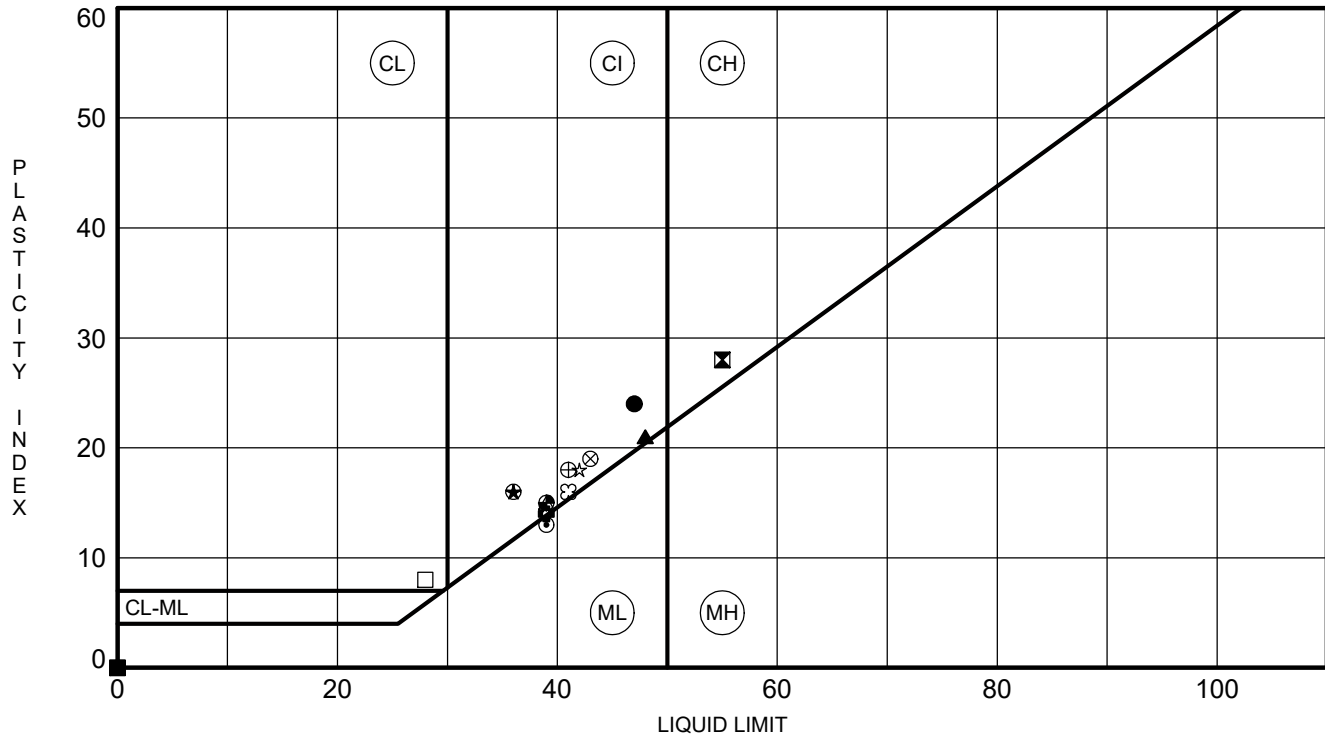
ATTERBERG LIMITS' RESULTS

CLIENT

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



ATTERBERG LIMITS 14010302-589-BINAK-W035-REV02.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 5/24/22

پیوست ۳-۴

آزمایش دانسیته و درصد رطوبت



Barangeotechnics

SUMMARY OF LABORATORY RESULTS

CLIENT

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

Sheet 1 of 1

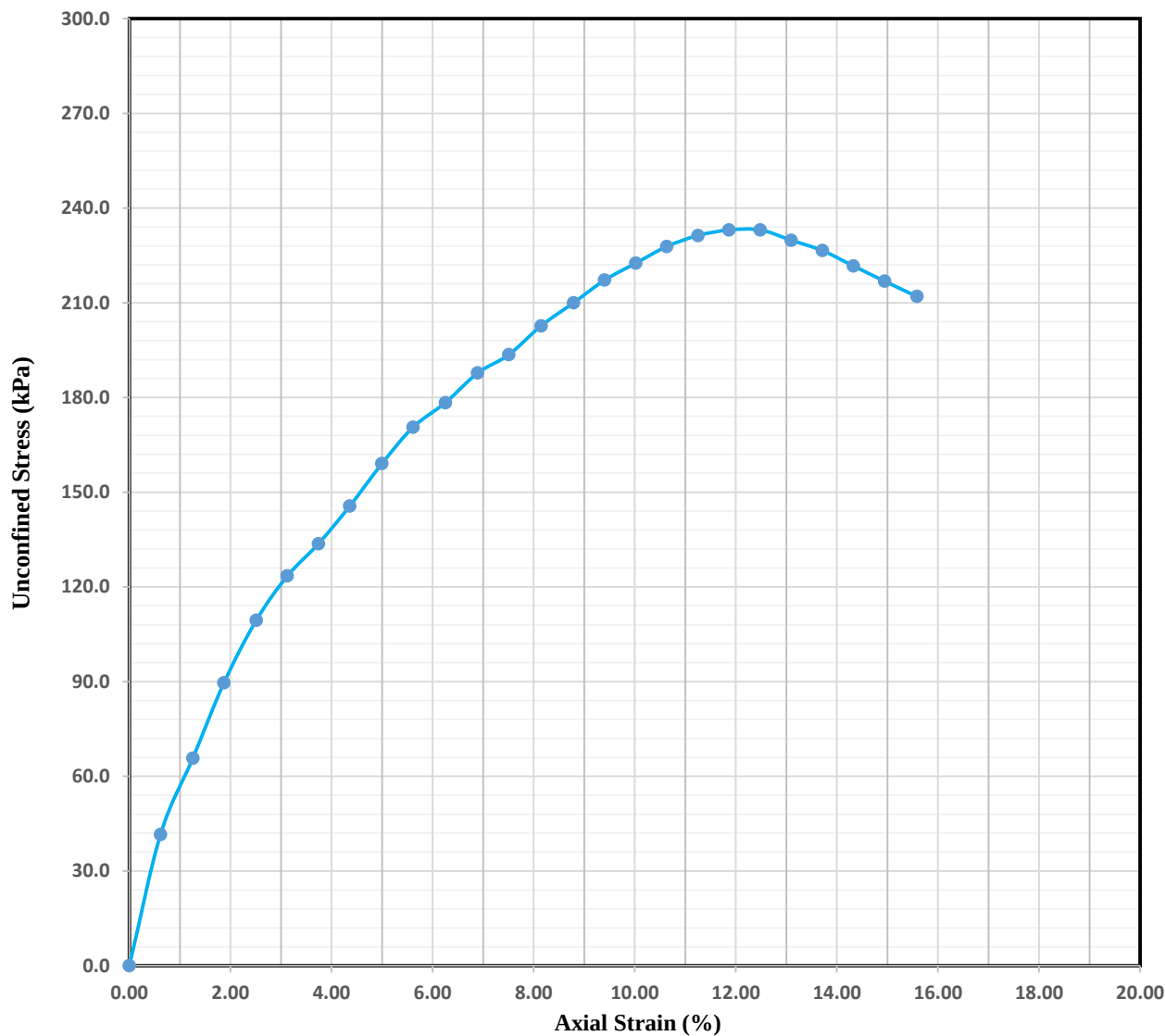
Borehole	Depth	Liquid Limit	Plastic Limit	Plasticity Index	Maximum Size (mm)	%<0.075 Sieve	Classification	Water Content (%)	Dry Density (Mg/m ³)	Saturation (%)	Void Ratio
BH-FL-28	0.5	47	23	24	9.51	97	CI	12.9	1.74		
BH-FL-28	1.5	55	27	28	9.51	98	CH	9.0	1.82		
BH-FL-28	2.5	48	27	21	9.51	98	CI	11.1	1.82		
BH-FL-29	0.5	36	20	16	9.51	96	CI	10.2	1.82		
BH-FL-29	1.5	39	26	13	19	71	ML	10.6	1.79		
BH-FL-29	2.5	39	25	14	19	70	CI	8.2	1.94		
BH-WH-3	0.5	36	20	16	19	73	CI	13.4	1.72		
BH-WH-3	1.7	39	24	15	0.595	100	CI	14.2	1.73		
BH-WH-3	2.6	43	24	19	9.51	99	CI	12.3	1.78		
BH-WH-3	3.6	41	23	18	0.15	99	CI	9.6	1.92		
BH-WH-3	5.0	28	20	8	19	64	CL	9.6	1.87		
BH-WH-3	6.6	NP	NP	NP	50.8	39	GM	10.4	1.95		
BH-WH-3	7.6	39	24	15	2.38	99	CI	8.5	1.94		
BH-WH-3	9.0	42	24	18	0.15	100	CI	7.8	1.88		
BH-WH-3	10.0	41	25	16	0.15	100	CI				
BH-WH-3	14.0	NP	NP	NP	19	57	ML	11.2	1.88		

پیوست ۴-۴

آزمایش تک محوری سنگ

Uniaxial Compression Test

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

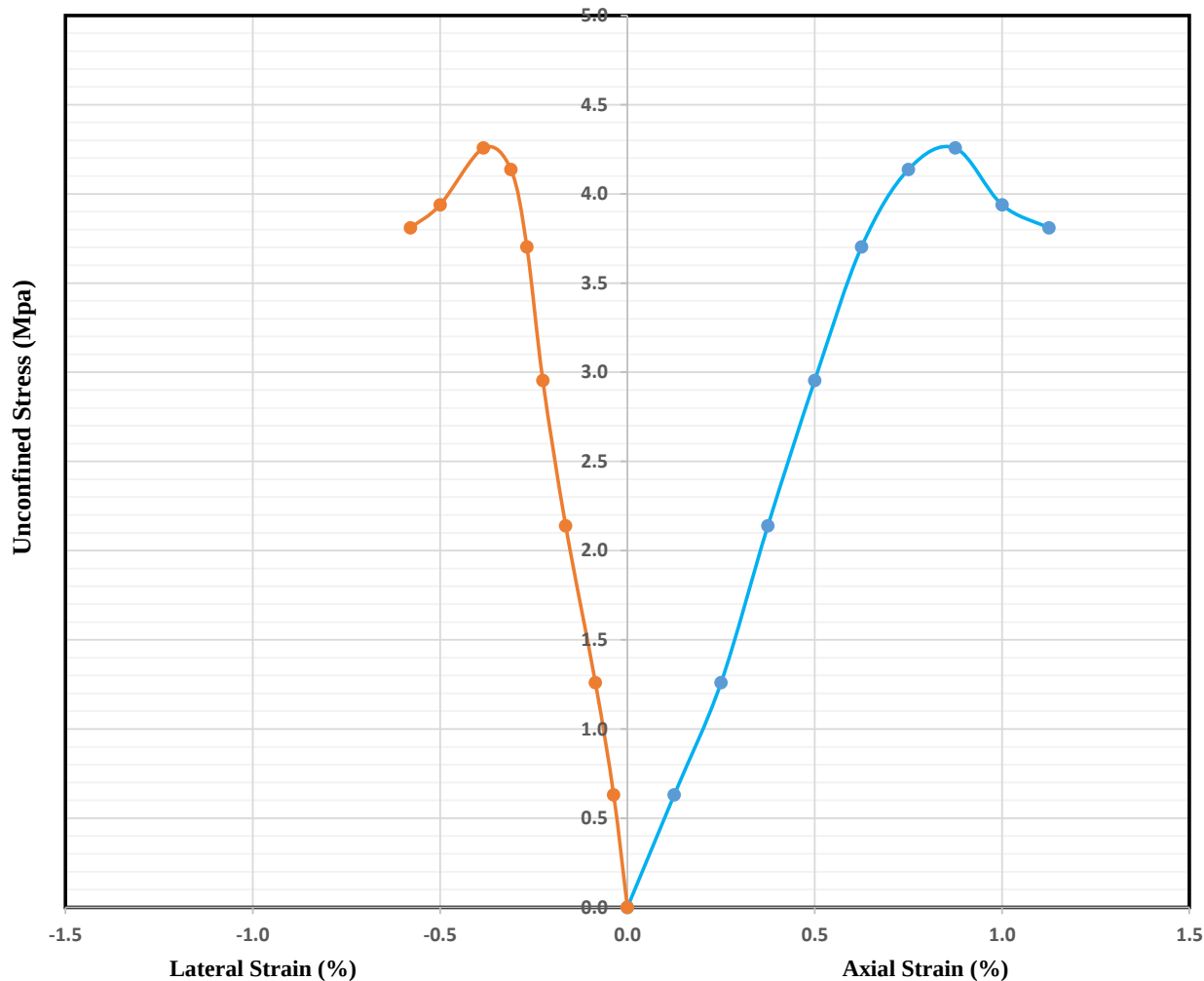


Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-WH-3	Bulk Density (kN/m ³):	19.07
Depth (m):	0.5-1.0	Dry Density (kN/m ³):	18.14
L (cm):	7.60	Moisture Content (%):	5.1
D (cm):	3.75	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(kPa):	233.1

Uniaxial Compression Test

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



Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-WH-3	Bulk Density (kN/m ³):	20.87
Depth (m):	2.6-3.0	Dry Density (kN/m ³):	19.99
L (cm):	20.00	Moisture Content (%):	4.4
D (cm):	8.20	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	4.3

CLIENT

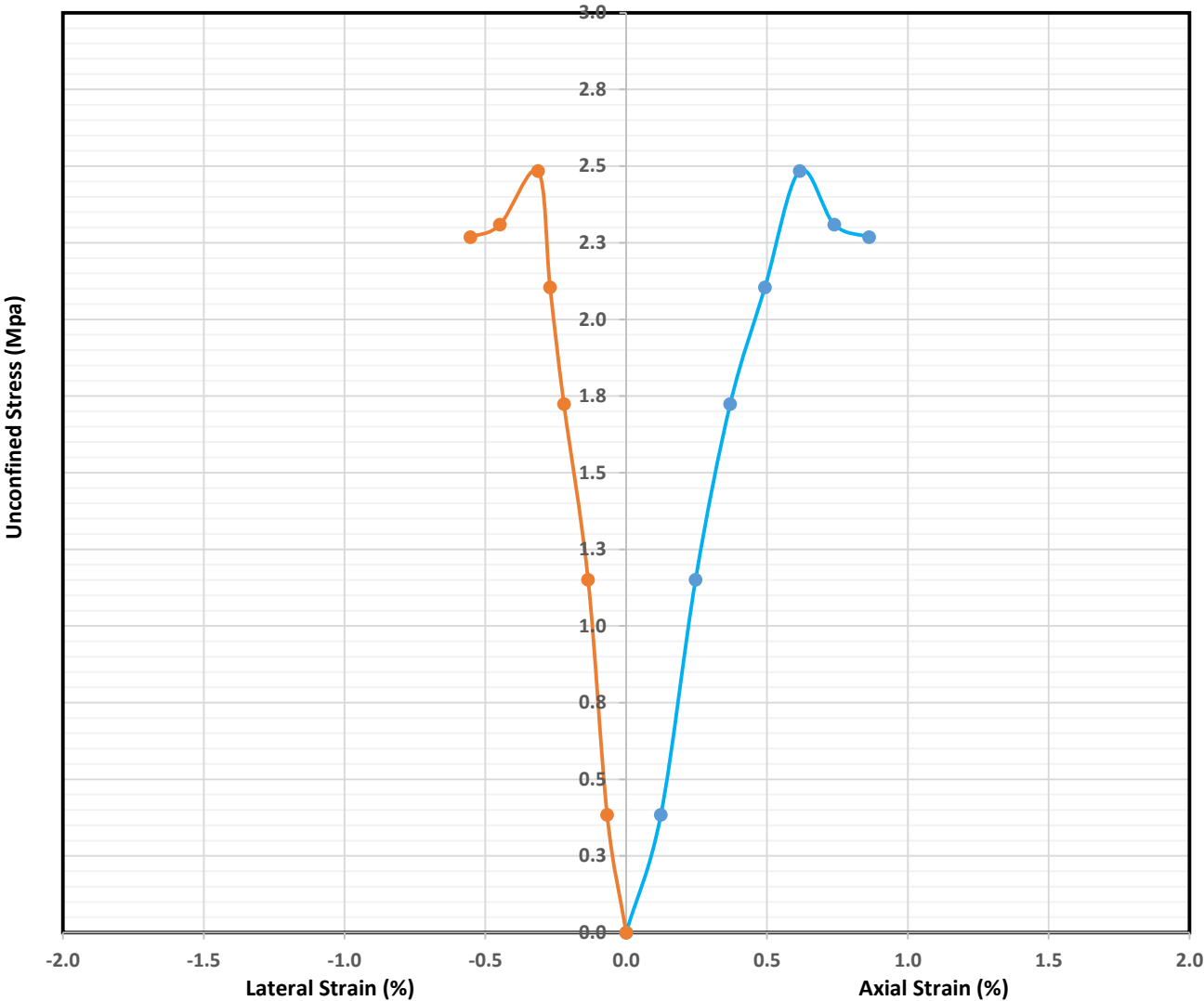
PROJECT NAME

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION

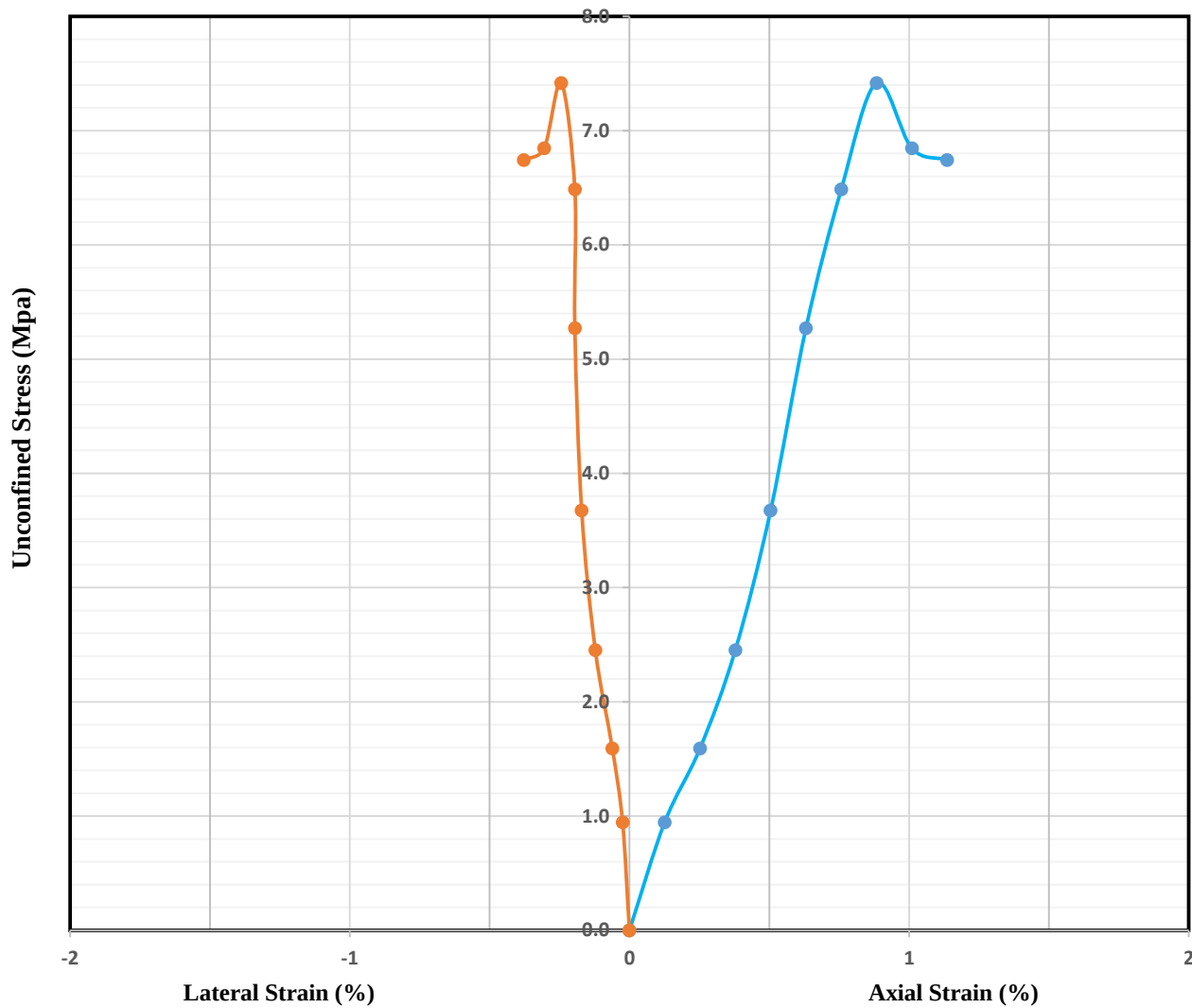
پوشهر



Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-WH-3	Bulk Density (kN/m ³):	21.21
Depth (m):	10.0-10.33	Dry Density (kN/m ³):	19.93
L (cm):	20.30	Moisture Content (%):	6.4
D (cm):	8.14	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	2.48

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



Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-WH-3	Bulk Density (kN/m ³):	20.38
Depth (m):	12.7-13.0	Dry Density (kN/m ³):	19.23
L (cm):	19.80	Moisture Content (%):	6.0
D (cm):	8.20	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	7.42

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-WH-3	5.00-5.50	65	82	61	0.10	1.09	0.11	2.46
BH-WH-3	11.30-11.50	93	80	82	0.11	1.25	0.14	3.06
BH-FL-28	2.50-3.00	42	81	80	0.05	1.24	0.06	1.38

Note:

$$D_e = 4A / \pi$$

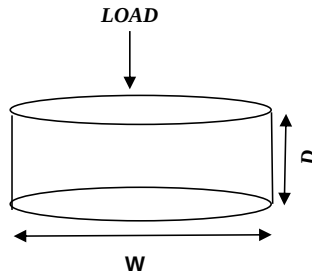
$$A = WD$$

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

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

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

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



پیوست ۴-۶

آزمایش برش مستقیم



CLIENT

PROJECT NUMBER

589

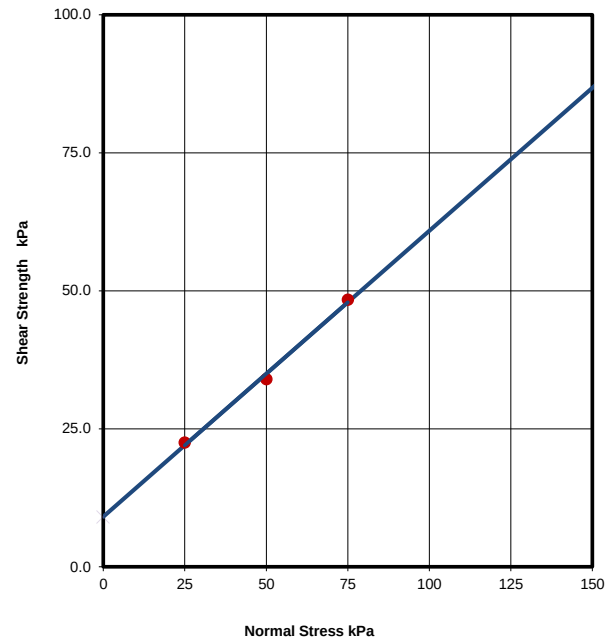
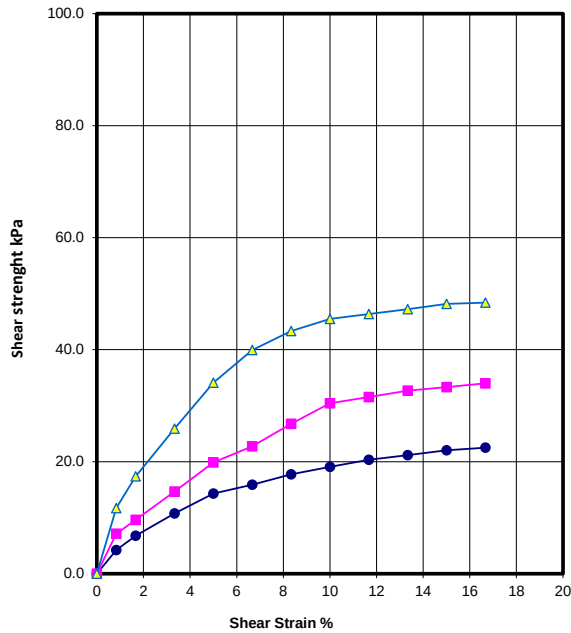
PROJECT NAME

Direct Shear Test

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	BH-FL-28	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 (%):	12.5	12.9	12.5	Moisture (%):	15.2	15.3	14.8
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	63.41	66.27	63.83	Saturation (%):	92.67	96.99	98.98
γ_d (kN/m ³):	17.42	17.46	17.41	Void Ratio:	0.52	0.52	0.52	Void Ratio:	0.44	0.42	0.40

Test Results	
C (kPa):	9.07
ϕ (Degree):	27.4



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

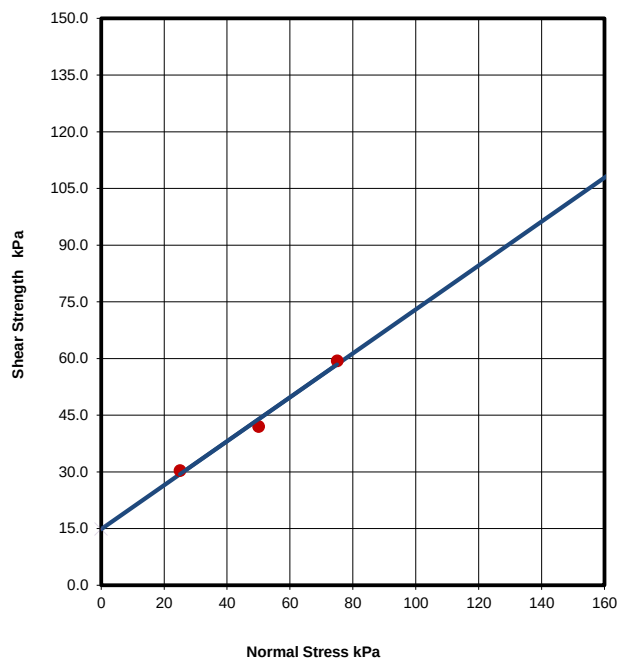
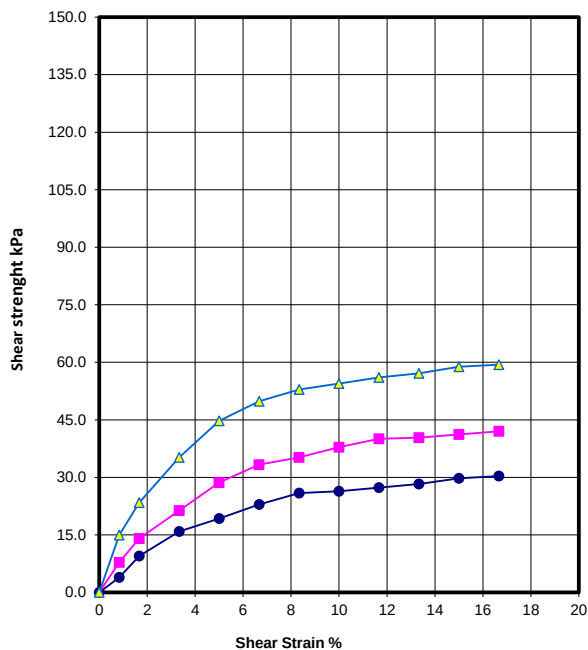
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	BH-FL-29	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	1.5-2.0	Test Type:	Slow

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	2.2	2.2	2.2	Moisture (%):	9.6	10.0	10.1	Moisture (%):	15.1	14.2	14.0
B*L (cm*cm):	6*6	6*6	6*6	Saturation (%):	55.68	58.37	58.95	Saturation (%):	99.20	93.76	98.18
γ_d (kN/m ³):	18.21	18.24	18.19	Void Ratio:	0.46	0.45	0.46	Void Ratio:	0.40	0.40	0.38

Test Results

C (kPa): 14.84

ϕ (Degree): 30.2



Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

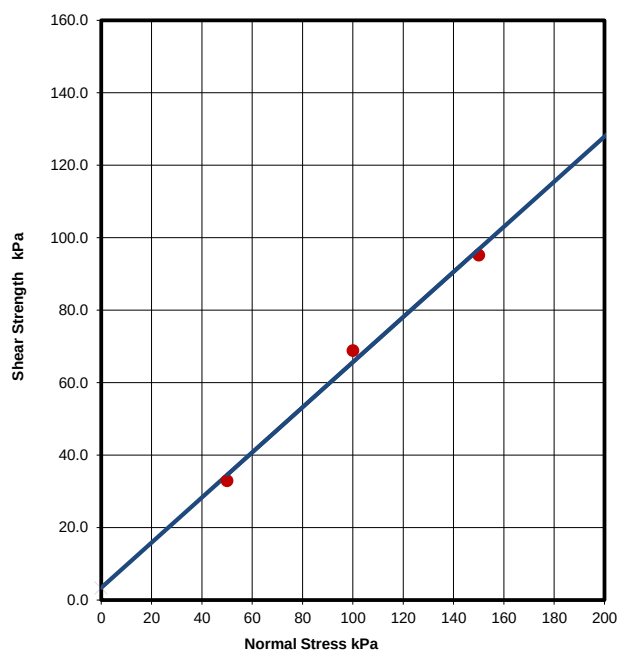
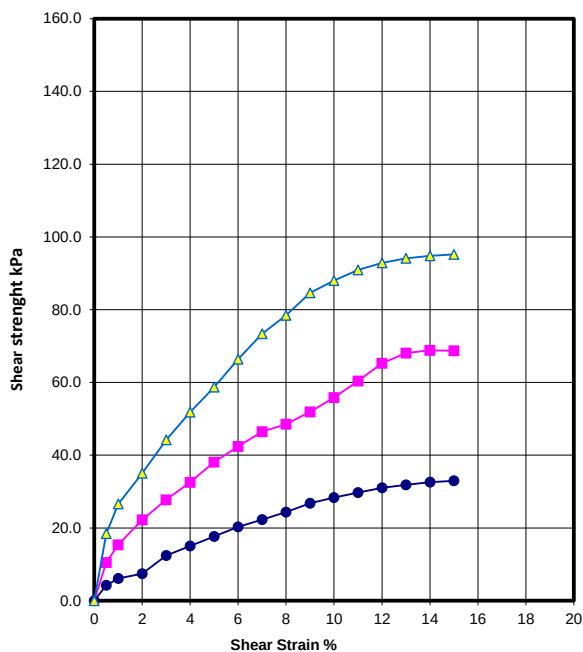
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



Borehole ID:	BH-WH-03	Sample Type:	Remolded
Sample Depth (m):	6.6-7.0	Test Type:	Fast

Sample Specification				Sample Condition Before Test				Sample Condition After Test			
Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3	Sample No.:	1	2	3
Height (cm):	3.0	3.0	3.0	Moisture (%):	3.9	3.9	4.0	Moisture (%):	10.0	9.7	10.2
B*L (cm*cm):	10*10	10*10	10*10	Saturation (%):	36.28	36.92	36.40	Saturation (%):	99.42	93.06	95.50
γ_d (kN/m ³):	20.27	20.37	20.20	Void Ratio:	0.28	0.28	0.28	Void Ratio:	0.26	0.27	0.28

Test Results

C (kPa): 3.40

ϕ (Degree): 31.9

پیوست ۴-۷
آزمایش شیمیایی

پیوست ۴-۸

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه‌های خاک طبیعی-W-035

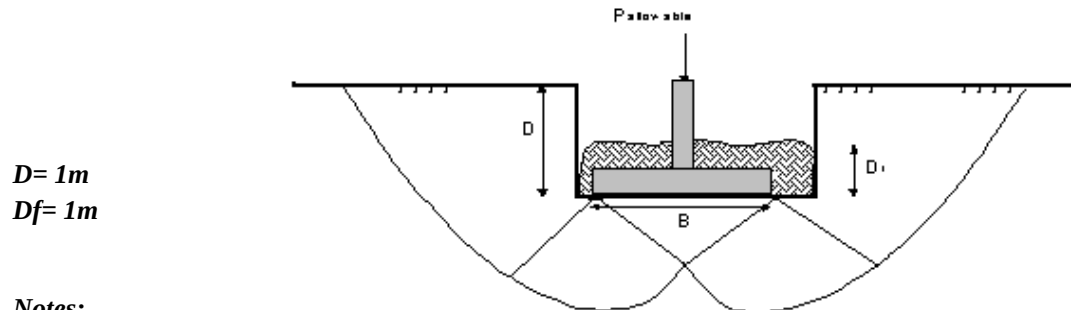
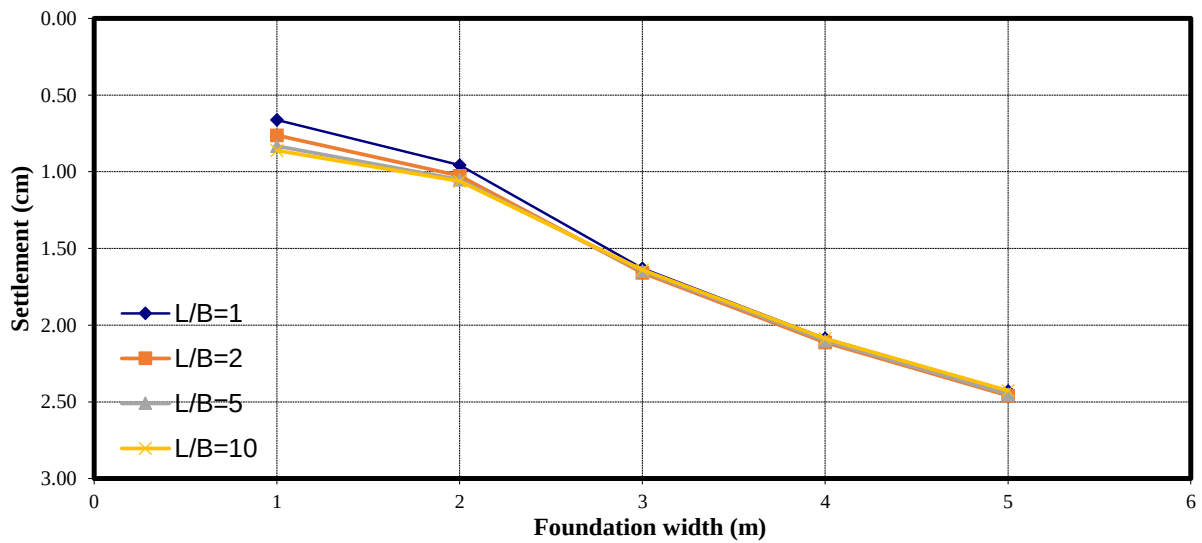
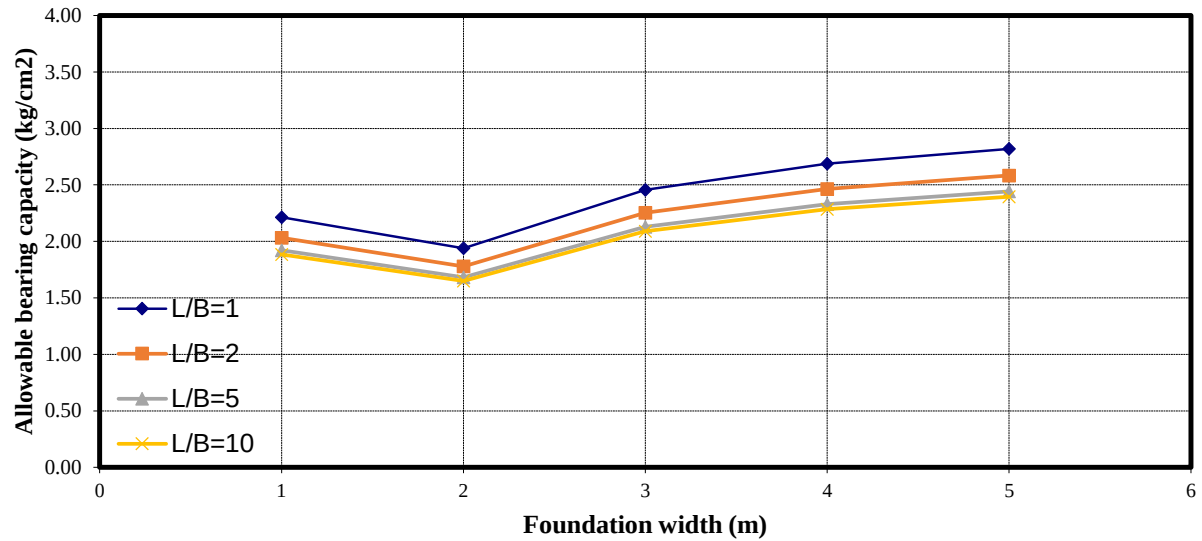
<i>Layer type according to Unified method</i>	<i>CL</i>	<i>Marl/ClayStone (CL)</i>	<i>Sand</i>	<i>Unit</i>
<i>Depth</i>	<i>0.0-2.0</i>	<i>2.0-5.0</i>	<i>5.0-15.0</i>	<i>m</i>
<i>Soil cohesion (Cu)</i>	<i>0.8-1.6</i>	<i>2.0-3.0</i>	<i>4.0-6.0</i>	<i>kg/cm2</i>
<i>Soil wet density (γ_w)</i>	<i>1.95-2.00</i>	<i>2.05-2.10</i>	<i>2.10-2.15</i>	<i>g/cm3</i>
<i>Soil module of elasticity (Es)</i>	<i>160-320</i>	<i>400-600</i>	<i>800-1200</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

Shallow Foundation - W-035



D = 1m
Df = 1m

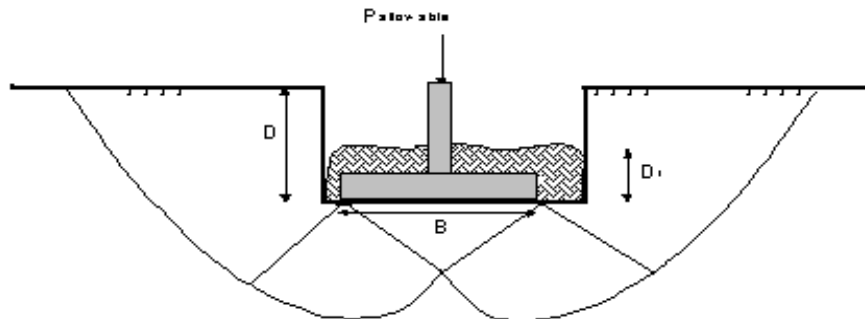
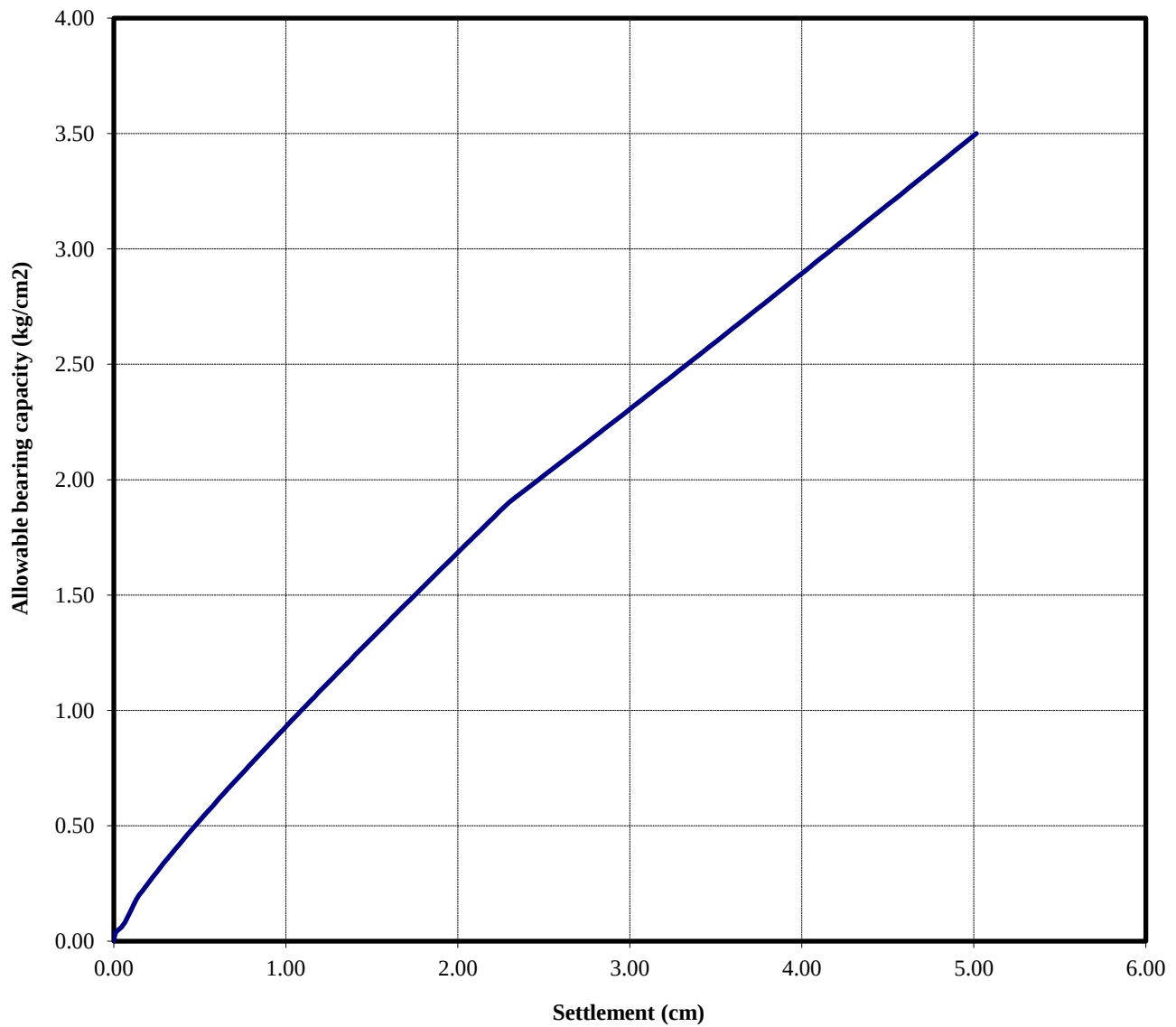
Notes:

D : Depth of footing with respect to ground surface

Df : Depth of footing embedment

Mat Foundation-12m*20m

W-035



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

Notes:

D : Depth of footing with respect to ground surface

D_f : Depth of footing embedment

مدول عكس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق يك متر -W-035

$B(m)$	مدول عكس العمل بستر پی سطحی (kg/cm^3)			
	$L/B=1$	$L/B=2$	$L/B=5$	$L/B=10$
1.0	3.35	2.66	2.31	2.19
2.0	2.03	1.73	1.60	1.55
3.0	1.51	1.36	1.29	1.27
4.0	1.29	1.17	1.11	1.09
5.0	1.16	1.05	1.00	0.99

مدول عكس العمل بستر پی گسترده برای عمق يك متر -W-035

$B \times L (m)$	$S (cm)$	مدول عكس العمل بستر پی گسترده (kg/cm^3)		
		گوشه پی	لبه پی	وسط پی
12×20	5	2.80	1.40	0.70

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 جهرم در سال ۱۳۴۲ توسط شرکت اکتشاف و تولید نفت ایران، با حفر چاه شماره ۱ گلخاری به اثبات رسید. چاه‌های شماره ۱ و ۲ برای اکتشاف و توصیف مخازن آسماری و گروه خامی، حفاری شدند و حفاری چاه شماره ۳ نیز در سال ۱۳۵۷ توسط شرکت آسکو انجام شد. سازندهای آسماری و جهرم این میدان به دلیل ارتباط فشاری مناسب، به عنوان یک مخزن واحد محسوب می‌شوند.

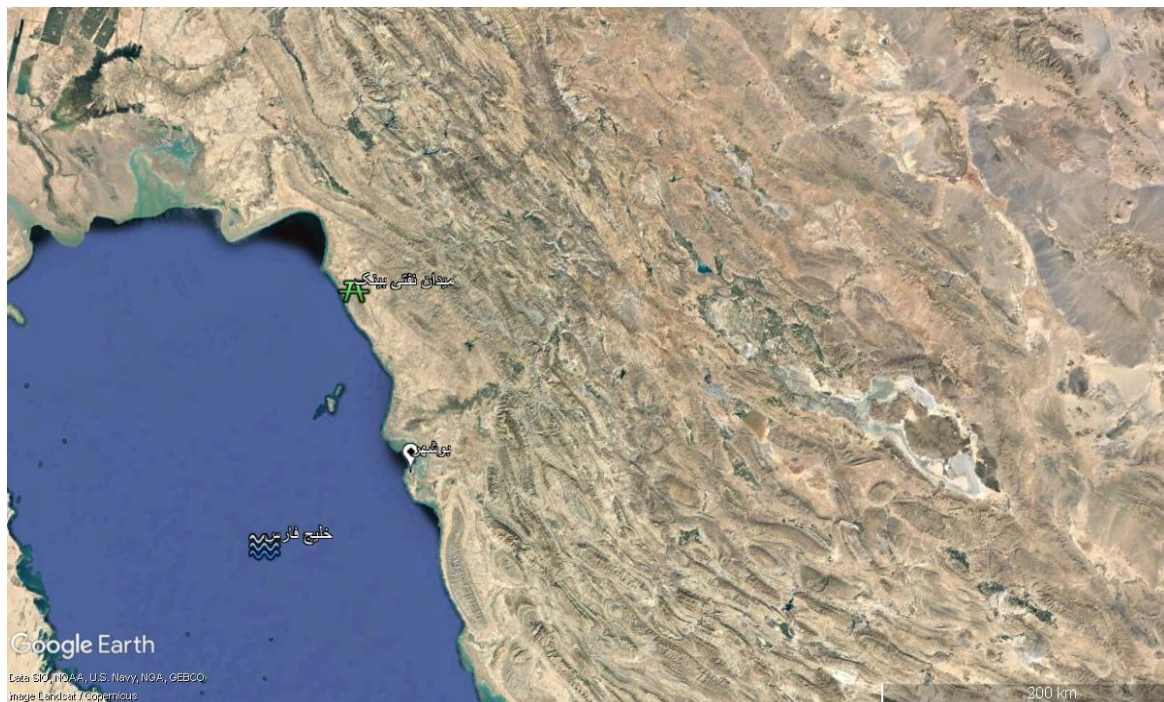
شرح کار پروژه:

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

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

۲- موقعیت جغرافیایی

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



تصویر ۱: موقعیت جغرافیایی میدان نفتی بینک

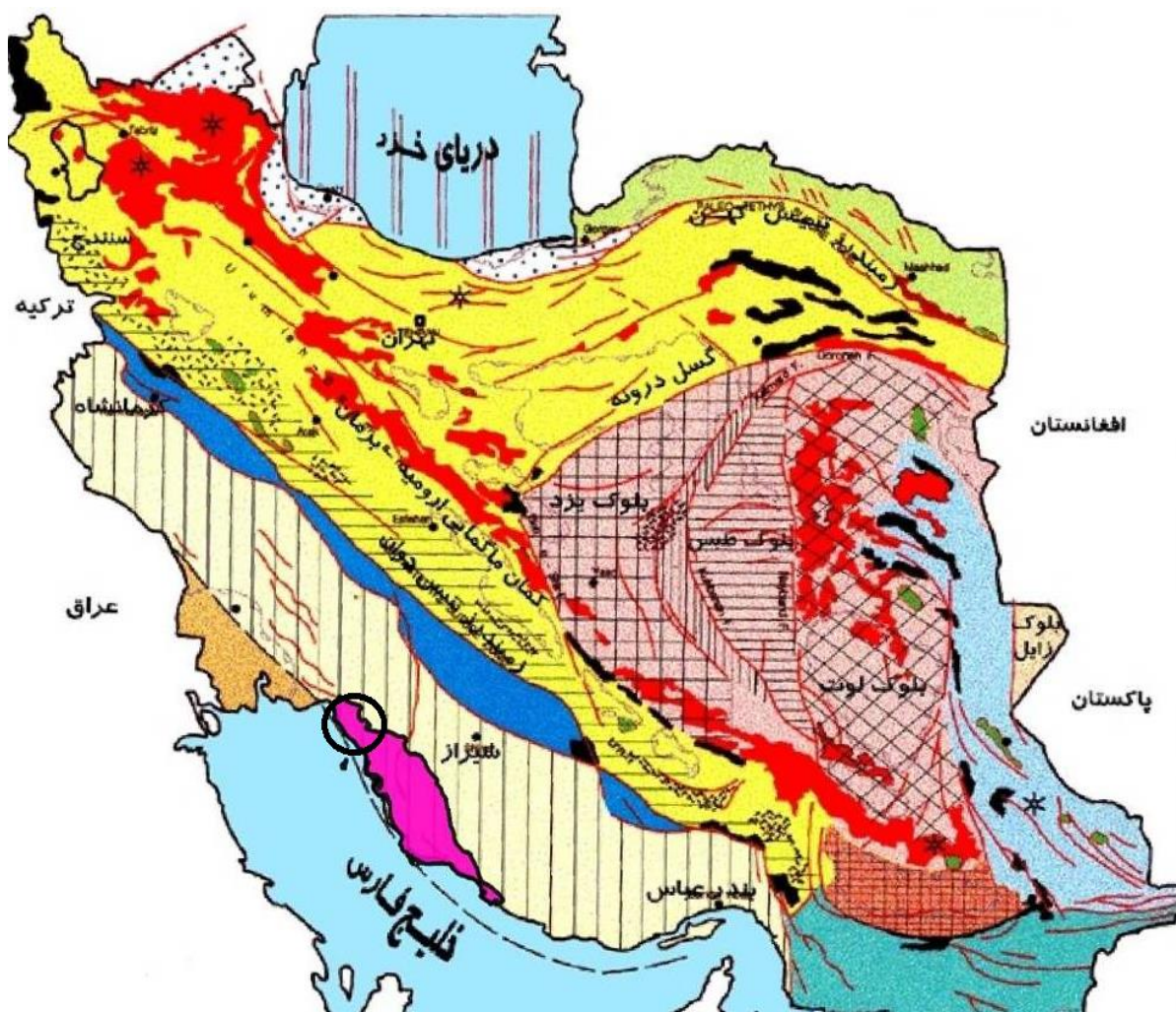
۳- هدف مطالعات

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

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

۴- موقعیت زمین شناسی

استان ساحلی بو شهر، متعلق به زون زاگرس و زیر پهنه زاگرس چین‌خورده می باشد. زون زاگرس به سه ناحیه تقسیم می‌شود و بیشترین رسوبات دیده شده در آن متعلق به زاگرس چین‌خورده می باشد. زاگرس چین‌خورده در جنوب غربی ایران واقع شده است و پهنای آن در حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر تخمین زده می‌شود. دارای روند تقریباً شمال غربی - جنوب شرقی است و در آن رسوبات پالئوزوئیک، مزوزوئیک و تریاس به‌طور 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.



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

۵- سازند آغاچاری

نام سازند از میدان نفتی آغاچاری انتخاب شده است و مقطع آن در طول جاده امیدیه که به چاه های میدان نفتی آغاچاری منتهی می شود، اندازه گیری شده است. ضخامت این سازند زیاد و به ۲۹۶۵ متر می رسد. سازند آغاچاری از نظر لیتولوژی شامل ماسه سنگهای آهک دار قهوه ای خاکستری، رگه های گچ مارن های قرمز، و سیلیستون است. در کنتاکت زیرین سازند آغاچاری، مارن های خاکستری و آهک های سازند میشان قرار دارد که حد بین آنها تدریجی و هم شیب است. در کنتاکت فوقانی سازند آغاچاری، سازند بختیاری به حالت دگرشیبی دیده می شود. سن سازند آغاچاری از میوسن فوقانی تا پلیوسن تعیین شده است. از نظر گسترش جغرافیایی ، ضخامت سازند آغاچاری از ۶۱۰ متر تا ۳۰۴۸ متر متغیر است. لیتولوژی این سازند در محدوده استان فارس بطور غالب از جنس ماسه سنگ آهک دار قهوه ای مایل به خاکستری و کمی هوازده،

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

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



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



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



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

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

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

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

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

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

الف-ویژگی‌های مهندسی سنگ بکر

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

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

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

۱- شکل هندسی بلوک‌های سنگی (ساختار توده سنگ)

۲- شرایط سطحی ناپیوستگی‌ها

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

در ابتدا شاخص مقاومت زمین شناسی بر اساس مشاهدات کیفی 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 بعلت فاصله‌داری نزدیک $\text{Spacing} < 1\text{cm}$ شیستوزیته ضعیف یا صفحات برشی

۲- شرایط کیفی سطح ناپیوستگیها

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

۱- ناهمواری و زبری

۲- میزان هوازدهی

۳- پرشدگی

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

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

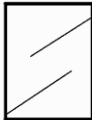
۲- خوب (Good): زبر، کمی هوازده، زنگ زدگی با آهن

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

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

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

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

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

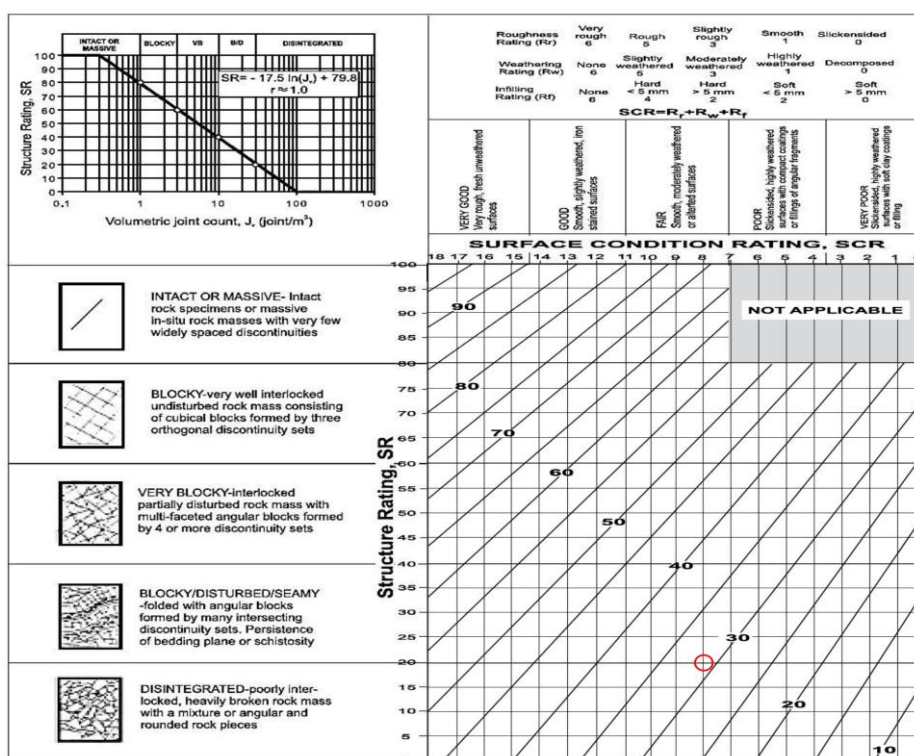
$$1.5 J_{cond}^{89}$$

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

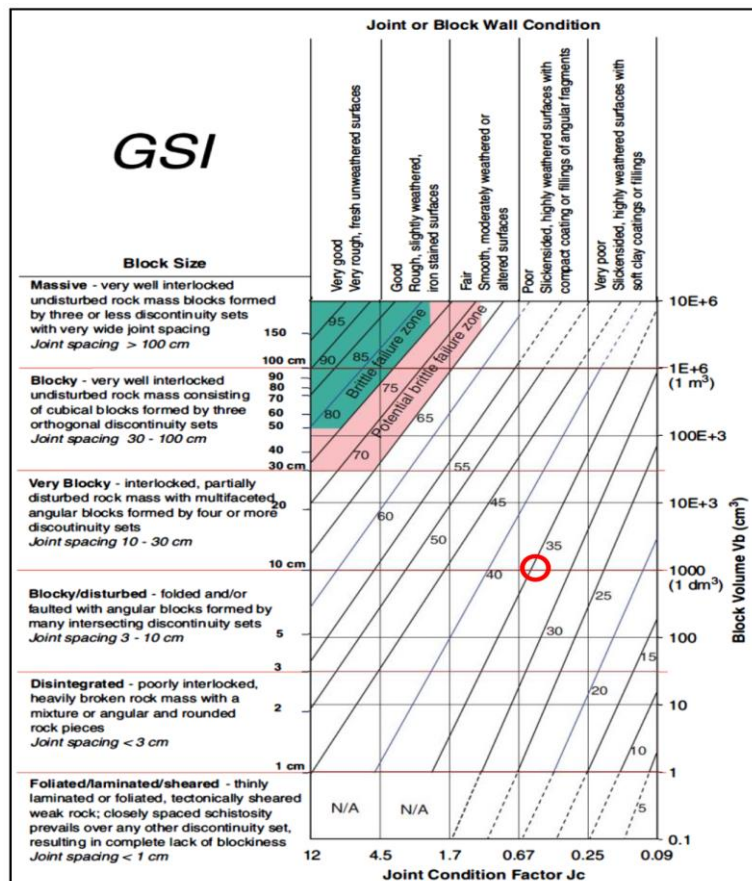
J_{cond}^{89} : امتیاز شرایط سطح ناپیوستگی بر اساس RMR^{89}

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

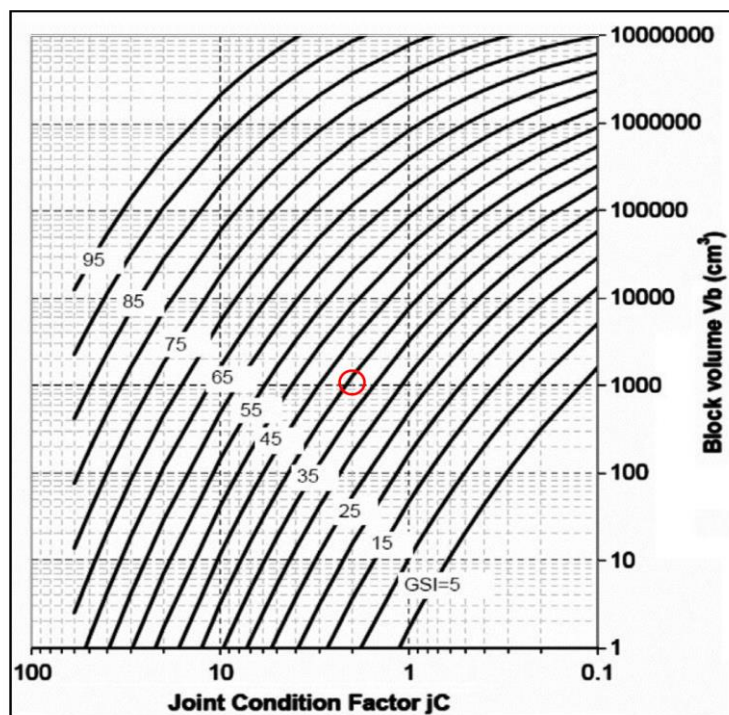
در تصویر ۱۰ چارت تخمین و ارزیابی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش Hoek et al, 2013 ارائه شده است.



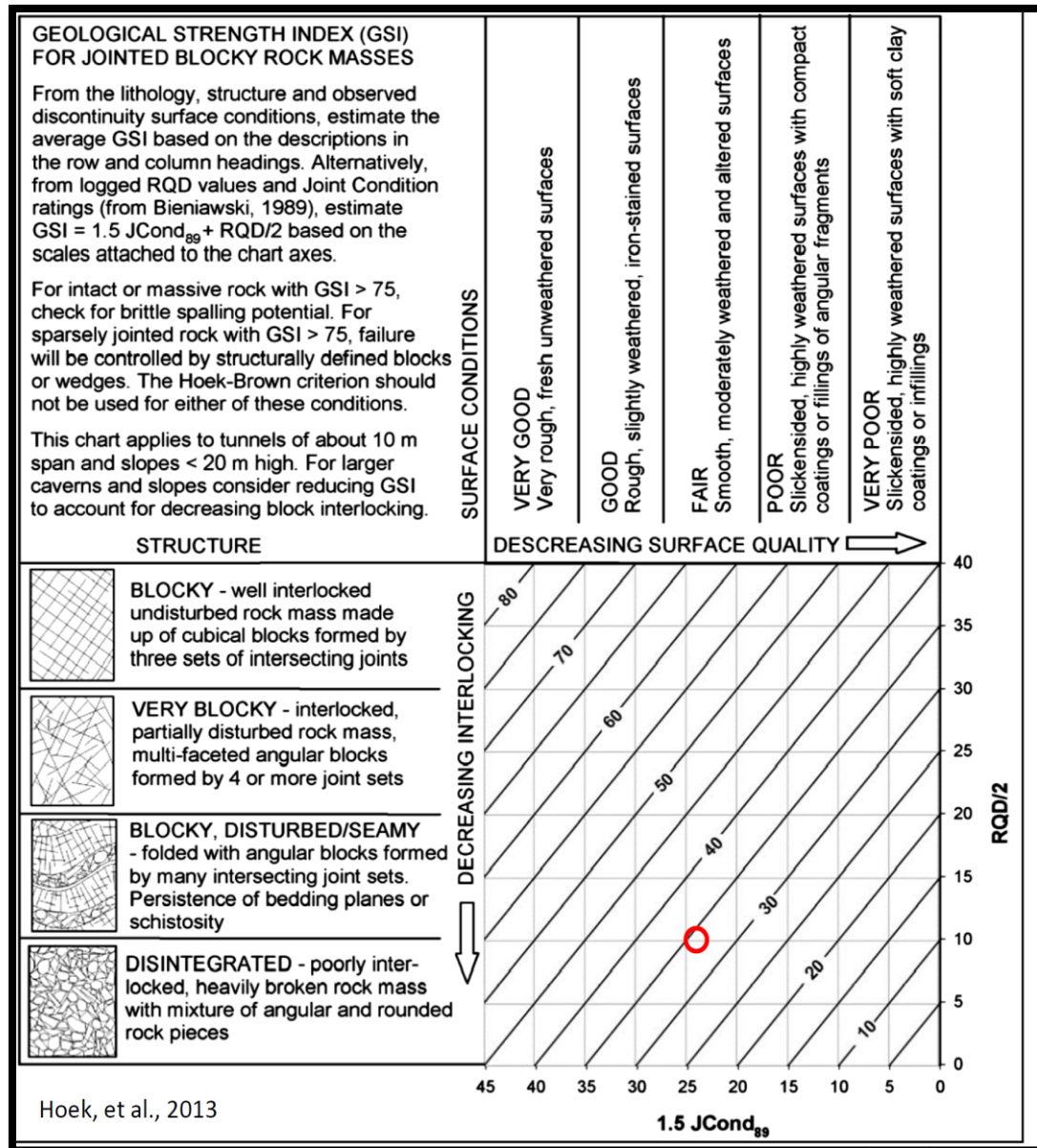
تصویر ۷: برآورد کمی GSI به روش Sonmez & Ulusay, 2002



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



تصویر ۹: برآورد کمی GSI به روش Russo, 2009



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

۸-۹-چاه نفتی W-35

چاه نفتی W-35 بر روی سازند آغاجاری با لیتولوژی غالب مارن با لایه های ماسه سنگ تشکیل شده است. (تصویر ۹۹)

لذا در ادامه شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ های مارنی و لایه های ماسه سنگ به تفکیک برآورد و در انتها متوسط شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ های محل چاه نفتی W-35 محاسبه و ارائه شده است.

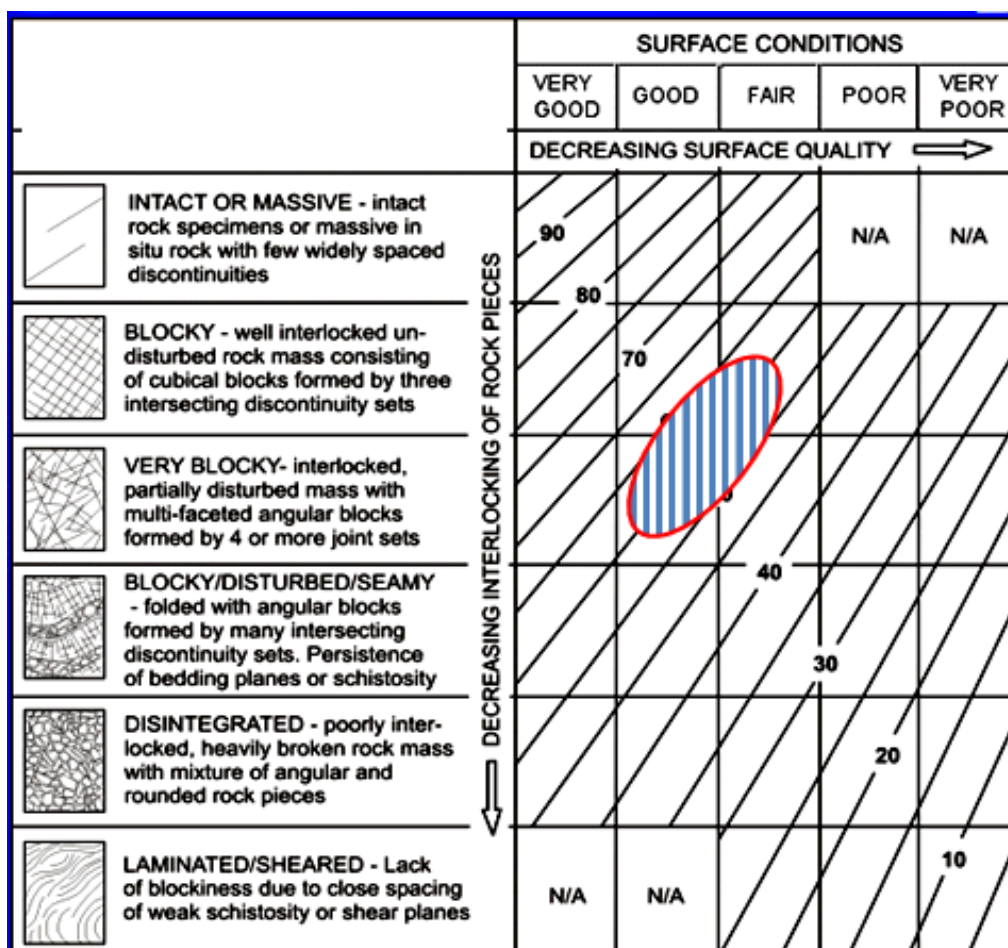


تصویر ۹۹: نمایی از لیتولوژی محدوده چاه نفتی W-35

۸-۹-۱- لایه های مارنی

الف- تعیین کیفی شاخص مقاومت زمین شناسی

بر اساس مشاهدات میدانی شاخص مقاومت زمین شناسی لایه های مارن به روش کیفی محل چاه نفت W-35 ، 60-50 GSI تخمین زده شده ست (تصویر ۱۰۰).



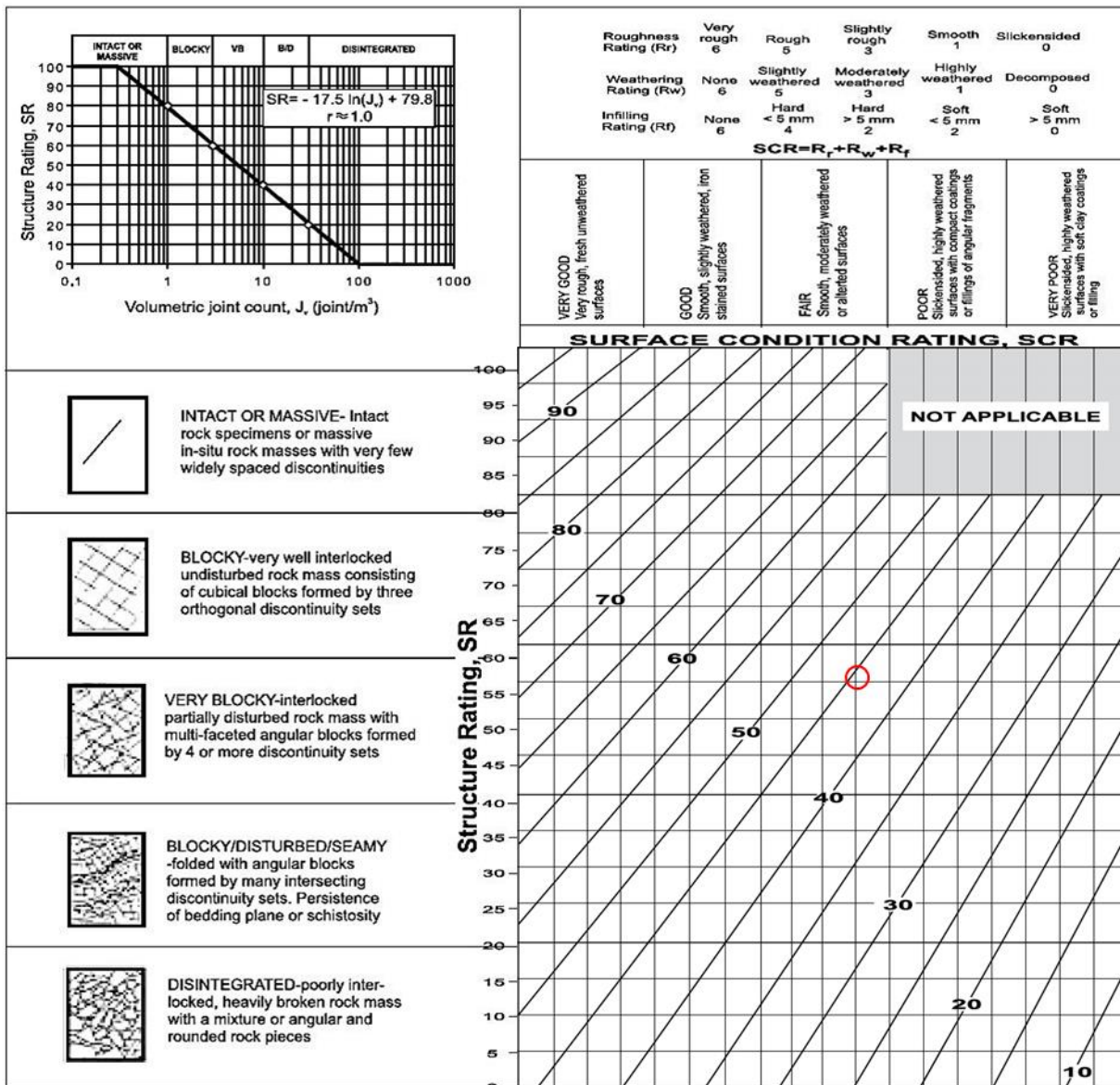
تصویر ۱۰۰ : شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ مارنی چاه نفتی W-35

ب- محاسبه GSI به روش کمی

در ادامه برآورد کمی توده سنگ مارنی محل چاه نفتی W-35 ارائه شده است:

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

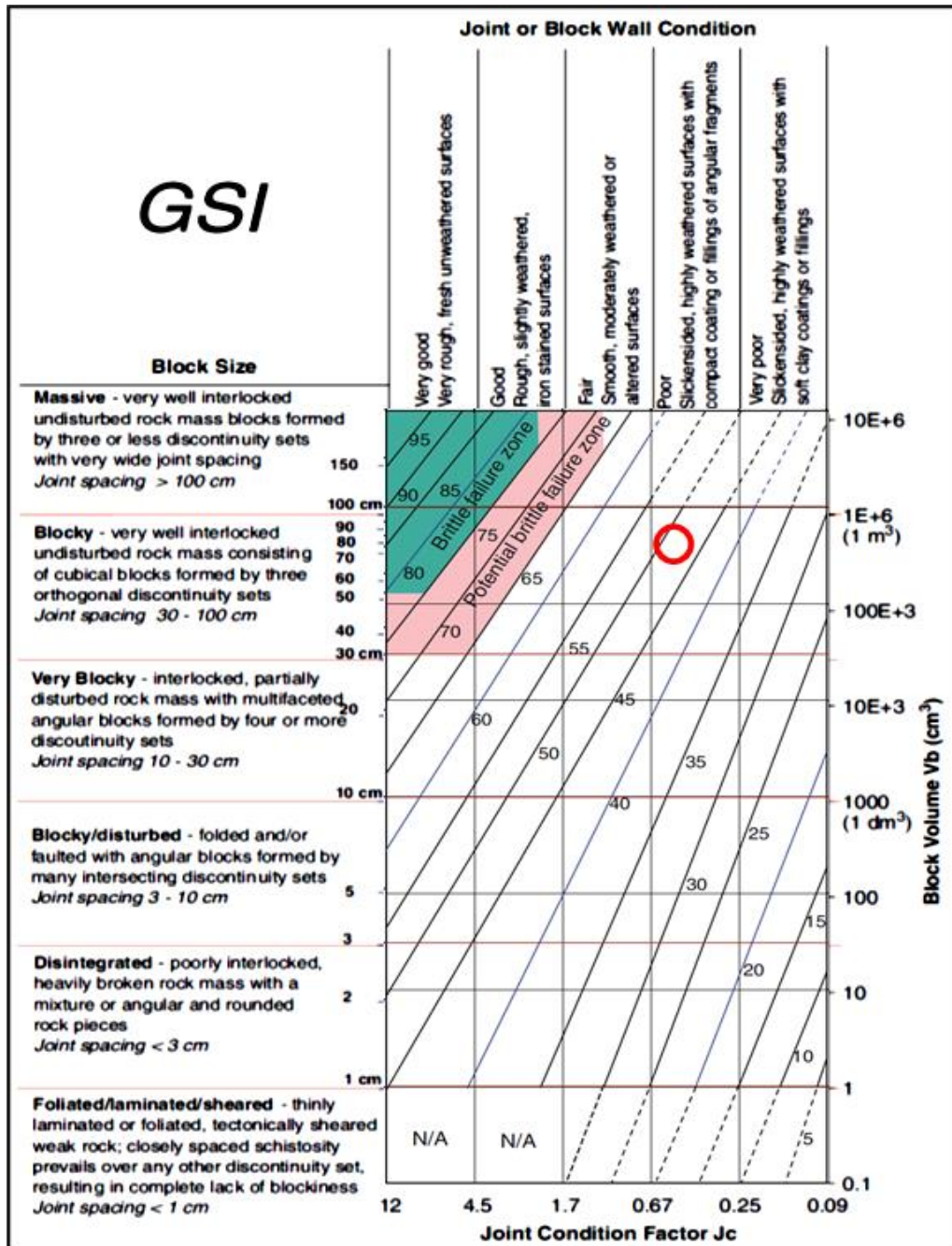
بر اساس روش Sonmez & Ulusay, 2002 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-35،
GSI=44 برآورد شده است که در تصویر ۱۰۱ ارائه شده است.



تصویر ۱۰۱: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-35 روش Sonmez & Ulusay, 2002

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

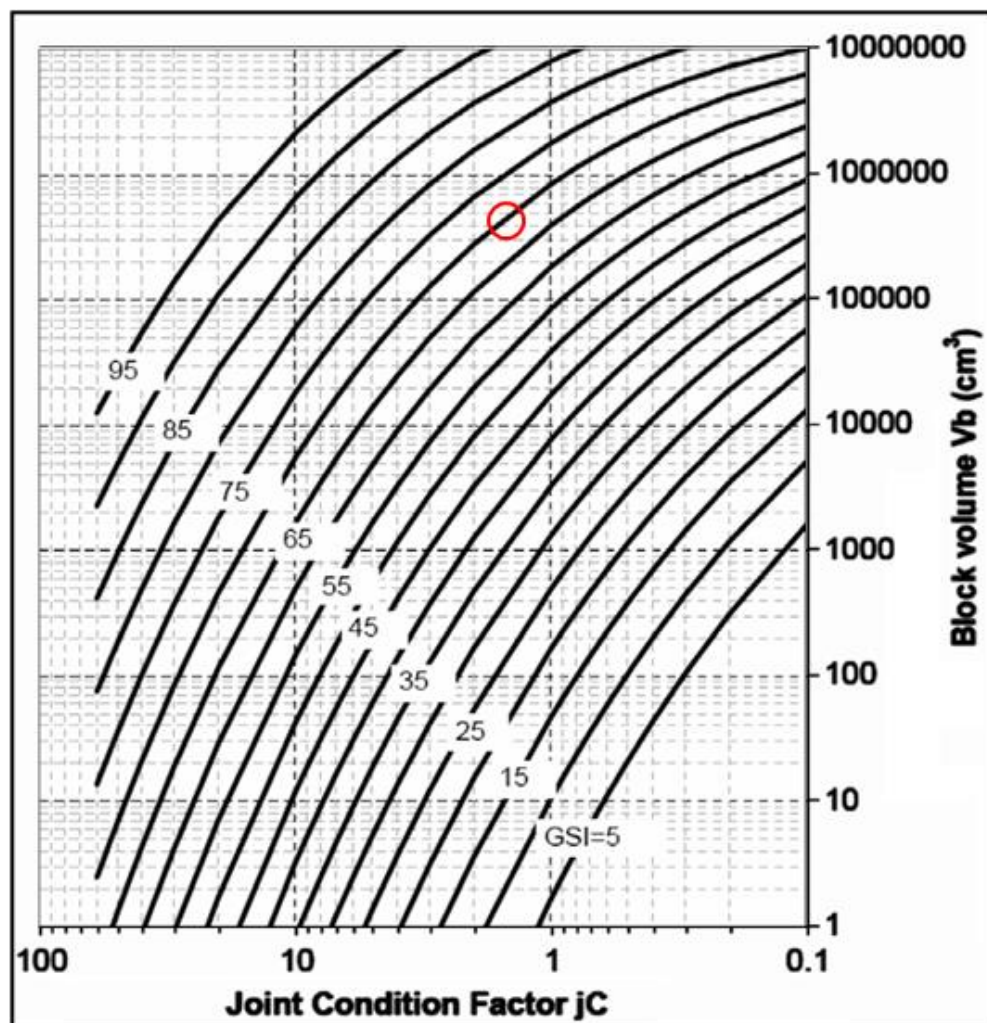
بر اساس روش Cai et al, 2004 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-35 ، $GSI=49$ برآورد شده است که در تصویر ۱۰۲ ارائه شده است.



تصویر ۱۰۲: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-35 روش Cai et al, 2004

ب-۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009

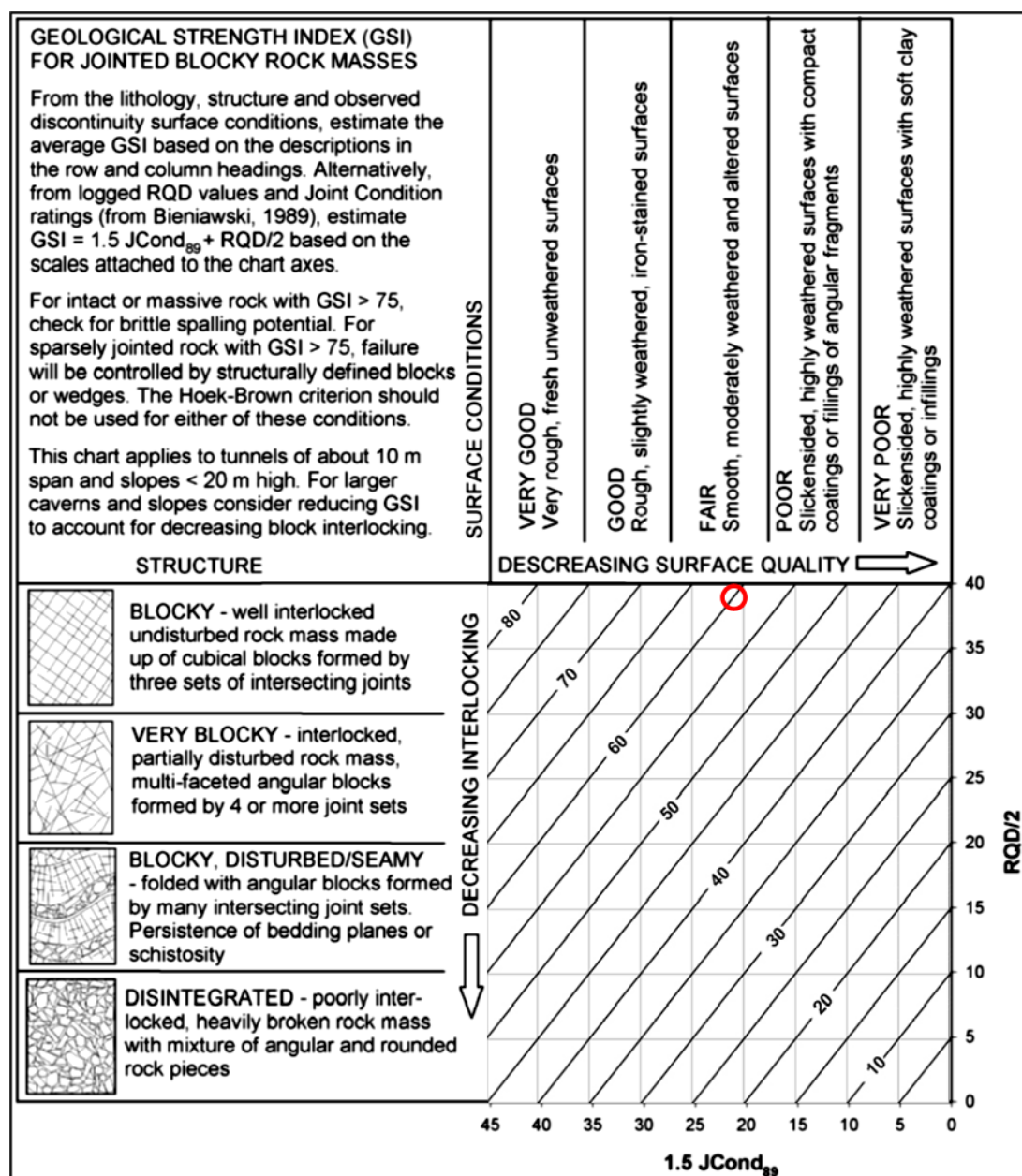
بر اساس روش Russo, 2009 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-35 ، $GSI=70$ برآورد شده است که در تصویر ۱۰۳ ارائه شده است.



تصویر ۱۰۳: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-35 به روش Russo, 2009

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

بر اساس روش Hoek et al, 2013 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-35 ، $GSI=60$ برآورد شده است که در تصویر ۱۰۴ ارائه شده است.

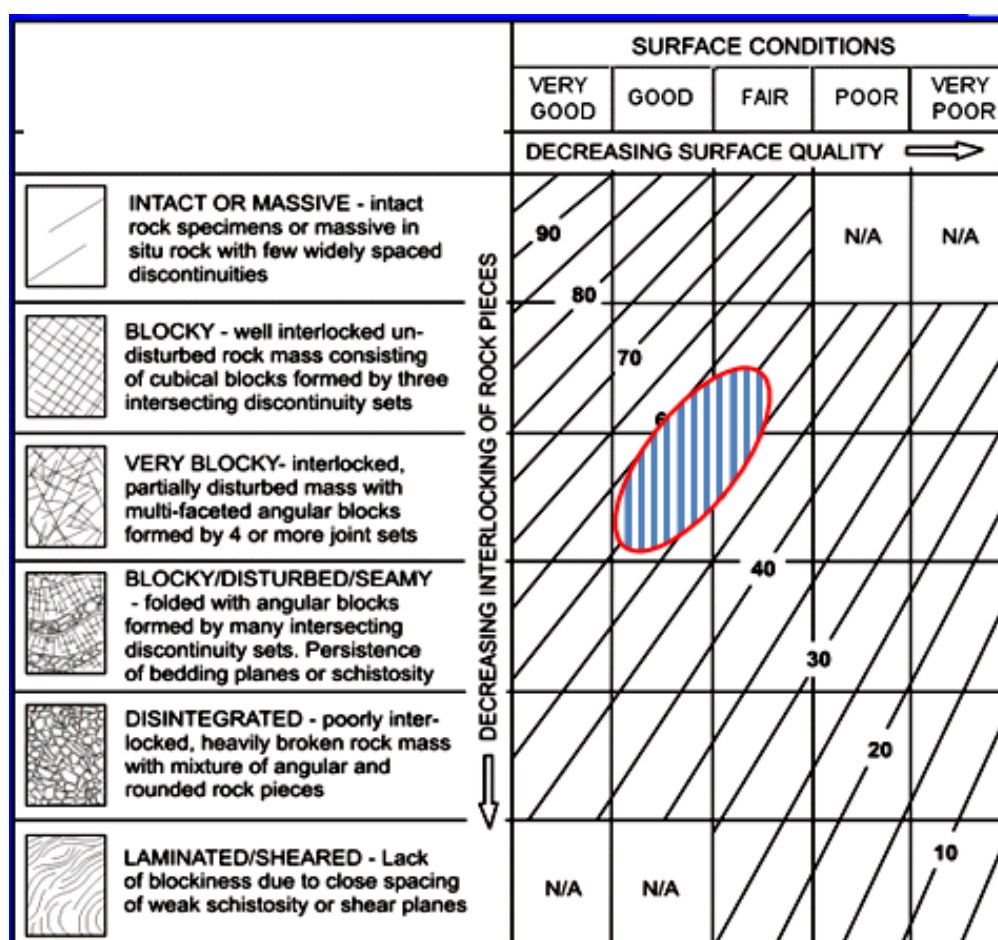


تصویر ۱۰۴: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-35 به روش Hoek et al, 2013

۸-۹-۲- 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 ۱۰۵).



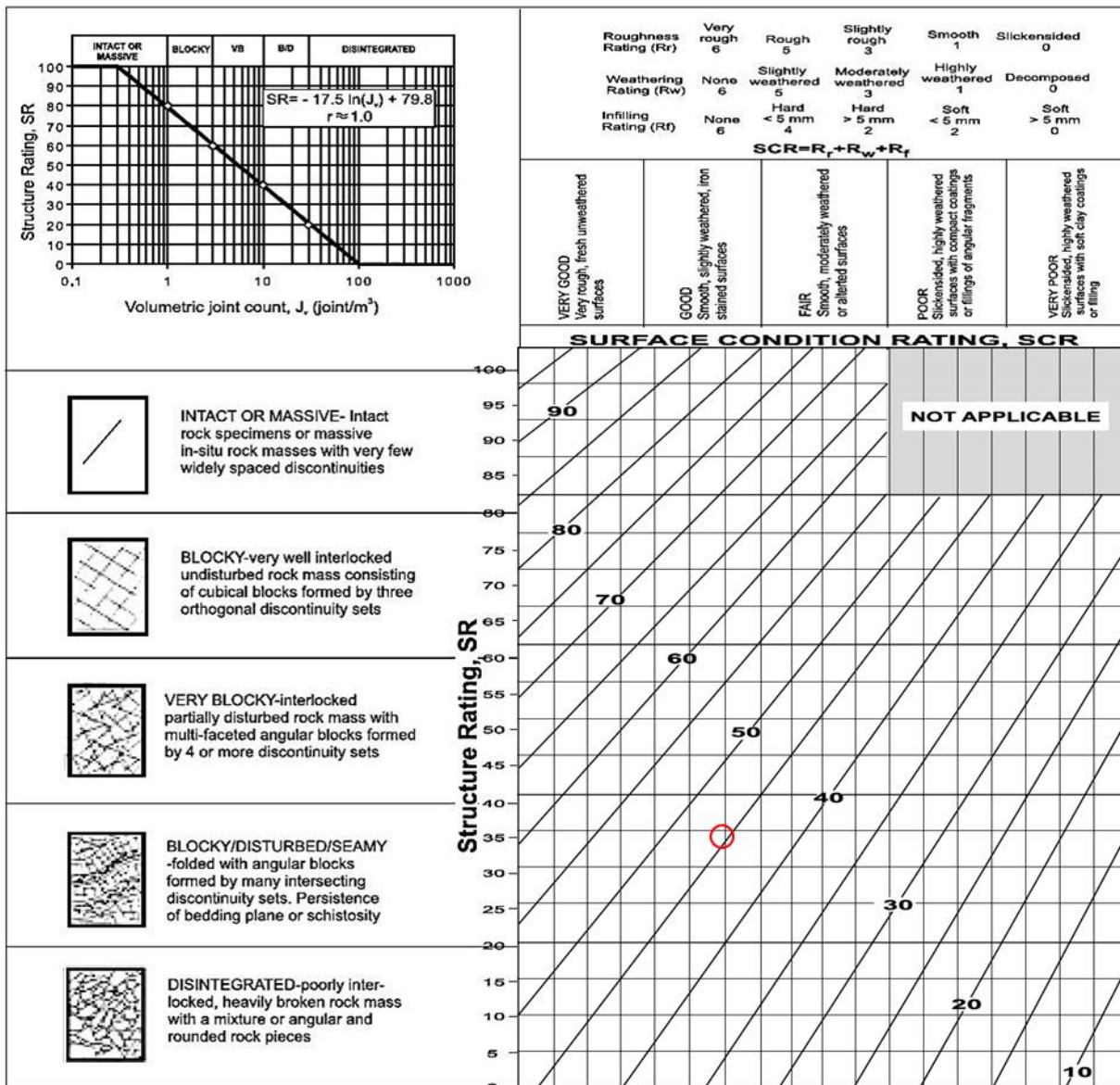
تصویر ۱۰۵: شاخص مقاومت زمین شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-35

ب- محاسبه GSI به روش کمی

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

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

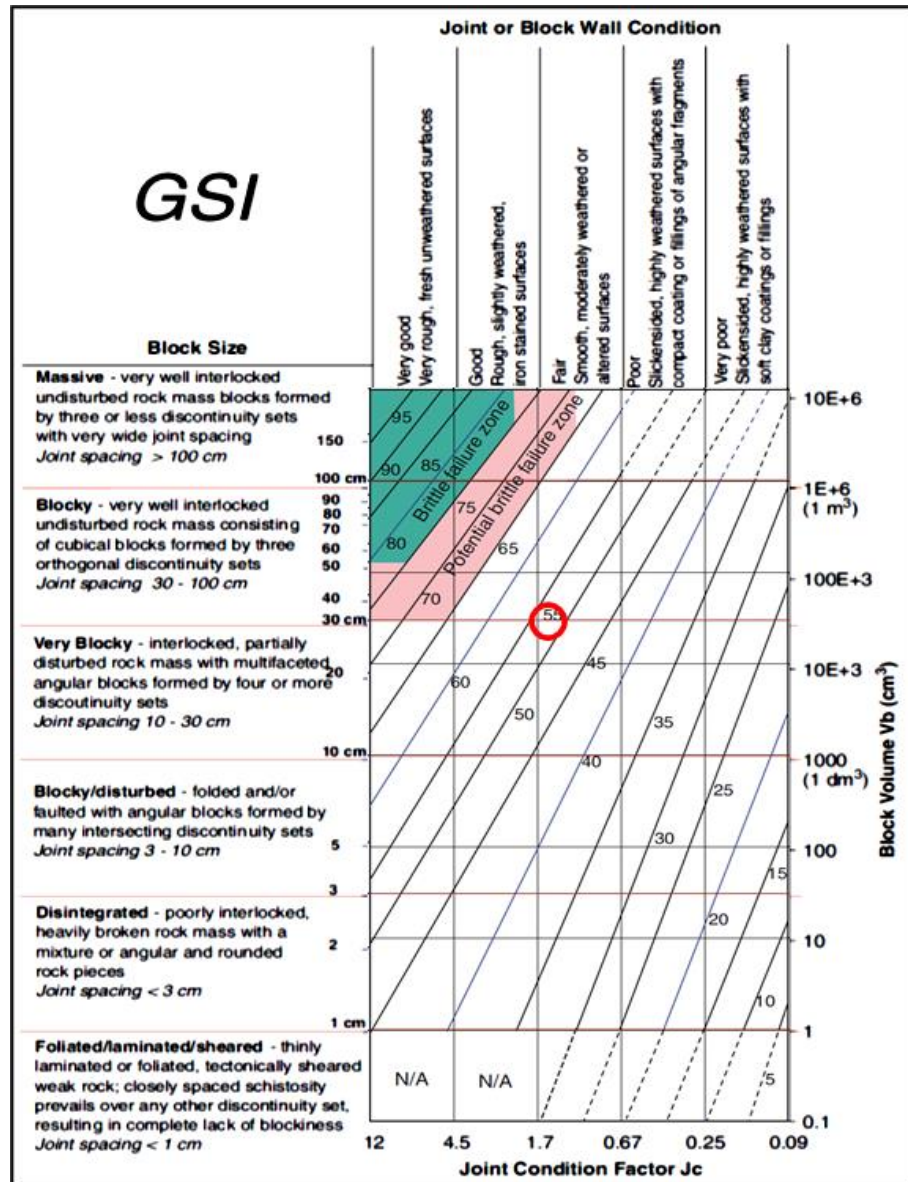
بر اساس روش Sonmez & Ulusay, 2002 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-35 ، $GSI=46$ برآورد شده است که در تصویر ۱۰۶ ارائه شده است.



تصویر ۱۰۶: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-35 به روش Sonmez & Ulusay, 2002

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

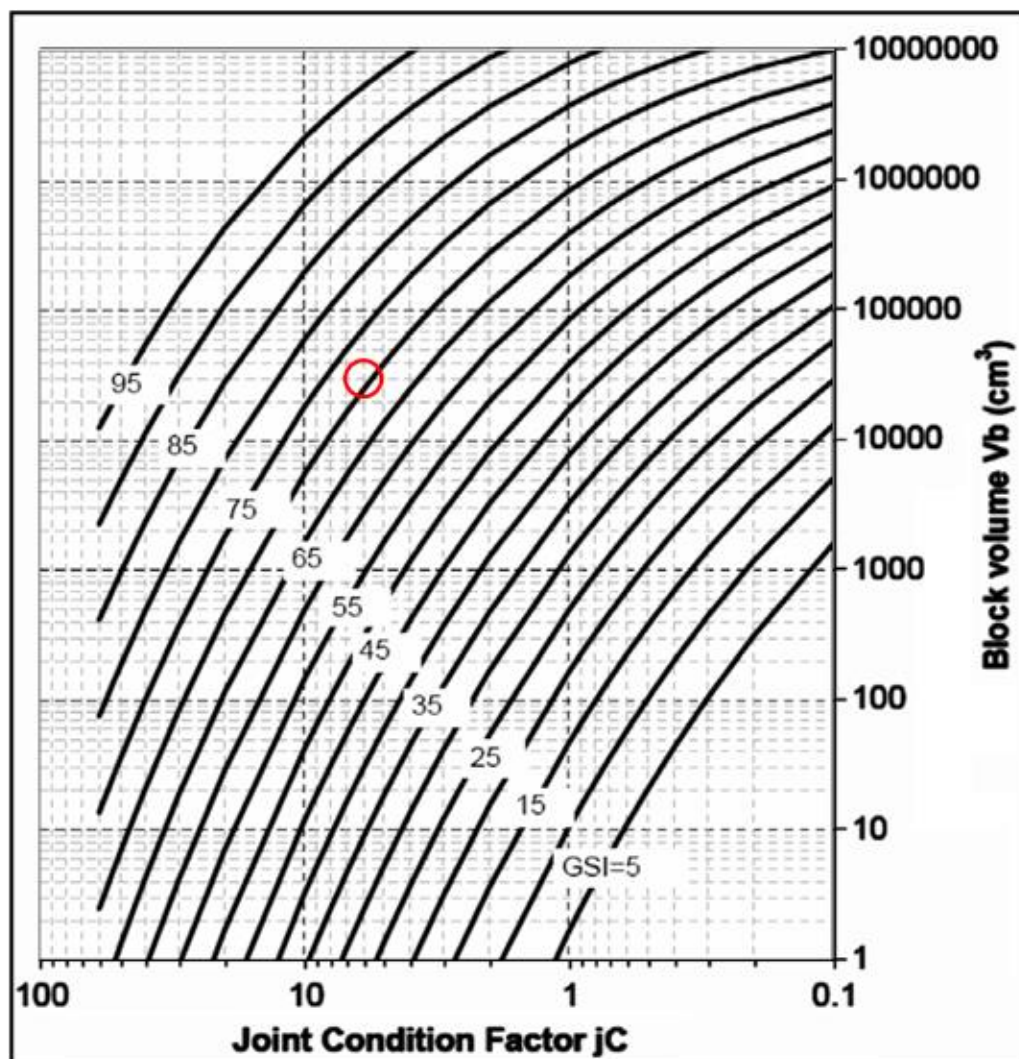
بر اساس روش Cai et al, 2004 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-35 ،
GSI=53 برآورد شده است که در تصویر ۱۰۷ ارائه شده است.



تصویر ۱۰۷: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-35 به روش Cai et al, 2004

ب-۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009

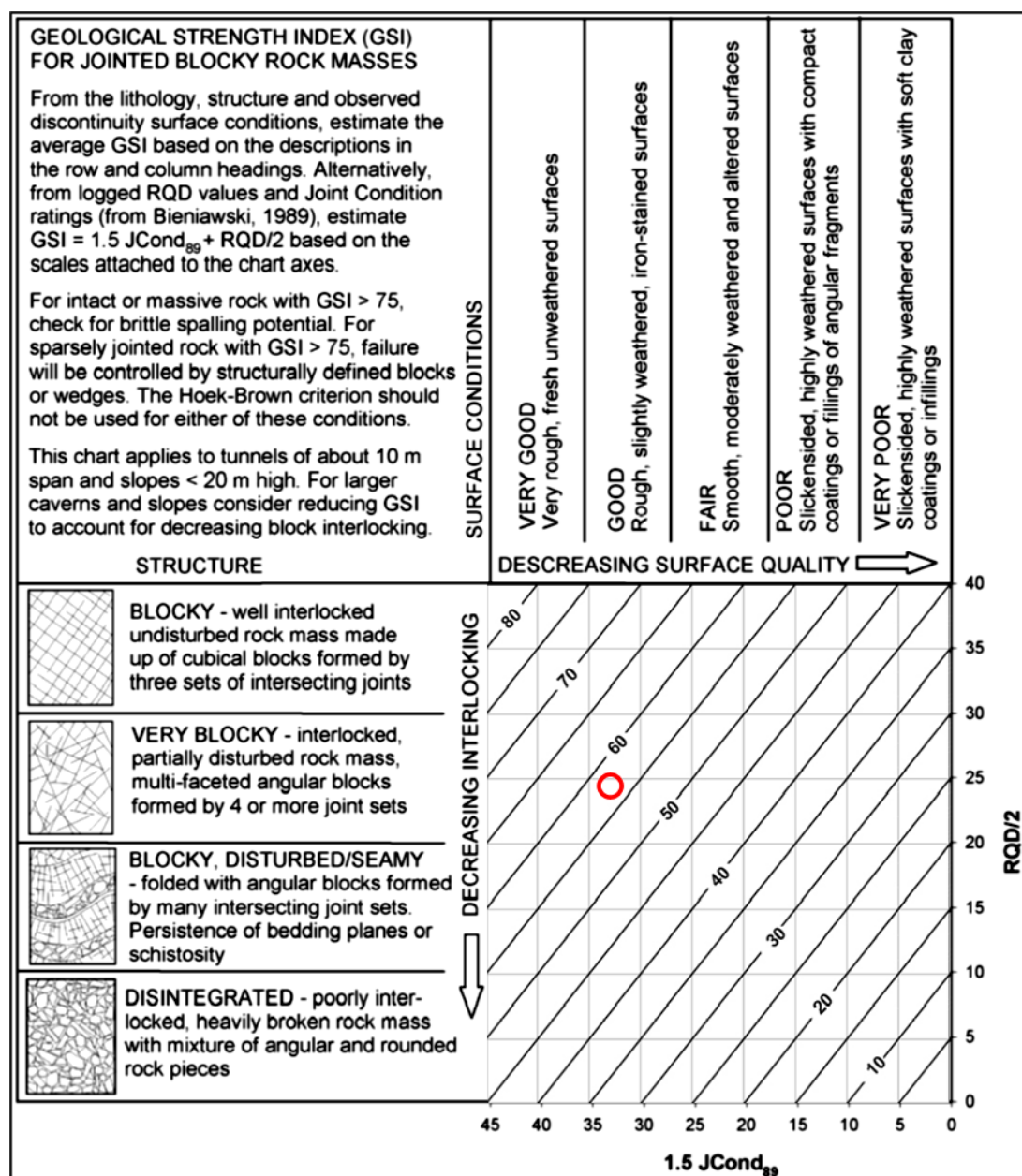
بر اساس روش Russo, 2009 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-35 ، $GSI=71$ برآورد شده است که در تصویر ۱۰۸ ارائه شده است.



تصویر ۱۰۸: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-35 به روش Russo, 2009

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

بر اساس روش Hoek et al, 2013 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-35 ،
GSI=57 برآورد شده است که در تصویر ۱۰۹ ارائه شده است.



تصویر ۱۰۹: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-35 به روش Hoek et al, 2013

۸-۹-۳- میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی چاه W-35

با عنایت به مطالب بالا، چاه نفتی W-35 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 ۹: میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگهای محل چاه نفتی W-35

Location name	Lithology	GSI					
		qualitative	quantitative				
		Hoek, Marinos and Benissi, 1998	Sonmez & Ulusay, 2002	Cai et al, 2004	Russo, 2009	Hoek et al, 2013	Ave.
W-35	Marl	50-60	44	49	70	60	56
	Sandstone	50-60	46	53	71	57	57
ave.		50-60	ave.				56

۹-تدقیق GSI برای شرایط عمیق

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

پیوست ۷

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

Bearing capacity and Settlements are computed using the following computations.

1. The Ultimate Bearing Capacity Calculation

Hansen's Method:

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

When $\Phi = 0$

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

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

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

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

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

2- Elastic Settlement of foundations

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

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

ΔH = Settlement

q_0 = Load

B' = Minimum Dimension of Footing

I_s = Steinbrenner General Influence Factor

I_f = Fuchs Depth influence factor

E_s = Secant Modulus of Soil

μ = Poisson's Ratio

m = Participation Factor

$m = 4$ for center of footing

$m = 2$ for edges

$m = 1$ for corners

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

TABLE 4-5a

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

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

Notes:

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

TABLE 4-5b

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

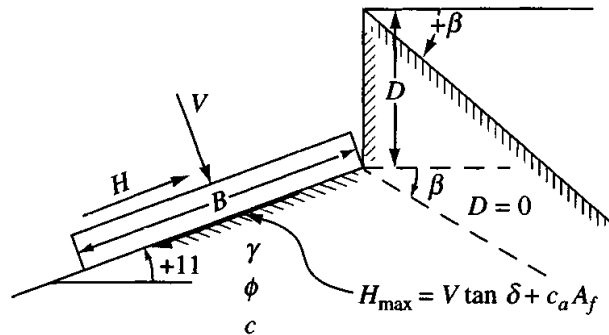
Inclination factors	Ground factors (base on slope)
$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f C_a}}$	$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$g_c = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_1}$	$g_q = g_\gamma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

Notes:

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

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

β ϕ



For: $L/B \leq 2$ use ϕ_{tr}

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

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

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

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

c_a = base adhesion (0.6 to 1.0c)

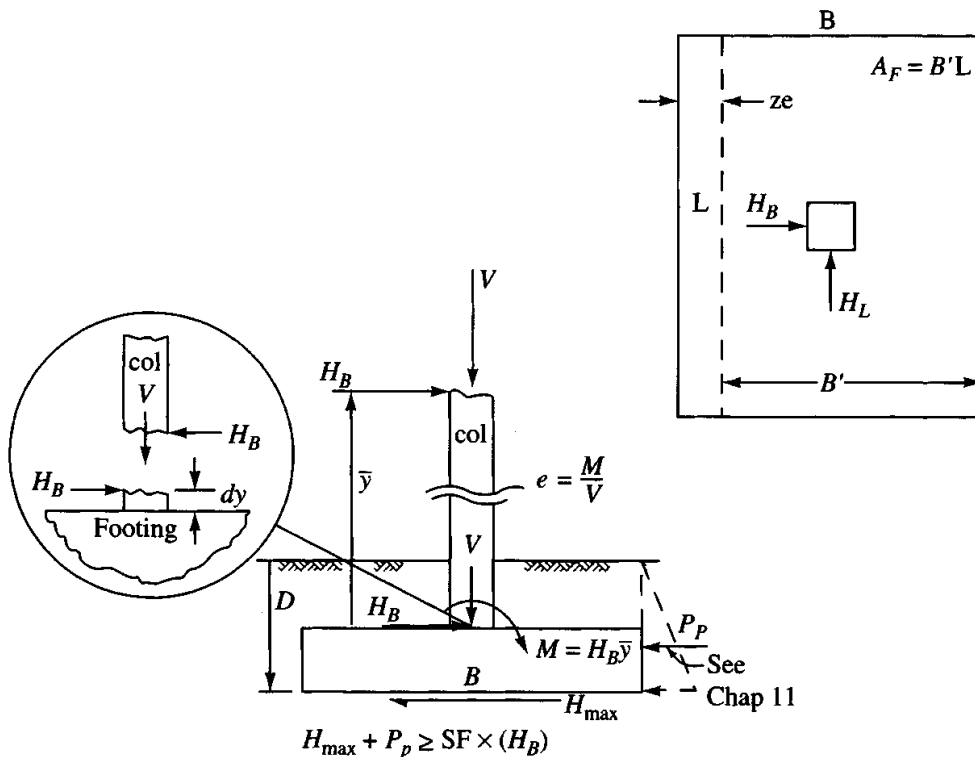
TABLE 4-5c

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

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

Notes:

- 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.
- Vesić always uses the bearing-capacity equation given in Table 4-1 (uses B' in the N_γ term even when $H_i = H_L$).
- H_i term ≤ 1.0 for computing i_q , i_γ (always).



Calculation of consolidation settlement for fully saturated clays

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

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

Pre- consolidated clays:

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

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

S_c = Consolidation settlement for clay layer

C_c = Compressibility index

C_r = Rebound coefficient

H = Thickness of clay layer

e_0 = Initial void ratio

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

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

P_c = Pre-consolidation pressure in clay layer

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

IMMEDIATE SETTLEMENT COMPUTATIONS

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

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

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

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

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

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

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

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

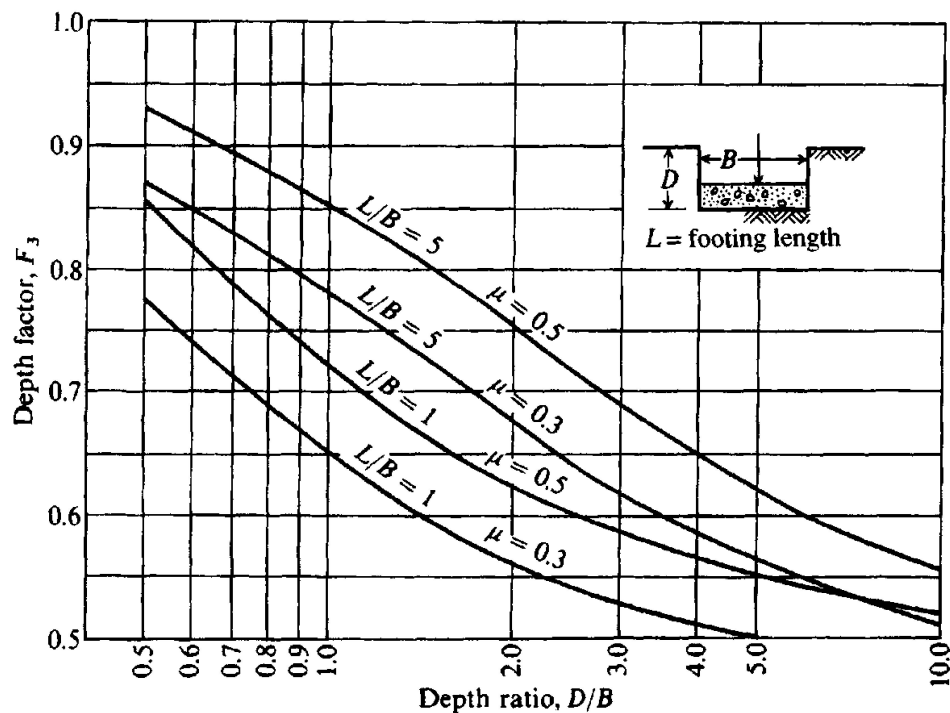


TABLE 5-2

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

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

TABLE 5-2

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

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

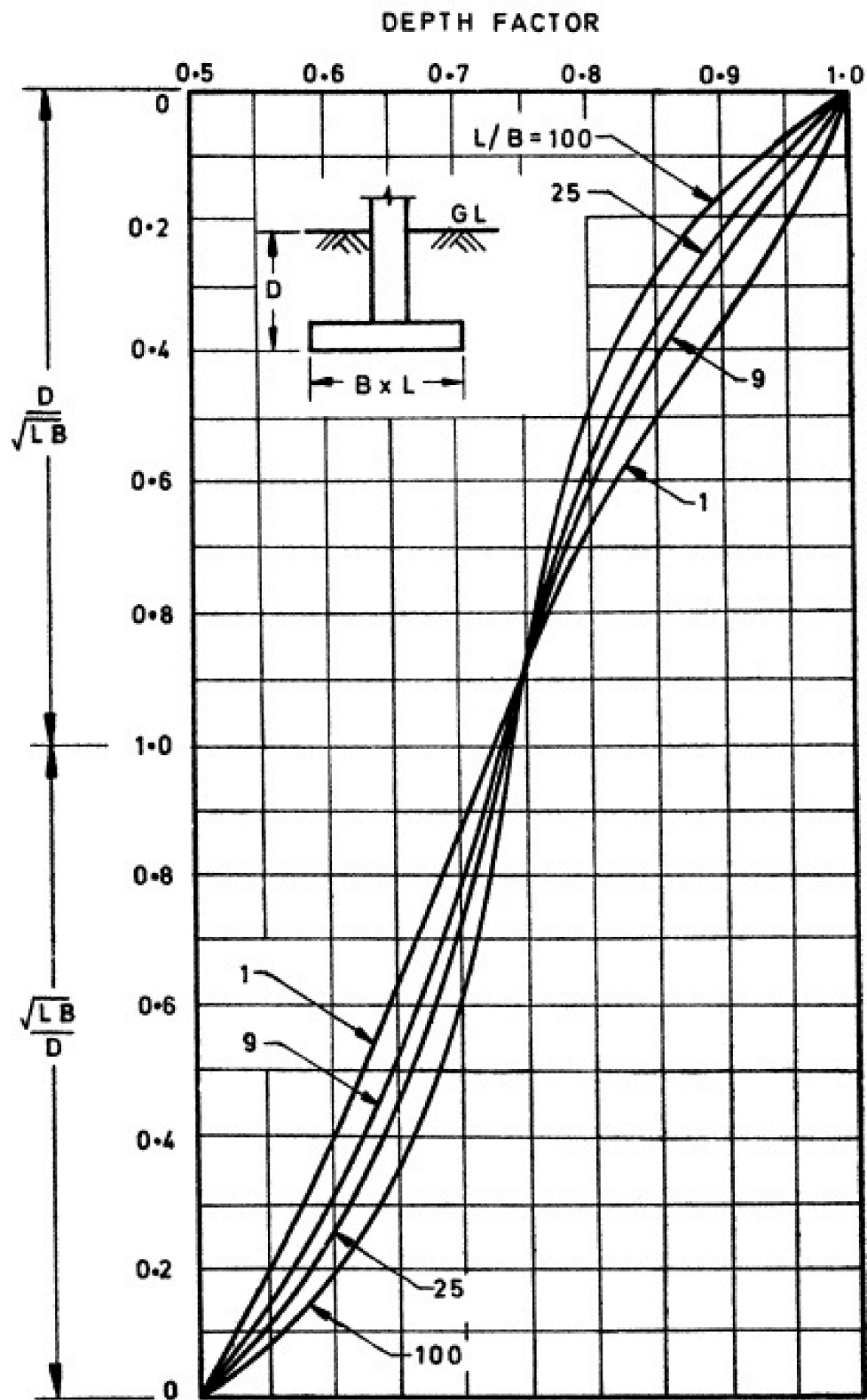


FIG. 12 FOX'S CORRECTION CURVES FOR SETTLEMENTS OF FLEXIBLE RECTANGULAR FOOTINGS OF $L \times B$ AT DEPTH D

نمودارهای فاکس برای نشست پی های انعطاف پذیر مستطیلی

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

میزان نشست مجاز سازه ها مطابق Bowels

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

میزان نشست مجاز پی ها براساس مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان

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

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

طبقه زمین بر اساس آیین نامه UBC

TABLE 16-J—SOIL PROFILE TYPES

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

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

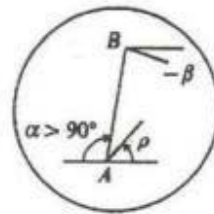
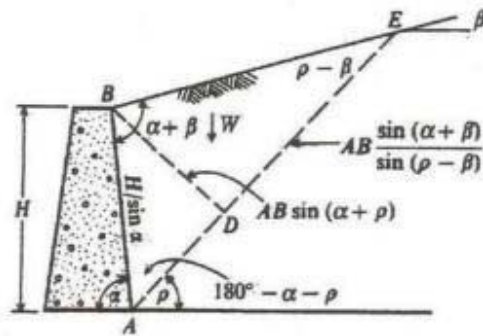
طبقه بندی نوع زمین (نقل از استاندارد ۲۸۰۰- ویرایش ۴)

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

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

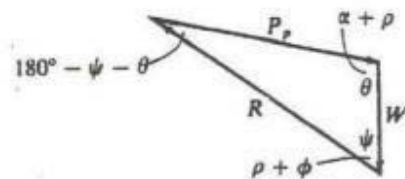
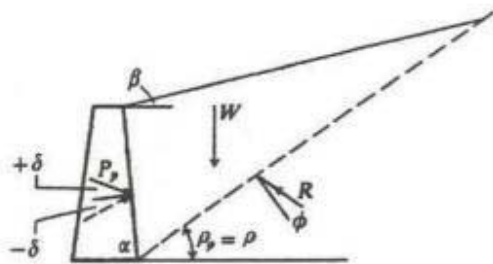
$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

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



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

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



(c) گوده گسیختگی برای فشار مقاوم خاک

(b) چند ضلعی نیرو برای تعیین نیروی مقاوم خاک

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

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

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

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

ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله)

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

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

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

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

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

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

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

K_h : Earthquake Horizontal Coefficient

K_v : Earthquake Vertical Coefficient

