



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 W018S



شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S

نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D02	0001	RT	GT	110	PEDCO	W018S	BK

شماره صفحه: 1 از 64

طرح نگهداشت و افزایش تولید 27 مخزن

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S

نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک

Rev.	Date	Purpose of Issue/Status	Prepared by:	Checked by:	Approved by:	CLIENT Approval
D02	JUN.2023	IFA	BKP Co.	M.Fakharian	A.M.Mohseni	
D01	OCT.2022	IFA	BKP Co.	M.Fakharian	M.Mehrshad	
D00	FEB. 2022	IFC	BKP Co.	M.Fakharian	M.Mehrshad	

Class: 1

CLIENT Doc. Number: F0Z-707468

Status:

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



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
 فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض
 ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان
 مربوط به موقعیت W018S



شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S



نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه
D02	0001	RT	GT	110	PEDCO	W018S	BK

شماره صفحه: 2 از 64

REVISION RECORD SHEET

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

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

	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 W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه: 3 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

فهرست مطالب

4	مقدمه.....
6	فصل 1 - مشخصات عمومی پروژه.....
6	1-1-اهداف مطالعات.....
6	1-2-محدودیت ها.....
7	1-3-مشخصات کلی طرح.....
11	فصل 2- زمین شناسی عمومی، زمین ساخت گستره طرح و وضعیت کلی لرزه خیزی ساختگاه.....
11	2-1-مطالعات زمین شناسی عمومی منطقه.....
14	2-2- لرزه خیزی عمومی منطقه.....
16	فصل 3 -کاوش های صحرائی.....
16	3-1- عملیات حفاری گمانه های ماشینی.....
17	3-2- آزمایش های برجا.....
26	3-3- وضعیت تراز سطح آب.....
27	فصل 4 - آزمایشهای آزمایشگاهی.....
27	4-1- توصیف و طبقه بندی لایه های خاک.....
32	فصل 5 - پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی.....
32	5-1- خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و پارامترهای طراحی.....
34	5-2- پتانسیل روانگرایی.....
34	5-3- برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش).....
35	5-4- برآورد پتانسیل تورم.....
36	فصل 6 - ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی.....
36	6-1- مقدمه.....
37	6-2- تعیین ظرفیت باربری نهایی و مجاز بر اساس گسیختگی برشی.....
37	6-3- نشست خاک.....
38	6-4- ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی.....
39	6-5- ضریب عکس العمل بستر (KS).....
44	فصل 7- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایدارسازی گود.....
44	7-1- بررسی فشار محرک و مقاوم خاک.....
44	7-2- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت استاتیکی.....
45	7-3- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله).....
46	7-4- گودبرداری و پایداری شیب.....
53	فصل 8- جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی.....
56	8-1- جمع بندی و نتیجه گیری.....
57	8-2- توصیه های فنی.....
64	پیوست ها.....

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							
شماره پیمان:								شماره صفحه: 4 از 64
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

مقدمه

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

میدان نفتی بینک در فاصله 20 کیلومتری شمال غربی شهرستان گناوه واقع و به دو بخش تحت الارض و سطح الارض تقسیم شده است. بخش تحت الارض شامل 10 سایت تاسیسات سرچاهی، مسیر خط لوله و مسیر برق رسانی می‌باشد. بخش سطح الارض شامل خط لوله رو زمینی 4 اینچ به طول 5/2 کیلومتر، خط لوله زیرزمینی 8 اینچ به طول 44 کیلومتر و ایستگاه تقویت فشار جدید است.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

 شماره پیمان:	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							 شماره صفحه: 5 از 64
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

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

جلد یازدهم: ایستگاه تقویت فشار جدید- بخش سطح الارض

جلد دوازدهم: مسیر خط لوله 4 و 8 اینچی

در این بخش از پروژه، شناخت لایه‌های زیر سطحی و تعیین پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک در محل تاسیسات سرچاهی مربوط به موقعیت W018S و مسیر خط لوله جریانی آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت. تعداد و عمق گمانه‌های ماشینی و نحوه چیدمان آن‌ها توسط کارفرمای محترم تعیین و جهت انجام به این مهندسين مشاور ابلاغ شده است. پس از تحویل زمین محل ساختگاه، عملیات صحرائی توسط گروه حفاری و کارشناسی این مهندسين مشاور آغاز گردید. لازم به ذکر است پس از بررسی‌های انجام شده توسط کارفرمای محترم و بنا به درخواست ایشان، عمق گمانه ماشینی BH-FL-1 در این بخش، از 3 متر به 15 متر تغییر کرده است.

این گزارش، حاوی نتایج حاصل از حفاری 6 گمانه ماشینی، آزمایشات صحرائی و آزمایشات آزمایشگاهی به همراه مشاهدات و بازدیدهای میدانی در بسته‌ی W018S (BH-FL-1, BH-FL-2, BH-FL-3, BH-FL-4, BH-FL-5, BH-FL-6) است. بر اساس نتایج حاصل از این عملیات و انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی، پارامترهای مربوط به لایه‌های خاک در محل پروژه برآورد و در پایان نیز ضمن جمع‌بندی و نتیجه‌گیری، توصیه‌های فنی مرتبط با پروژه ارائه شده است. این گزارش در قالب 9 فصل تهیه و ارائه شده است که به صورت خلاصه به شرح زیر می‌باشد:

فصل اول، اهداف، مشخصات کلی طرح و موقعیت جغرافیایی پروژه.

فصل دوم، وضعیت زمین شناسی عمومی منطقه.

فصل سوم، نتایج بدست آمده از عملیات صحرائی.

فصل چهارم، شرح آزمایش‌های آزمایشگاهی.

فصل پنجم، پارامترهای طراحی.

فصل ششم، تعیین ظرفیت باربری مجاز شالوده‌های سطحی به همراه محاسبه نشست و ارائه نمودارهای مربوطه.

فصل هفتم، تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت سکون، محرک و مقاوم در شرایط استاتیکی و دینامیکی.

فصل هشتم، جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و توصیه‌های فنی.

فصل نهم، پیوست‌های گزارش.

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							شماره صفحه: 6 از 64
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

فصل 1 - مشخصات عمومی پروژه

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



1-1- اهداف مطالعات

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

- ✓ بررسی اجمالی زمین شناسی و لرزه خیزی عمومی منطقه و محل پروژه.
- ✓ تعیین نوع، ضخامت و تراکم نسبی لایه های خاک.
- ✓ تعیین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک زیر سطحی و هشدار از وجود خاک های مسئله دار.
- ✓ بررسی پتانسیل روانگرایی خاک بر اساس گمانه های اجرا شده.
- ✓ برآورد ظرفیت باربری مجاز و نشست شالوده برای پی های منفرد، نواری و گسترده.
- ✓ ضریب واکنش بستر برای شالوده ها.
- ✓ تعیین ضرایب فشارهای جانبی خاک جهت طرح دیوار حائل در شرایط استاتیکی و دینامیکی.
- ✓ تعیین خصوصیات شیمیایی خاک و آب (در صورت برخورد، شامل pH، CL⁻، SO⁴⁺ و ...) و تعیین نوع سیمان مصرفی در بتن شالوده ها.
- ✓ تعیین نوع زمین و طبقه بندی آن از نظر درجه بندی خطر نسبی زلزله و تعیین ضرایب زلزله محل مطابق استاندارد 2800، نشریه 038 تاسیسات صنعت نفت و براساس آیین نامه های API650، ASCE، UBC97 و تعیین کلیه پارامترهای لازم منجمله Near Feild جهت محاسبات نیروی زلزله.
- ✓ ارائه توصیه های فنی مورد نیاز.

1-2- محدودیت ها

این گزارش بر مبنای قرارداد منعقد شده 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

	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 W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه: 7 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

شرکت مسئولیتی در قبال شرایط و نتیجه گیری هایی که نیازمند انجام خدمات خارج از محدوده قرارداد هستند، ندارد.

این گزارش برای استفاده انحصاری در ارتباط با پروژه طرح نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک در بخش تحت الارض، موقعیت بسته W018S می باشد که براساس درخواست کارفرمای محترم -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 می باشد؛ در غیر این صورت هیچ گونه مسئولیت حقوقی و قانونی بر عهده این شرکت نمی باشد. یادآور می گردد تعداد، عمق و نحوه چیدمان گمانه های ماشینی مطالعاتی طبق شرح خدمات ابلاغی کارفرمای محترم انجام گرفته است.

این گزارش منعکس کننده شرایط ساختگاه اعم از نوع و مشخصات لایه ها و عمق آب بر مبنای مشاهدات و نتایج به دست آمده در زمان آماده سازی گزارش و صرفاً برای ارائه وضعیت لایه ها در محل 6 گمانه ماشینی BH-FL-3, BH-FL-1, BH-FL-2, BH-FL-4, BH-FL-5, BH-FL-6 در موقعیت بسته W018S تهیه شده است. گذشت زمان و تأخیر در اجرای پروژه ممکن است منجر به تغییراتی در شرایط ساختگاه، سطح آب، تکنولوژی مورد استفاده و شرایط اقتصادی گردد به گونه ای که نتایج و توصیه های گزارش موجود را تغییر دهد. بنابراین، کارفرما یا گروه دیگری که گزارش برای آن تهیه شده است، می بایست در نظر داشته باشند که این شرکت مسئولیتی در قبال تغییرات شرایط پروژه بعد از زمان تنظیم گزارش ندارد.

1-3- مشخصات کلی طرح

مطابق اطلاعات دریافتی از کارفرمای محترم، پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک (بسته بینک) در بخش تحت الارض با هدف ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و مسیر خطوط جریانی و مسیر برق رسانی مربوطه و در بخش سطح الارض با هدف احداث خطوط لوله 8 اینچ زیرزمینی انتقال گاز و 4 اینچی رو زمینی انتقال مایعات گازی تعریف شده است. بخش تحت الارض شامل 10 سایت تاسیسات سرچاهی، مسیر خط لوله و مسیر برق رسانی می باشد. بخش سطح الارض شامل خط لوله رو زمینی 4 اینچ به طول 5/2 کیلومتر، خط لوله زیرزمینی 8 اینچ به طول 44 کیلومتر و ایستگاه تقویت فشار جدید است. گزارش حاضر دربرگیرنده نتایج مطالعات ابلاغی مسیر خط لوله و تاسیسات سرچاهی بسته W018S در بخش تحت الارض می باشد. با توجه به نقشه های ارسالی از سمت کارفرمای محترم، پی گسترده با ابعاد 20×12 متر و پی های سطحی مربعی، مستطیلی و نواری جهت طراحی در سایت W-018S مد نظر بوده است. در شکل 1-1 الف، 1-1 ب و 1-1 پ نمایی از محدوده سایت مورد مطالعه در نقشه ماهواره ای گمانه های ماشینی و نقشه های ارسالی از کارفرمای محترم در سایت مذکور ارائه شده است.



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی
مربوط به موقعیت W018S



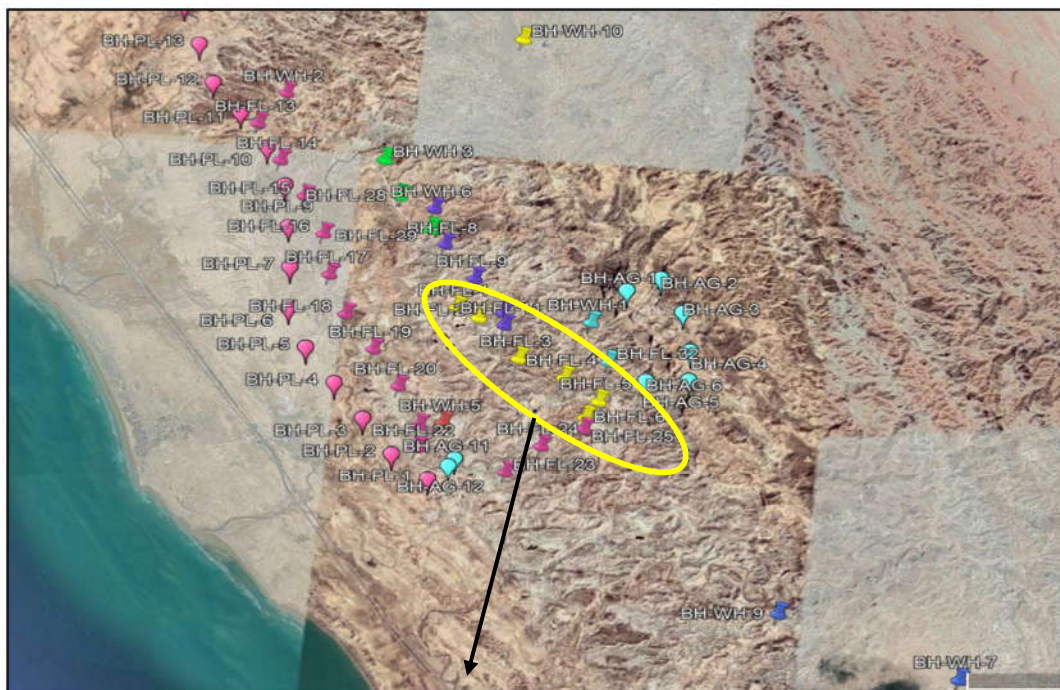
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S

پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

شماره صفحه: 8 از 64



شکل 1-1. موقعیت قرارگیری محل پروژه در موقعیت W-018S نسبت به نمای کلی پروژه Google Earth



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان
مربوط به موقعیت W018S



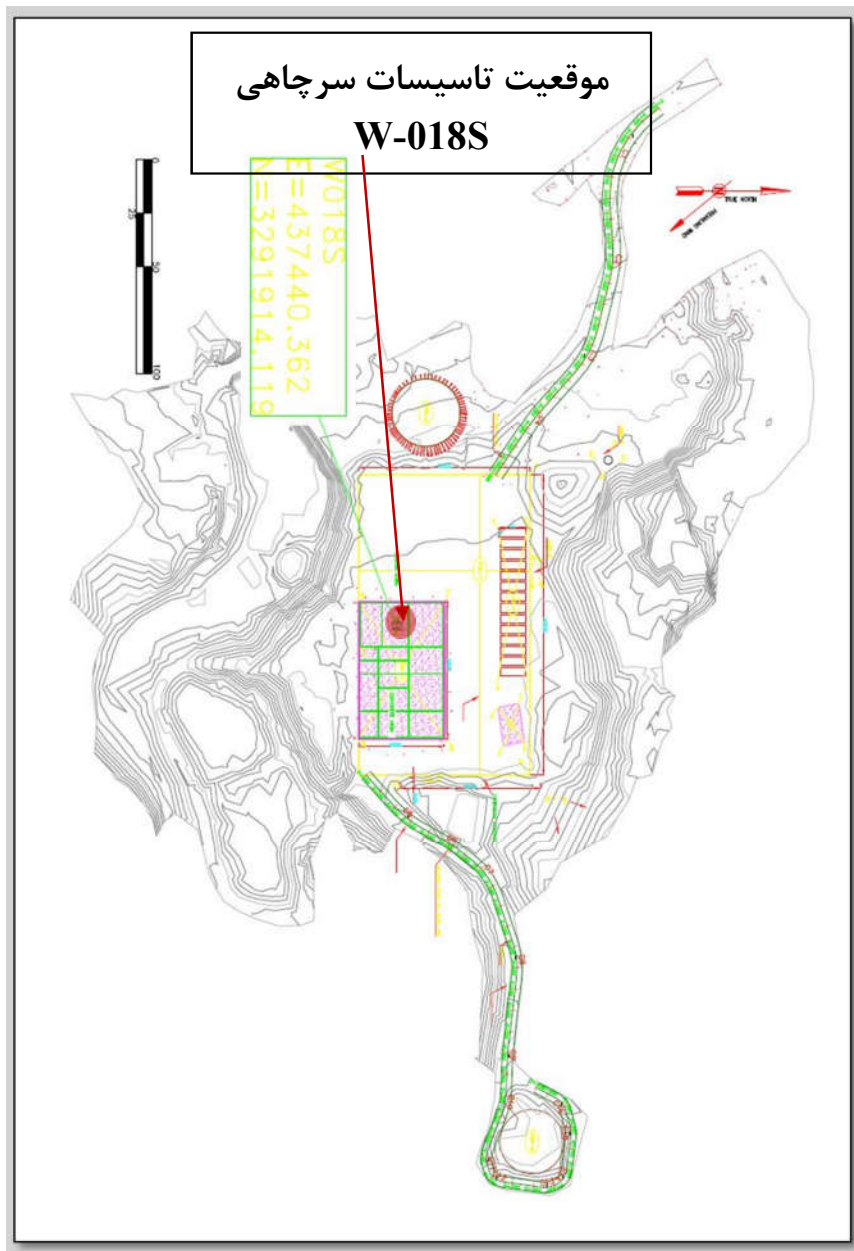
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184



GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S

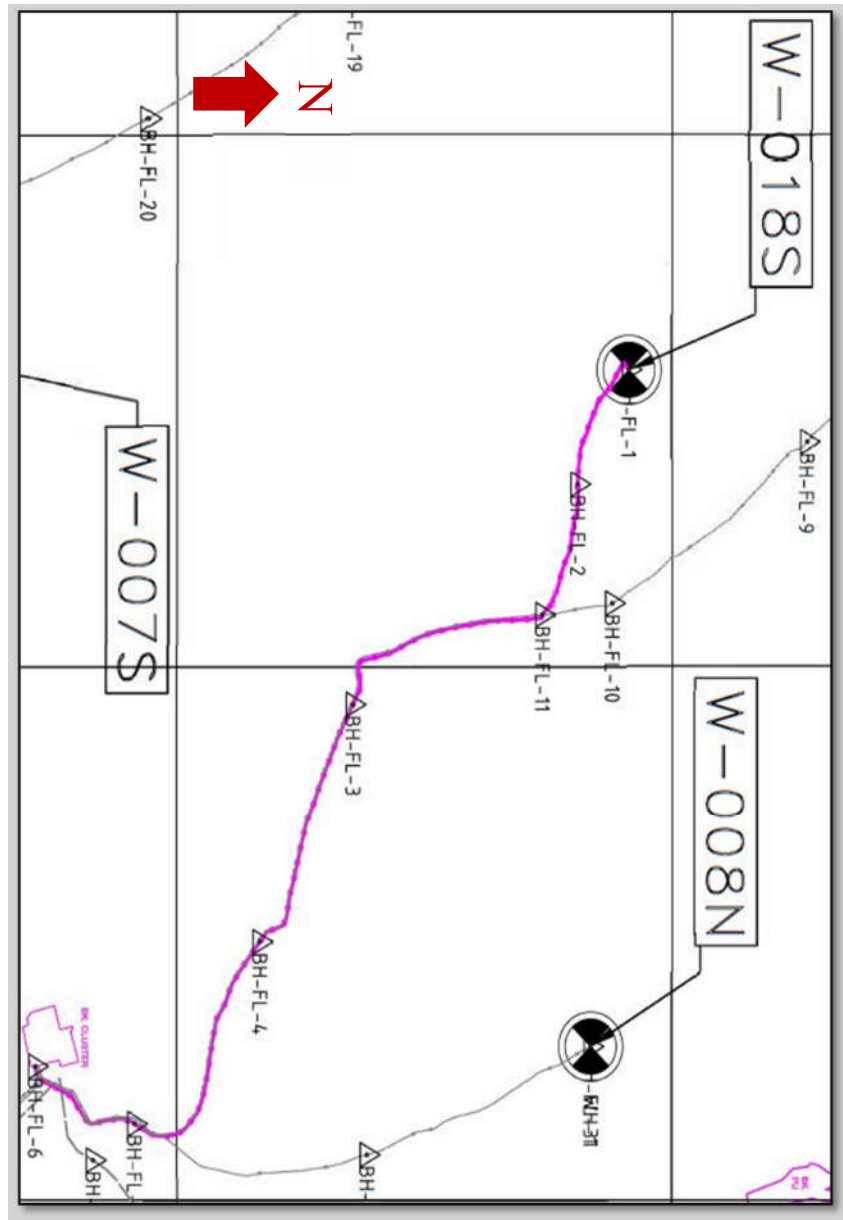
پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

شماره صفحه: 9 از 64





شکل 1-1-ب. موقعیت قرارگیری تاسیسات سرچاهی در موقعیت W-018S در نقشه ارسالی از کارفرمای محترم

	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S</p>																	
<p>شماره پیمان: 053 - 073 - 9184</p>	<p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>نسخه</th> <th>سریال</th> <th>نوع مدرک</th> <th>رشته</th> <th>تسهیلات</th> <th>صادرکننده</th> <th>بسته کاری</th> <th>پروژه</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D02</td> <td>0001</td> <td>RT</td> <td>GT</td> <td>110</td> <td>PEDCO</td> <td>W018S</td> <td>BK</td> </tr> </tbody> </table>	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D02	0001	RT	GT	110	PEDCO	W018S	BK	<p>شماره صفحه : 10 از 64</p>
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه											
D02	0001	RT	GT	110	PEDCO	W018S	BK											



شکل 1-1 پ. موقعیت قرارگیری محل پروژه و مسیر خط لوله در موقعیت W-018S - در نقشه ارسالی از کارفرمای محترم

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 11 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

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

2-1- مطالعات زمین شناسی عمومی منطقه

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

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

استان بوشهر از نظر پستی و بلندی به دو قسمت جلگه ای و کوهستانی تقسیم می شود:

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 12 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

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

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



شکل 2-1- نمایش تقریبی محور خلیج فارس



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
 فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
 ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان
 مربوط به موقعیت W018S



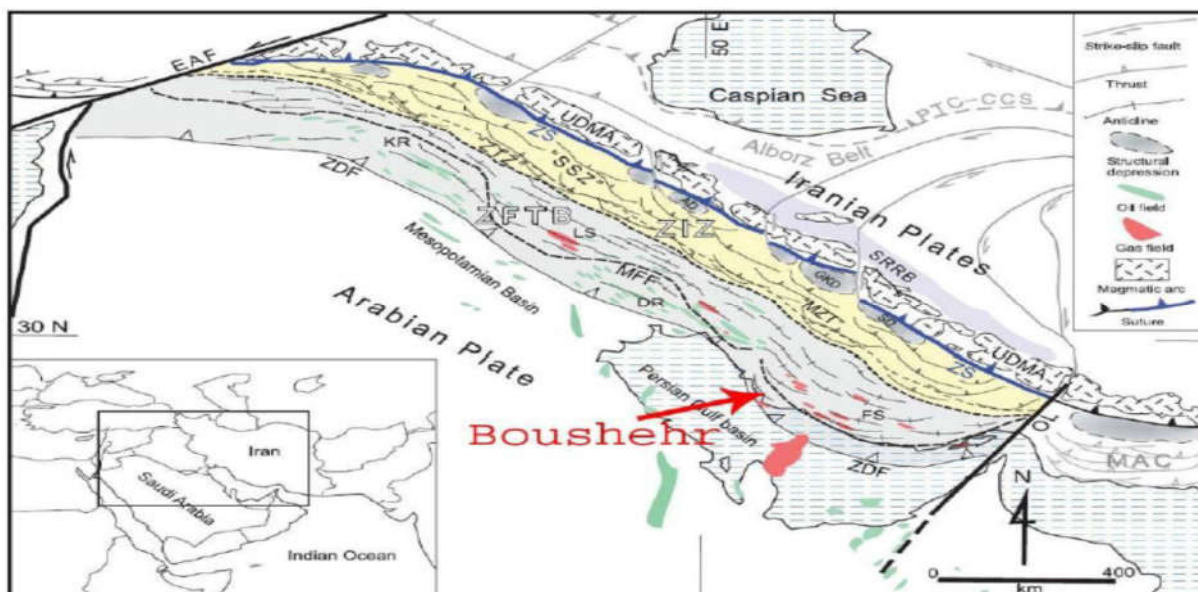
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184



GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S

پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

شماره صفحه : 13 از 64



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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 14 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02



2-2- لרزه خیزی عمومی منطقه

2-2-1- گسل های محدوده مورد مطالعه

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

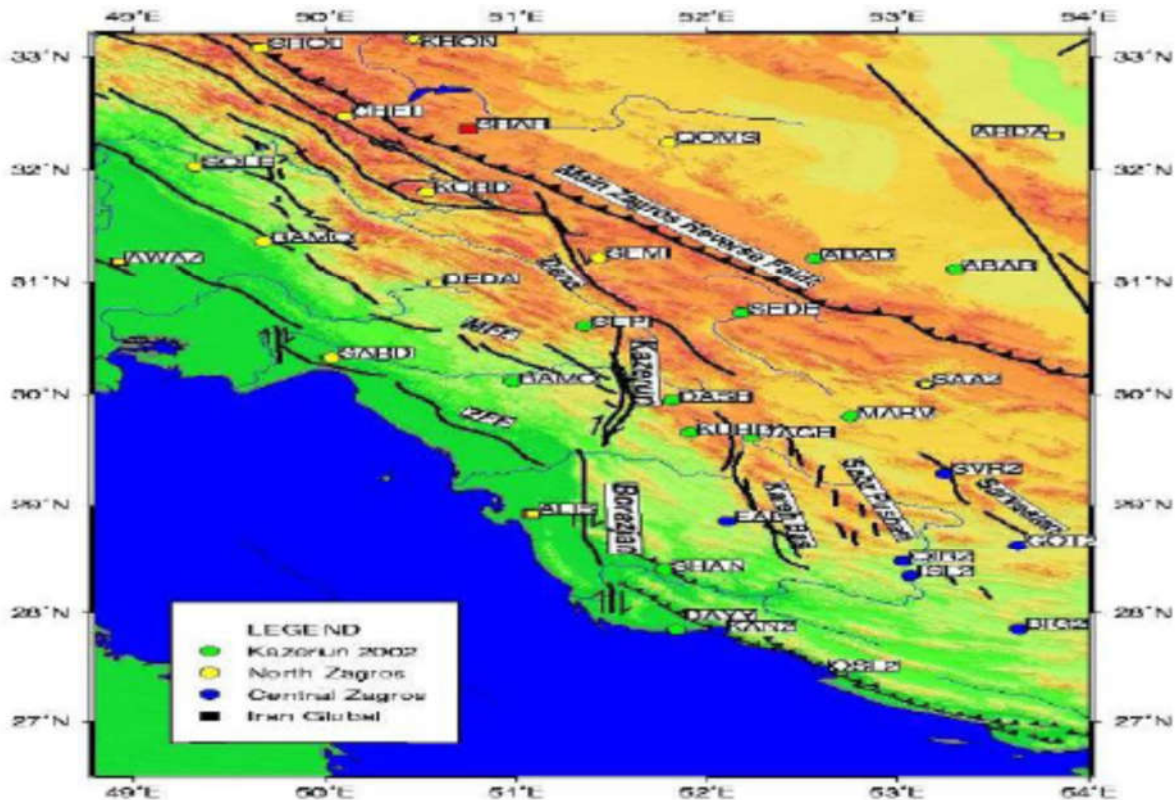
2-2-1-1- گسل کازرون

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



	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 W018S								
	شماره پیمان: 053 - 073 - 9184		شماره صفحه : 15 از 64						
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S		پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

گسل زاگرس

اصلی ترین گسل های معکوس گستره مورد بررسی، جهت ارزیابی خطر زمین لرزه، براساس سابقه لرزه خیزی مهم، قطعات مختلف گسل پیش گودال زاگرس و قطعات مختلف گسل جبهه کوهستان قلمداد شده اند. گسل لبه کوهستان زاگرس، به طور تقریبی برخمش لبه کوهستان منطبق بوده و حد جنوب باختری رخنمون سطحی سازند آسماری را مشخص می کند. گسل لبه کوهستان زاگرس یک جبهه توپوگرافی اصلی است که در خاور گسل های راستالغز کازرون و برازجان در ناحیه فارس و در باختر کبیرکوه در ناحیه لرستان به وسیله منحنی کیزان 500 متر مشخص می شود. زمین لرزه هایی بر روی نزدیک ترین قطعات مختلف گسل جبهه کوهستان به بوشهر رخ داده اند. در گستره مورد مطالعه بر پایه شواهد مختلف به ویژه شواهد ریخت شناسی، گسل لبه کوهستان زاگرس را به 3 قطعه اصلی تقسیم نموده است. این قطعه های گسلی از خاور به باختر عبارتند از قطعات شماره 17، 21 و 3. کمینه فاصله این قطعات با بوشهر، به ترتیب 92، 49 و 145 کیلومتر برآورد می شود.



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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 16 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02


فصل 3- کاوش های صحرائی

3-1- عملیات حفاری گمانه های ماشینی

حفاری 6 گمانه ماشینی به روش مغزه گیری ممتد در محل های مشخص شده توسط کارفرمای محترم در مسیر خط لوله و تاسیسات سرچاهی دسته ی W018S انجام گرفت. به منظور شناسایی لایه ها و تعیین پارامترهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک نسبت به اخذ نمونه های دست خورده و دست نخورده از قشرهای مختلف در حین حفر گمانه های ماشینی اقدام شد. در جدول 1-3 مشخصات کلی گمانه های ماشینی همچنین در شکل 1-3-1-1 جانمایی آنها به روی خط لوله ارائه شده است.



شکل 1-3-1-1- جانمایی محل حفر گمانه های ماشینی در مسیر خط لوله تقریبی و تاسیسات سرچاهی W-018S

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 17 از 64	
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

جدول 1-3. مشخصات کلی گمانه‌های ماشینی تاسیسات سرچاهی و مسیر خط لوله جریانی دسته W-018S

BH NO.	Depth (m)	Location	
		E	N
BH-FL-1	15	437439.6	3291913.94
BH-FL-2	3	437656.65	3291810.33
BH-FL-3	3	438070.10	3291356.09
BH-FL-4	3	438516.83	3291167.66
BH-FL-5	3	438857.42	3290914.67
BH-FL-6	3	438749.84	3290714.38



2-3- آزمایش‌های برجا

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

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

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

که در آن P'_0 تنش موثر موجود در عمق آزمایش، N عدد SPT اصلاح نشده، N' عدد SPT اصلاح شده است.

	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 W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 18 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

اثر طول میله حفاری در طول های بیش از 10 متر محسوس نیست اما در طول های کمتر از 10 متر تاثیرگذار می باشد که باید اصلاحیه ای در ارتباط با آن انجام شود. مقدار ضریب اصلاحی طول میله حفاری برای عمق تا 4 متر برابر 0,75، 4 تا 6 متر برابر 0,85 و 6 تا 10 متر برابر 0,95 در نظر گرفته شد.

معادل سازی اعداد SPT براساس برون یابی مقادیر نفوذ کمتر از 30 سانتی متر به منظور مقایسه نسبی وضعیت لایه هایی انجام می شود که دارای تعداد ضربات $N_{SPT} > 50$ می باشند. قاعدتاً نقاطی که با نفوذ کامل 30 سانتی متر در مجموع به تعداد ضربات 50 یا بیشتر رسیده اند، از نظر سفتی و قوام با لایه های دیگر که تعداد ضربات آنها در مرحله اول بدون نفوذ کامل به 50 ضربه رسیده، متفاوت است. از این مقایسه به عنوان یکی از معیارهای اولیه در برآورد پارامترهای مکانیک خاک استفاده می گردد.

نتایج حاصل از این آزمایش در اعماق مختلف در شرح گمانه های ماشینی (پیوست 2) آورده شده است. شکل 2-3 نمایش دهنده نمودار تغییرات نتایج آزمایش SPT اصلاح نشده (N_{SPT}) و میزان نفوذ متناظر نسبت به عمق به تفکیک گمانه های ماشینی است. در گمانه ماشینی BH-FL-1، لایه های ریزدانه تا عمق 2 متری به طور غالب در محدوده خیلی سفت تا سخت (Very Stiff to Hard) قرار می گیرند. لذا جهت بدست آوردن دید کلی از وضعیت تراکم و سفتی لایه ها، نتایج نفوذ استاندارد در گمانه های ماشینی در دو ناحیه متفاوت براساس طبقه بندی ارائه شده توسط ترزاقی و پک (جدول شماره 2-3 و 3-3) به شرح زیر قابل توصیف می باشد. خاطر نشان می سازد در بخش هایی که لایه ها به صورت سنگی می باشد، توصیفات ارائه شده به صورت کیفی بوده و جهت بدست آوردن دید کلی نسبت به میزان تراکم و سفتی لایه ها است. کلیه توصیفات ارائه شده در خصوص تراکم و قوام خاک، طبق اعداد SPT اصلاح نشده می باشند. لازم به ذکر است به جهت اختلاف ارتفاع زیاد بین گمانه های ماشینی، اختلاف تراز آن ها در نمودار نتایج آزمایش SPT لحاظ نشده است.

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

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



نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک
 فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض
 ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان
 مربوط به موقعیت W018S



شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

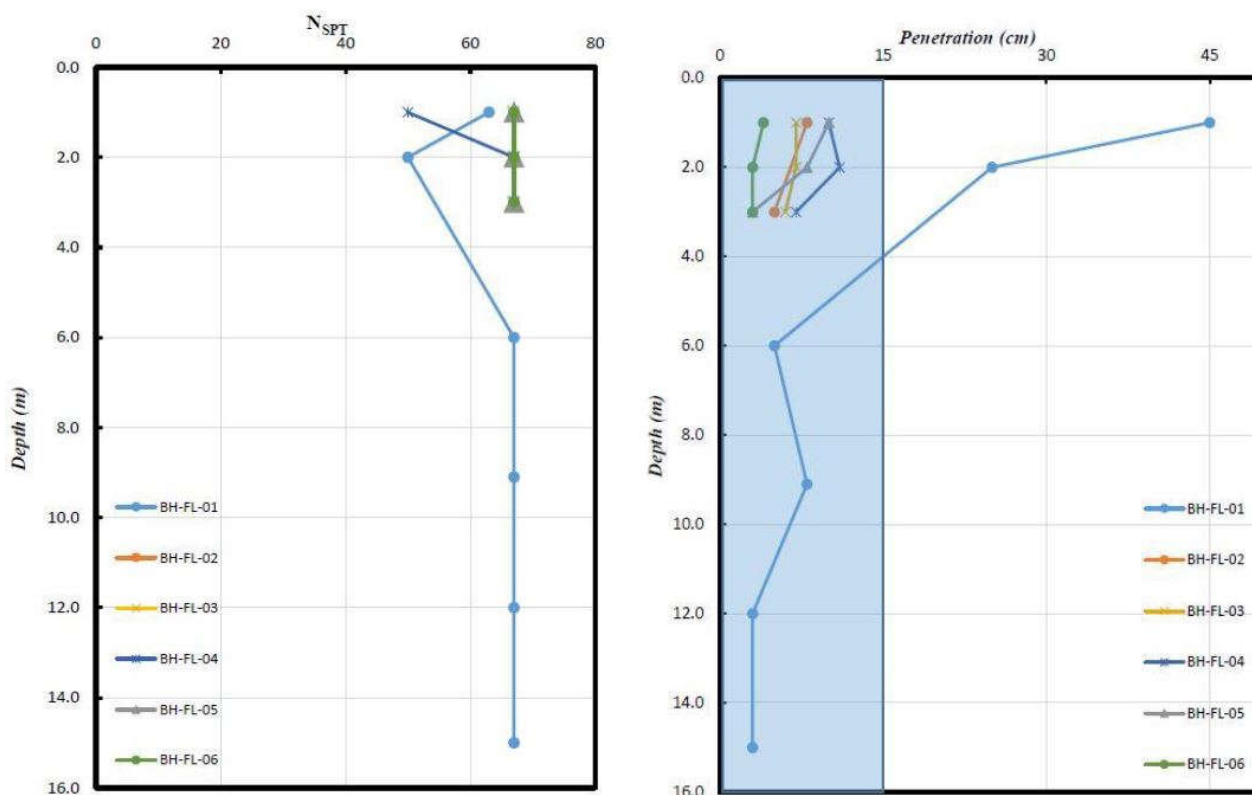
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S

پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02



شماره صفحه : 19 از 64

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

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



شکل 3-2. تغییرات نتایج ضربات SPT (اصلاح نشده) و میزان نفوذ متناظر برحسب عمق - W-018S

	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 W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 20 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

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

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

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

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

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

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

Package	BH-FL	Depth(m)	N_{60}	$V_s = C_1 (N_{60})^{0.17} z^{0.2} F_1 F_2$	$V_s = C_1 (\gamma z)^{0.14} (N_{60})^{0.25}$	$V_s(ave)$
W-018S	BH-FL-1	1.0	28	230	192	211
		2.0	68	306	262	284
		6.0	229	469	421	445
		9.1	151	475	402	438
		12.0	450	604	549	577
		15.0	450	632	567	599

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

استفاده کرد:

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02	شماره صفحه : 21 از 64

در این رابطه، V_{si} و d_i به ترتیب سرعت موج برشی و ضخامت لایه تا عمق 30 متری از تراز پایه است. با توجه به رابطه بالا سرعت متوسط موج برشی در گمانه ماشینی سرچاهی BH-FL-1 و تا عمق 15 متری، $437(m/s)$ به دست می آید.



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

$$\log V_{S30} = a + b \log V_{sd}$$

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

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

به منظور تعیین ضریب ارتجاعی (Elastic Soil Modulus) و دستیابی به پارامترهای نشست پذیری لایه های خاک، مطابق با درخواست کارفرمای محترم مقرر گردید یک آزمایش بارگذاری صفحه در محل هر یک از تاسیسات سرچاهی انجام شود. آزمایش (PLT-1)، در محل دسته W-018S واقع و در گزارش حاضر ارائه شده است. این آزمایش مطابق با استاندارد ASTM D1194-72 بر روی صفحه دایره ای شکل به قطر 30 سانتیمتر به عمل آمده است. صفحه بارگذاری توسط صفحات کوچکتری تقویت شده است و در اطراف آن سه نشانگر (Gauge) با دقت 0/01 میلیمتر نصب گردیده اند که میزان نشست را مشخص می نمایند. مدول الاستیسیته خاک با برآزش بهترین خط عبوری از نقاط متناظر تنش-نشست به دست می آید. در جدول 3-4 خلاصه نتایج حاصل از آزمایش و در پیوست 3-1 نیز نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02	شماره صفحه : 22 از 64

جدول 3-4. مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه

Test No.	Depth(m)	Plate Diameter (cm)	E ₅₀ (kg/cm ²)
PLT-1	1.0	30	1076

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

آزمایش CBR به منظور تعیین مقاومت نسبی لایه‌های رویه و اساس و خصوصیات تراکم پذیری خاک مطابق با استاندارد ASTM D4429 انجام می‌شود. در این راستا مجموعاً 2 آزمایش مذکور در مسیر دسترسی به تاسیسات سرچاهی بسته W-018S انجام شده است. خلاصه نتایج حاصل از آزمایش در محل موقعیت مذکور در جدول 3-5 و در پیوست 3-2 نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.



جدول 3-5. مشخصات و نتایج آزمایش CBR

Test No.	Depth(m)	Penetration	
		2.54(mm)	5.08(mm)
CBR-1	0.15	9.9%	10.6%
CBR-2	0.15	5.3%	7.1%

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

4-2-3- اندازه گیری دمای خاک

اندازه‌گیری دمای خاک در تمامی 6 گمانه ماشینی BH-FL-6, BH-FL-5, BH-FL-3, BH-FL-2, BH-FL-1 در دسته W-018S در عمق یک متری در سه زمان مختلف (صبح، ظهر، عصر) در بازه زمانی 4دی ماه الی 16 دی ماه (6 Jan 2022- 25 Dec 2021) انجام شد. و نتایج حاصل از اندازه‌گیری دمای خاک در پیوست 3-3 ارائه شده است.

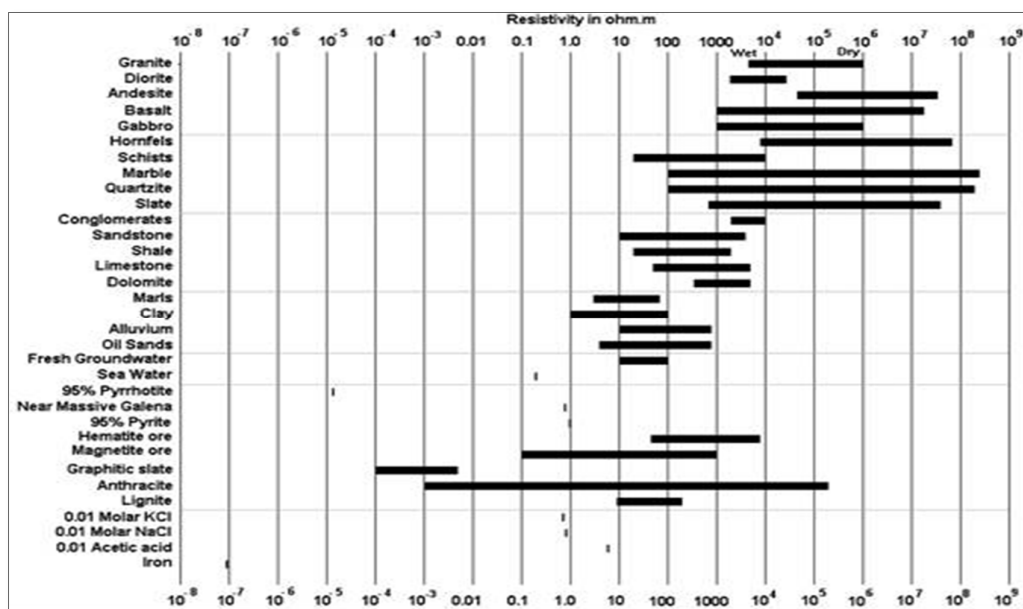
	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							شماره صفحه : 23 از 64
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	

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

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

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

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



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

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S							 شماره صفحه: 24 از 64
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

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

در هنگام آزمایش آرایش های متفاوتی را می توان برای قرار دادن الکترودهای جریان و پتانسیل در سطح زمین مورد استفاده قرار داد. در اغلب این آرایش ها هر دو مجموعه الکترودها در امتداد یک خط قرار داده می شوند. معمولاً الکترودهای جریان در بیرون الکترودهای پتانسیل قرار می گیرند، هر چند که معکوس قرار دادن الکترودها نیز هیچ تفاوتی را در نتایج حاصله ایجاد نخواهد کرد. آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی در 6 محل (Line) در مسیر خط لوله و تاسیسات سرچاهی در دسته W-018S با عناوین FL-1 الی FL-6 (در کنار مختصات هر گمانه ماشینی) با قرائت در اعماق یک و 3 متری، به منظور تعیین مقاومت الکتریکی خاک و میزان خوردگی خاک مطابق آیین نامه ASTM G57 انجام شده است.

جهت تعیین میزان مقاومت الکتریکی ظاهری (Apparent Resistivity) با آرایش ونر از فرمول زیر استفاده می شود:

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

a = فاصله الکترودها (متر)



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

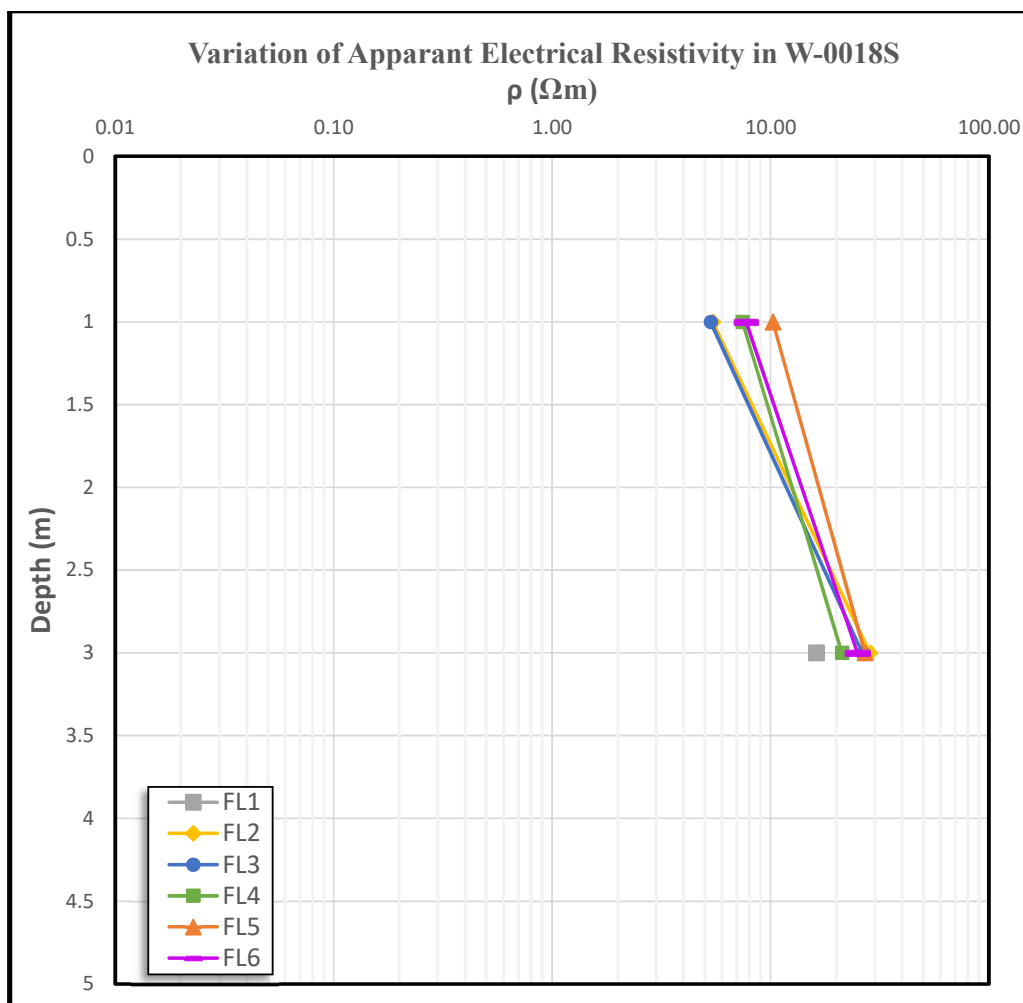
$$\rho_a = \text{مقاومت الکتریکی ظاهری (اهم متر)}$$

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

جدول 3-6. مقاومت ویژه میانگین قرائت شده برای اعماق مختلف در هر محل بر حسب اهم متر

Station No.	a=1m	a=3m
FL-1	0.00	16.21
FL-2	5.44	45.57
FL-3	5.32	40.61
FL-4	7.44	21.19
FL-5	10.24	50.91
FL-6	7.73	30.02



	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 W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 25 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02



شکل 3-4. تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب عمق در مسیر خط لوله و تاسیسات سرچاهی بسته W-018S

3-2-5-2- خوردگی

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 26 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

پتانسیل خوردگی خاکها تابعی از افزایش یا کاهش مقاومت الکتریکی آن بوده و میزان مقاومت الکتریکی خاک به نوبه خود بستگی به تمرکز املاح معدنی و آلی و رطوبت زمین در اعماق مختلف دارد. با افزایش میزان املاح موجود در خاک و بالا آمدن سطوح آب زیرزمینی بر میزان قابلیت هدایت الکتریکی (عکس مقاومت الکتریکی) افزوده 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 خاکهای درشت دانه فشرده نسبت به خاکهای ریزدانه از مقاومت الکتریکی بیشتری برخوردار هستند.

در جدول 3-7 محدوده پتانسیل خوردگی خاکها ارائه گردیده است که می تواند در تفسیر نتایج اندازه گیری های انجام شده در محل پروژه مورد استفاده قرار گیرد. بررسی های به عمل آمده نشان می دهد که مقادیر مقاومت های ظاهری الکتریکی به صورت متغیر در این مسیر خط لوله و تاسیسات سرچاهی در عمق 1 تا 2 متری گمانه های ماشینی، کمتر از $10 (\Omega\text{-m})$ و در محدوده خوردنده همچنین در عمق 2 الی 3 متری گمانه ماشینی، کمتر از 50 و در محدوده خوردگی متوسط قرار دارد. پیشنهاد می شود در نقاطی که خوردگی می تواند به سازه ها یا تاسیسات مرتبط، آسیب رسان باشد، با استفاده از روش های قیرپاشی یا سایر روش های مشابه، نسبت به محافظت (Coating) اقدام شود.

جدول 3-7. خوردگی خاک طبق مقاومت الکتریکی (British Standard BS-1377)

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

3-3- وضعیت تراز سطح آب

با توجه به نتایج حاصل از حفر 6 گمانه ماشینی، سطح آب در زمان عملیات اجرایی در محل حفر گمانه های ماشینی تا ماکزیمم عمق 15 متری مشاهده نگردید لازم به ذکر است که سطح آب ممکن است به علت تغییر فصل و شرایط جوی منطقه در فصول مختلف سال تغییر نمایند.

	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 W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 27 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

فصل 4 - آزمایش های آزمایشگاهی



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

جدول 4-1: مشخصات آزمایش های آزمایشگاهی

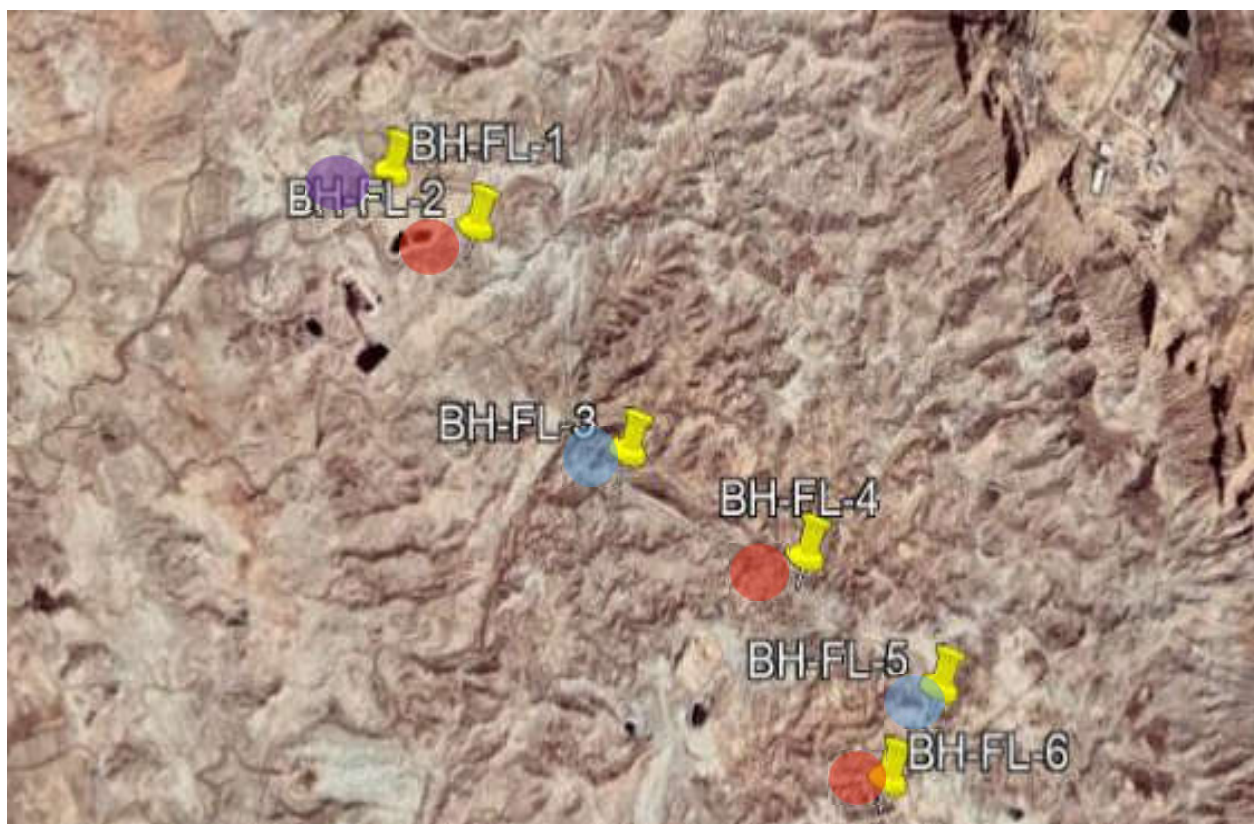
نام آزمایش	شماره استاندارد	توضیحات
طبقه بندی خاک	ASTM D2488	
حدود اتربرگ	ASTM D4318	
دانه بندی	ASTM D421-422	برای ذرات کوچکتر از 0/075 میلیمتر متمایز ساختن دانه ها بوسیله هیدرومتری است.
هیدرومتری	ASTM D7928	
دانسیته و درصد رطوبت	ASTM D2216	
وزن مخصوص ویژه	ASTM D854	
تک محوری سنگ	ASTM D2938	
بار نقطه ای سنگ	ASTM D5731	
شیمیایی خاک	BS-1377	

4-1- توصیف و طبقه بندی لایه های خاک

بر اساس تجزیه و تحلیل های انجام شده بر روی نمونه های اخذ شده از اعماق مختلف گمانه های ماشینی بسته ی W-018S، تاسیسات سرچاهی و مسیر خط لوله و با در نظرگیری نتایج آزمایش های آزمایشگاهی و فاصله گمانه های ماشینی از یکدیگر، لایه های موجود در محدوده این بسته را می توان به 3 زون کلی طبقه بندی نمود. جهت سهولت بررسی و مقایسه، در شکل 4-1 ناحیه بندی زون های مذکور ارائه و در جدول 4-2 گمانه های ماشینی موجود در محدوده زون های 1 الی 3 معرفی شده است. بدیهی است معیار تفکیک زون ها براساس قضاوت مهندسی و نتایج حاصل از حفاری ها و آزمایش های آزمایشگاهی و آزمایش های برجا صورت گرفته است که با توجه به فاصله قابل توجه گمانه های ماشینی و تغییر ویژگی های طبیعی بستر احتمال جابجایی در مرزهای تفکیکی وجود خواهد داشت. خلاصه لایه بندی مشاهده شده به تفکیک 3 زون در مسیر خط لوله بسته ی W-018S به شرح زیر است:



	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							شماره صفحه : 28 از 64
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	

خاطر نشان می‌سازد این مسیر خط لوله حدود 2 کیلومتر و عمق شناسایی‌های ژئوتکنیکی در گمانه ماشینی تاسیسات سرچاهی 15 متر و در گمانه‌های ماشینی مسیر خط لوله 3 متر بوده است. بدیهی است در مسیر 2 کیلومتر مورد مطالعه با توجه به فاصله حدود 500 متری بین گمانه‌های ماشینی، زون‌بندی‌ها و مرزهای تفکیکی براساس شواهد میدانی و نتایج حاصل از حفاری‌ها و قضاوت‌های مهندسی در نظر گرفته شده است. چنانچه در مسیر خط لوله بین گمانه‌های ماشینی عارضه‌ای در بستر مشاهده گردد، نتایج گزارش حاضر قابل تعمیم به محل مورد نظر نمی‌باشد.






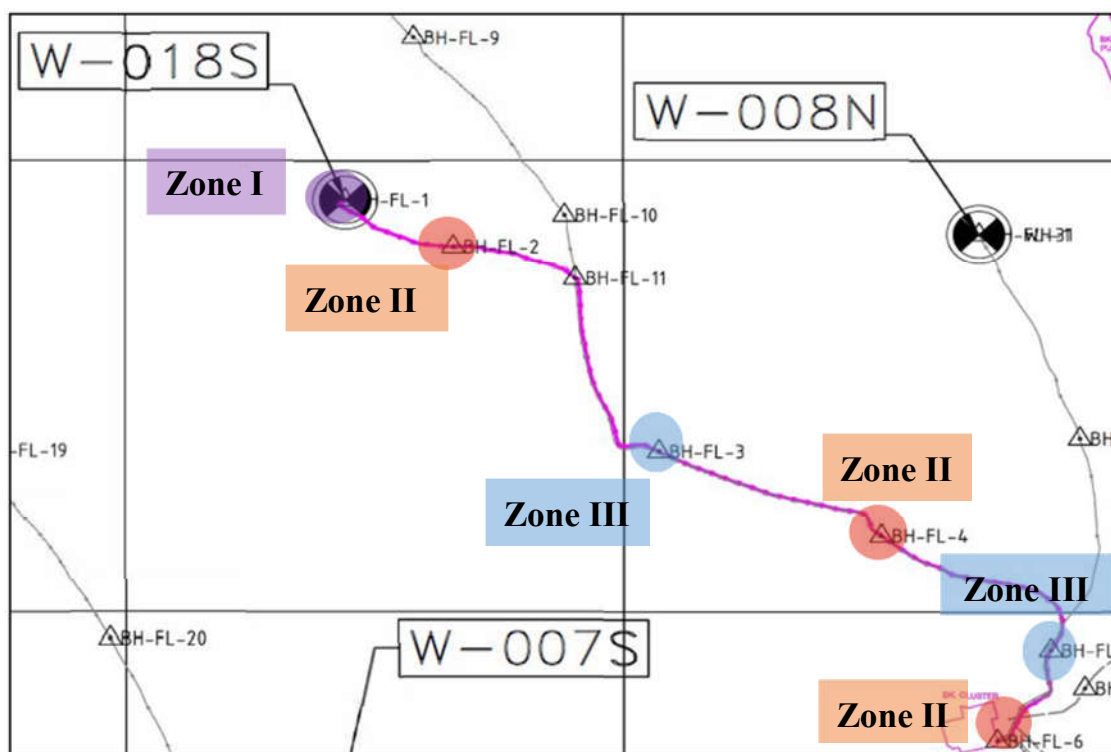
شکل 1-4. مرز تفکیکی زون‌های 1 و 2 و 3

لازم به ذکر است به دلیل اختلاف زیاد رقوم ارتفاعی (حداقل 4 و حداکثر 21 متر) همچنین عمق گمانه‌های ماشینی حفر شده در مسیر خط لوله (3 متر) رسم پروفیل عرضی گمانه‌های ماشینی در مسیر خط لوله مقدور نیست



	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 W018S							
	شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S		شماره صفحه : 29 از 64				
	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

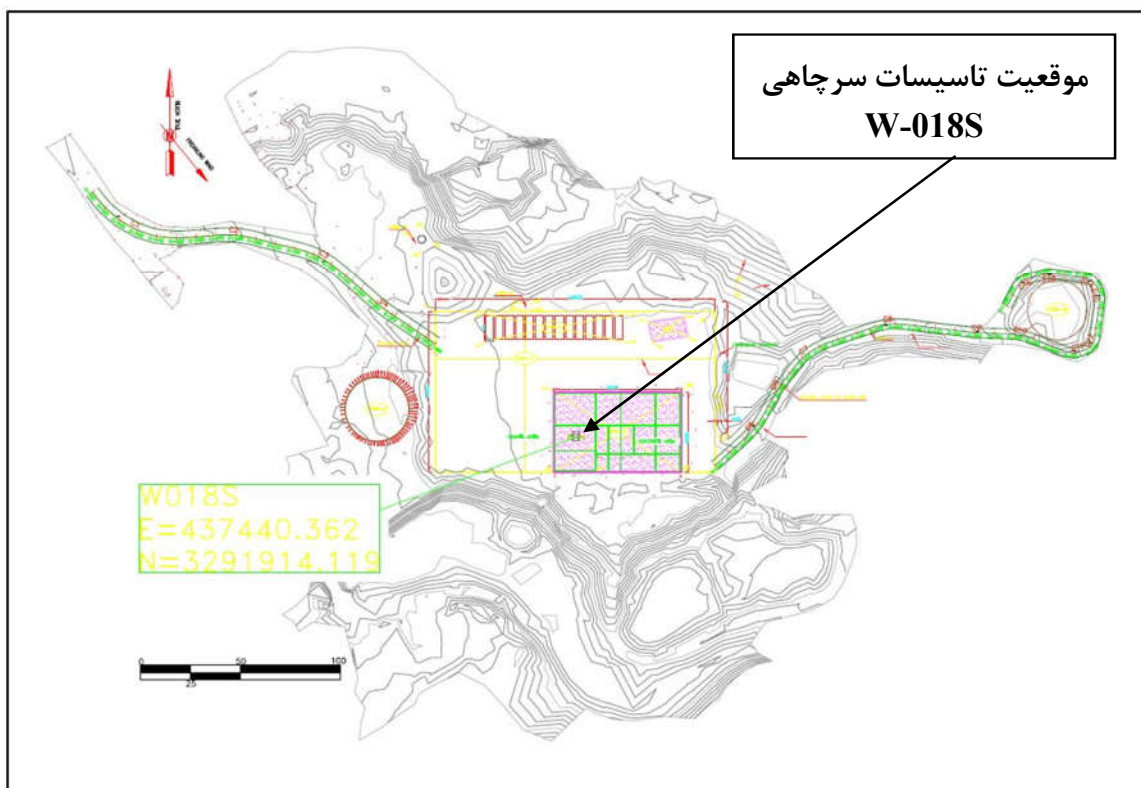
جدول 2-4. گمانه های ماشینی موجود در محدوده زون های 1 الی 3

Package	Zone	Borehole Name
W-018S	Zone I 	BH-FL-1
	Zone II 	BH-FL-2, BH-FL-4, BH-FL-6
	Zone III 	BH-FL-3, BH-FL-5



شکل 2-4. مرز تفکیکی زون های 1 و 2 و 3- 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 W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S		شماره صفحه : 30 از 64					
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02





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

زون یک:

شامل گمانه ماشینی BH-FL-1 واقع در محدوده میدان نفتی بینک می باشد. پس از گذر از لایه سطحی به ضخامت حدوداً 50 سانتیمتر تا عمق تقریبی 2 متری خاک رس لای دار و سیلت دارای چسبندگی مشاهده شده است. در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی توالی لایه های سنگی، سنگ رسی (ClayStone)، سیلتی (SiltStone) و مارن (Marl) مشاهده شده است. لایه های سنگی پس از 24 ساعت خیس خوردن در آب در طبقه بندی رس و سیلت دارای چسبندگی قرار می گیرند. لایه های مذکور مطابق طبقه بندی متحد خاک (USCS) عمدتاً در رده ML و CL طبقه بندی می شوند.

زون دو:

شامل گمانه های ماشینی BH-FL-2، BH-FL-4 و BH-FL-6 می باشد که پس از گذر از لایه سطحی فوقانی به ضخامت تقریبی حدوداً 50 سانتیمتر تا انتهای گمانه ماشینی و عمق 3 متری توالی لایه های سنگی سنگ رسی

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S							 شماره صفحه : 31 از 64
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

(ClayStone)، سیلتی (SiltStone)، مارن (Marl) و ماسه سنگ (SandStone) مشاهده شده است. لایه های سنگی پس از 24 ساعت خیس خوردن در آب در طبقه بندی رس و سیلت دارای چسبندگی قرار می گیرند. لایه های مذکور مطابق طبقه بندی متحد خاک (USCS) عمدتاً در رده CL و CL-ML طبقه بندی می شوند و برخی از اعماق گمانه ماشینی BH-FL-4 نیز دارای گچ می باشد.

زون سه:

شامل گمانه های ماشینی BH-FL-3 و BH-FL-5 می باشد. در گمانه ماشینی BH-FL-3 پس از گذر از لایه سطحی فوقانی به ضخامت تقریبی حدوداً 20 سانتیمتر تا عمق 3 متری توالی لایه های سنگی مارن (Marl) مشاهده شده است. لایه های سنگی پس از 24 ساعت خیس خوردن در آب در طبقه بندی رس قرار می گیرند. در گمانه ماشینی BH-FL-5 پس از گذر از لایه سطحی فوقانی به ضخامت تقریبی حدوداً 50 سانتیمتر تا عمق 2 متری لایه های خاک از جنس رس با پلاستیسیته پایین مشاهده شده است. و در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی لایه سنگی SiltStone قرار دارد. لایه های مذکور مطابق طبقه بندی متحد خاک (USCS) عمدتاً در رده CL طبقه بندی می شوند.

تعیین کیفیت سنگهای محدوده بر اساس معیار RQD

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

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

مطابق نتایج حاصل از حفاری های صورت گرفته، سنگها در زون یک از عمق 2/5 الی 15 متری در محدوده Slightly weathered تا Completely weathered، در زون 2 از ابتدای گمانه ماشینی تا عمق 3 متری در فاصله Moderately weathered تا Completely weathered و در زون 3 در گمانه ماشینی BH-FL-3 از عمق نیم متری تا انتهای گمانه ماشینی همچنین در گمانه ماشینی BH-FL-5 از عمق 2 متری تا انتهای گمانه ماشینی در محدوده Completely weathered قرار دارند.

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S							 شماره صفحه: 32 از 64
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

فصل 5 - پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی

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


با توجه به جنس لایه های خاک، نتایج آزمایش های برجا، آزمایش های آزمایشگاهی و براساس قضاوت مهندسی حاصل از حفر 6 گمانه ماشینی در مسیر خط لوله بسته W-018S، مقادیر پارامترهای فیزیکی و مکانیکی جهت تعیین مقاومت مجاز خاک طبیعی برای استفاده در طراحی های ژئوتکنیکی به تفکیک سه زون به شرح جدول 5-1 الی 3-5 ارائه شده است. به دلیل اهمیت پروژه و فاصله بین گمانه های ماشینی اجرا شده، همانگونه که پیشتر نیز ذکر گردید، پارامترهای مذکور، در محدوده حفر گمانه های ماشینی قابل استفاده است و مسئولیت تعمیم آن به کل محدوده بر عهده مشاور نمی باشد. محدوده ذکر شده از پارامترهای ارائه شده در جدول زیر، حدود پیشنهادی بر اساس نتایج آزمایشات آزمایشگاهی و صحرایی، بازدیدهای میدانی و قضاوت مهندسی می باشد. در صورتی که نیاز به استفاده از مقادیر مشخص در محاسبات باشد، می توان از میانگین مقادیر پیشنهادی برای هر لایه در عمق مشخص استفاده نمود.

زون یک:

پارامترها و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک در زون مذکور شامل گمانه ماشینی BH-FL-01 در جدول 5-1 ارائه شده است.

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

Layer type according to Unified method	CL-ML	SILTSTONE	CL/ML	Unit
Depth***	0.2-2.0	2.0-4.0	4.0-15.0	m
Soil internal friction angle long term (ϕ)	-	-	-	Degree
Soil cohesion (Cu)	0.5-1.5	1.5-2.0	2.0-4.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.85-1.95	1.95-2.05	2.0-2.1	g/cm ³
Soil module of elasticity (Es)*	150-250	300-400	400-800	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)**	0.3-0.35	0.25-0.30	0.25-0.30	-

 نکهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S									
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02	شماره صفحه: 33 از 64

زون دو:

پارامترها و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه‌های خاک در زون مذکور شامل گمانه‌های ماشینی BH-FL-02، BH-FL-04 و BH-FL-06 در جدول 5-2 ارائه شده است.

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



Layer type according to Unified method	SM-ML-GM	Very Poor Rock	Unit
Depth***	0.5-1	1-3	m
Soil internal friction angle long term (ϕ)	30-33	-	Degree
Soil cohesion (Cu)	-	1.5-2.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.85-1.95	1.95-2.05	g/cm ³
Soil module of elasticity (Es)*	120-200	300-400	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)**	0.35-0.4	0.35-0.4	-

زون سه:

پارامترها و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه‌های خاک در زون مذکور شامل گمانه‌های ماشینی BH-FL-03 و BH-FL-05 در جدول 5-3 ارائه شده است.

جدول 5-3. مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون سه

Layer type according to Unified method	CL	Very Poor Rock	Unit
Depth***	0.2-1	1-3	m
Soil internal friction angle long term (ϕ)	-	-	Degree
Soil cohesion (Cu)	0.5-1.0	1.5-2.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.85-1.95	1.95-2.05	g/cm ³
Soil module of elasticity (Es)*	100-200	300-500	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)**	0.35-0.4	0.25-0.30	-

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 34 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02


2-5- پتانسیل روانگرایی

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

همانگونه که پیش‌تر نیز ذکر گردید در 6 گمانه ماشینی حفر شده در زمان عملیات اجرایی به سطح آب زیرزمینی برخورد نشده است همچنین به دلیل عدم مشاهده لایه‌های سست و نیمه متراکم ماسه‌ای اشباع، پتانسیل وقوع روانگرایی، منتفی است. به علاوه طبق مراجعی چون نشریه 525 و سایر مراجع معتبر، استعداد روانگرایی نسبی خاک‌ها در لایه‌های دارای ضربات SPT بیش از 30 ضربه بسیار کم است. در نتیجه در پروژه‌ی حاضر احتمال وقوع روانگرایی منتفی می‌گردد. همچنین با توجه به عدم وجود پتانسیل روانگرایی در محدوده مورد نظر، خطر گسترش جانبی منتفی است.

3-5- برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش)

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

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S							 شماره صفحه : 35 از 64
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

4-5- برآورد پتانسیل تورم

طبق رابطه (Seed (1962)، $S = 2.16 \times 10^{-3}(PI)^{2.44}$ می باشد، میزان متوسط نشانه خمیری خاک تا عمق 3 متری در زون 1 در محدوده 7 تا 16، در زون 2 در محدوده NPI تا 23 و در زون 3 در محدوده 9 تا 20 می باشد. براساس رابطه مذکور پتانسیل تورم طبق جدول 4-5 در هر سه زون در محدوده کم برآورد می شود.

جدول 4-5. طبقه بندی پتانسیل تورم

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

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S							 شماره صفحه : 36 از 64
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

فصل 6 - ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی



6-1- مقدمه

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

- گسیختگی برشی خاک
- نشست های قابل قبول پی

ظرفیت باربری مجاز خاک بایستی با اعمال ضریب اطمینان مناسبی، کمتر از ظرفیت باربری نهایی خاک در نظر گرفته شود و همچنین نشست بوجود آمده نیز از نشست مجاز تجاوز ننماید. از این رو ظرفیت باربری خاک بر اساس کنترل هر یک از دو عامل فوق برای پی های با ابعاد متفاوت بدست آمده و مقدار کوچکتر ملاک عمل قرار می گیرد. در این فصل بر پایه اطلاعات بدست آمده از حفاری ها و نتایج آزمون های برجا و آزمایشگاهی و با توجه به ویژگی پروژه، محاسبات مربوط به تعیین ظرفیت باربری مجاز در گمانه ماشینی BH-FL-1 برای شالوده های مربعی، مستطیلی با نسبت طول به عرض 2 و 5، نواری با نسبت طول به عرض 10 همچنین پی گستره با ابعاد 12x20 متر و در گمانه های ماشینی BH-FL-2 الی BH-FL-6 برای پی نواری با نسبت طول به عرض 10 انجام شده و همراه با تعیین نشست آن و با فرض محدودیت نشست مجاز برابر 2/5 سانتیمتر برای پی های تکی مربعی، مستطیلی و نواری و 5 سانتیمتر برای پی گسترده ارائه گردیده است. در صورت وجود لنگر خمشی، باید اثر کاهنده ناشی از لنگر خمشی، خروج از مرکزیت و نیروهای برشی در محاسبات ظرفیت باربری توسط مشاور طراح اعمال گردد.

مدل ژئوتکنیکی لایه های خاک در حوزه تأثیر بار شالوده ها و محدودیت استفاده از شالوده های سطحی مطابق توضیحات ارائه شده در فصول قبل فرض شده است. مشخصات فنی استفاده شده در محاسبات، در جداول 5-1 الی 3-5 ارائه گردیده است. لیکن با توجه به اهمیت پروژه لازم است در صورت مشاهده تغییرات قابل توجه در وضعیت خاک و برخورد به لایه های سست در تراز استقرار شالوده ها، با این مهندسین مشاور تماس حاصل گردد. لازم به ذکر است محاسبات مزبور صرفاً در صورت استقرار کف پی بر روی خاک بکر معتبر خواهد بود و به عبارتی ظرفیت باربری برای خاک بکر و عدم وجود خاک نباتی، دستی و هر گونه حفره و فضای خالی تعیین شده است.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 37 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

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

مطابق اطلاعات دریافتی از کارفرمای محترم، تراز قرارگیری کف شالوده به روی خاک طبیعی برای زون یک در عمق 3 متری و برای زون 2 و 3 در عمق یک متری در نظر گرفته شده است. با در نظرگیری عدم برخورد به سطح آب زیرزمینی تا انتهای گمانه‌های ماشینی شرایط خاک به صورت غیراشباع و نسبت مدول الاستیسیته باربرداری به مدول الاستیسیته بارگذاری 3 در نظر گرفته شده است و در محاسبه ظرفیت باربری شالوده‌های سطحی، فرض بر ادامه لایه انتهایی تا پایان حوزه تأثیر بار شالوده بوده است. لایه‌های موجود در حوزه تأثیر بار شالوده در زیر تراز پی در زون‌های یک، 2 و 3 مطابق لایه بندی پیشنهادی در جداول شماره 5-1 الی 5-3 می‌باشد.

D02



لازم به ذکر است محاسبات مزبور صرفاً در صورت استقرار کف پی بر روی خاک بکر معتبر خواهد بود و به عبارتی ظرفیت باربری برای خاک بکر و عدم وجود هر گونه حفره و فضای خالی تعیین شده است. با توجه به اهمیت پروژه لازم است در صورت مشاهده تغییرات قابل توجه در وضعیت خاک و برخورد به حفره یا فضای خالی در تراز استقرار شالوده‌ها در مسیر خط لوله، ظرفیت باربری مجاز خاک مورد بازنگری قرار گیرد. جهت تعیین مقاومت مجاز خاک طبیعی محل، گسیختگی برشی خاک (Shear Failure) به روش Hansen و براساس روابط کلی محاسبه شده است. روابط کلی در پیوست 6 ارائه شده است.

6-3- نشست خاک

با در نظرگیری جنس خاک در محل حفاری گمانه‌های ماشینی و عدم حضور سطح آب، نشست شالوده‌ها عمدتاً ناشی از تغییر شکل ارتجاعی لایه‌های خاک (Elastic Settlement) در نظر گرفته شده است. جهت محاسبه نشست‌های آنی از رابطه الاستیک Timoshenko & Goodier با اعمال ضریب Stein Brenner (با تأثیر ضریب عمق Fox) استفاده شده است. شایان ذکر است که طبق نظر مولفین متعدد و کتب مرجع از جمله Bowles، آیین نامه U.S.S.R و جداول مربوط به نشست مجاز در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان- پی و پی سازی در سازه‌های معمولی حداکثر نشست مجاز پی نواری بر روی خاک‌های درشت دانه 1 اینچ و برای خاک‌های ریزدانه تا 2 اینچ در نظر گرفته می‌شود. همانگونه که در بندهای پیش‌تر اشاره گردید میزان نشست مجاز برای شالوده گسترده برابر 5/0 سانتیمتر و برای شالوده نواری برابر 2/5 سانتیمتر در نظر گرفته شده است.

لازم به ذکر است محاسبات ظرفیت باربری با توجه به وضعیت موجود لایه‌ها انجام گرفته است. در صورت تغییر تراز آب زیرسطحی یا نشست آب به زیر پی، محاسبات می‌بایست مورد بازنگری قرار گیرد.

میزان نشست اختلافی (Differential Settlement) قابل قبول یک فونداسیون بستگی به رفتار سازه و میزان صلبیت و انعطاف پذیری آن و مشخصات معماری سازه دارد. لیکن مقدار آن برای یک شالوده عموماً بین 0/67 تا

 شماره پیمان:	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							 شماره صفحه : 38 از 64
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

0/75 نشست کلی برآورد می‌شود. بدیهی است که مقدار دقیق نشست نامساوی بستگی به صلبیت پی داشته و براساس سختی خاک و سازه و با استفاده از روش اجزاء محدود (Finite Element) قابل محاسبه است. لازم به ذکر است، میزان نشست نامساوی مجاز برای ساختمان‌های بتنی با فرض استقرار ستون‌ها بر روی پی‌های منفرد برابر 0/0015L و با فرض استقرار ستون‌ها بر روی پی گسترده 0/002L می‌باشد. همچنین برای ساختمان‌های اسکلت فلزی میزان نشست نامساوی مجاز برابر 0/0033L در نظر گرفته می‌شود (L فاصله دو ستون مجاور است). در بارگذاری زلزله می‌توان مقاومت مجاز خاک را به سبب ماهیت نیروها به میزان 33 درصد افزایش داد.

6-4- ظرفیت باربری مجاز شالوده‌های سطحی

به منظور سهولت طرح پی‌های سطحی، نمودارهای ظرفیت باربری مجاز و نشست متناظر برای پی گسترده با ابعاد 12×20 متر و پی مربعی، مستطیلی و نواری با نسبت طول به عرض 10 با فرض قرارگیری به روی خاک طبیعی در پیوست 5 آورده شده است. در شکل‌های مذکور D عمق خاکبرداری تا زیر پی و D_f عمق مدفون شالوده در نظر گرفته شده است. مطابق با درخواست کارفرمای محترم در محاسبات ظرفیت باربری برای گمانه ماشینی BH-FL-1 عمق گیرداری شالوده گسترده برابر 3 متر و شالوده‌های مربعی، مستطیلی و نواری برابر یک متر لحاظ شده است. در محاسبات ظرفیت باربری پی نواری برای گمانه ماشینی BH-FL-2 الی BH-FL-6 عمق گیرداری شالوده یک متر در نظر گرفته شده است. در صورتی که عمق گیرداری فونداسیون در گمانه ماشینی تاسیسات سرچاهی (BH-FL-1) کمتر از 3 متر اجرا گردد در محاسبات ظرفیت باربری پی‌های سطحی می‌بایست مورد بازنگری قرار گیرد.

در تهیه نمودارهای مربوط به ظرفیت باربری پی‌های نواری دو عامل نشست و گسیختگی برشی پی به طور توأم در نظر گرفته شده است. به این ترتیب که ابتدا نشست پی به مقداری معادل 5 سانتیمتر برای پی‌های گسترده و 2/5 سانتیمتر برای پی نواری محدود گردیده و بر این مبنا حداکثر فشار نسبت به عرض پی محاسبه شده است. سپس معیارهای گسیختگی برشی پی مورد کنترل قرار گرفته است تا تنش‌های وارده بیش از مقادیر مجاز نباشد. در ارزیابی معیارهای گسیختگی به علت مشخص نبودن مقادیر لنگر و نیروهای افقی وارد بر پی، ضریب اطمینان برابر 3 در نظر گرفته شده است.

توصیه می‌گردد مهندس طراح یا مشاور طرح با در اختیار داشتن مقادیر نیروهای افقی و لنگرهای خمشی با استفاده از روابط ارائه شده نسبت به محاسبه تنش زیر شالوده اقدام نماید. در این راستا بایستی اثر کاهش 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

برای خاک‌های چسبنده در مقادیر تنش زیر شالوده در نظر گرفته شود. در روابط فوق e خروج از

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعت W018S								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S								
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02	شماره صفحه : 39 از 64



مرکزیت بار برابر نسبت لنگر خمشی به نیروی محوری (M/P) است. توصیه می شود حداکثر نسبت e/B برابر $\frac{1}{6}$ در نظر گرفته شود. در صورت 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. Pp، فشار مقاوم خاک و δ ، زاویه اصطکاک بین بتن و خاک می باشد.

5-6- ضریب عکس العمل بستر (Ks)

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

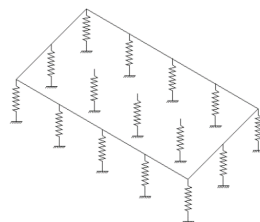
شالوده های صلب: برای شالوده های صلب می توان از مقدار Ks به طور یکنواخت در زیر پی استفاده نمود. این مقدار حدود 7/5 درصد بیش از مقدار Ks معرفی شده در جداول پیش رو خواهد بود (Das,2008).

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

	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S</p>																	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">نسخه</td> <td style="width: 10%;">سریال</td> <td style="width: 10%;">نوع مدرک</td> <td style="width: 10%;">رشته</td> <td style="width: 10%;">تسهیلات</td> <td style="width: 10%;">صادرکننده</td> <td style="width: 10%;">بسته کاری</td> <td style="width: 10%;">پروژه</td> </tr> <tr> <td>D02</td> <td>0001</td> <td>RT</td> <td>GT</td> <td>110</td> <td>PEDCO</td> <td>W018S</td> <td>BK</td> </tr> </table>	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D02	0001	RT	GT	110	PEDCO	W018S	BK	شماره صفحه : 40 از 64
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه											
D02	0001	RT	GT	110	PEDCO	W018S	BK											

روش وینکلر:

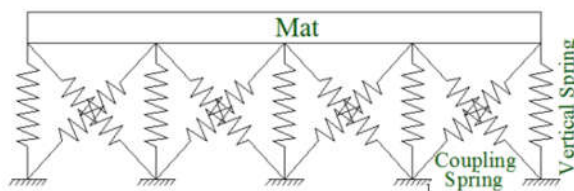
در تئوری اولیه وینکلر فرض بر عملکرد مستقل فنرها در شالوده انعطاف پذیر بوده که در واقعیت فنرها نمی-
توانند مستقل از یکدیگر عمل نمایند و فشار زیر پی در یک نقطه تحت تاثیر فنرهای مجاور خواهد بود.




شکل 6-1. مدلسازی فنر وینکلر

روش کوپل:

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

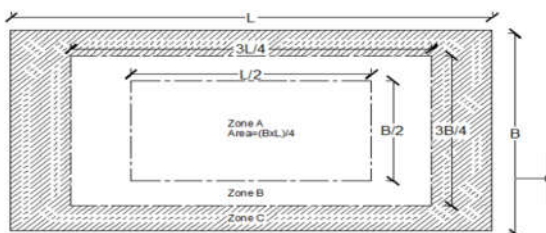


شکل 6-2. مدل سازی فنرهای کوپله

	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 W018S								
	شماره پیمان: 053 - 073 - 9184		شماره صفحه : 41 از 64						
GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S		پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02


روش شبه کوپل:

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



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

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

 شماره پیمان:	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 W018S							 شماره صفحه : 42 از 64
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

1-6-5- مدول عکس العمل بستر در حالت استاتیک

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

جدول 1-6. مدول عکس العمل بستر پی گسترده در گمانه ماشینی BH-FL-1 - زون یک

ابعاد پی (متر گسترده)	عمق استقرار (m)	میزان نشست (cm)	مدول عکس‌العمل بستر (kg/cm^3) Zone I		
			گوشه پی	لبه پی	وسط پی
12×20	3.0	5	2.24	1.12	0.56

جدول 2-6. مدول عکس‌العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر در گمانه ماشینی BH-FL-1 - زون یک

 شماره پیمان:	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 W018S							 شماره صفحه: 43 از 64
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							
053 - 073 - 9184	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02



عرض پی (m)	مدول عکس العمل بستر (kg/cm^3) <i>D=1(m), Zone I</i>			
	<i>L/B=1</i>	<i>L/B=2</i>	<i>L/B=5</i>	<i>L/B=10</i>
1.0	1.54	1.32	1.11	1.06
2.0	1.04	0.85	0.79	0.75
3.0	0.77	0.69	0.65	0.64
4.0	0.68	0.61	0.58	0.58
5.0	0.62	0.57	0.55	0.54

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

عرض پی (m)	مدول عکس العمل بستر (kg/cm^3) <i>L/B=10, D=1 m</i>	
	<i>Zone II</i>	<i>Zone III</i>
	0.5	2.97
1.0	1.44	1.15
1.5	0.98	0.90
2.0	0.74	0.73

2-6-5- مدول عکس العمل بستر در حالت بارگذاری فوق العاده (بارگذاری زلزله)

در بارگذاری زلزله به علت اعمال بارهای برگشت پذیر در زمانهای کوتاه کرنشهای خاک در محدوده کرنشهای 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 آزمایشهای آزمایشگاهی نظیر ستون تشدید و سه محوری سیکلیک و همچنین آزمایشهای صحرائی مرتبط تعیین می گردد. در غیاب آزمایشهای فوق می توان از روش پیشنهادی در نشریه 360 سازمان برنامه و بودجه کشور استفاده نمود. روش محاسبه مدول عکس العمل بستر در حالت بارگذاری فوق العاده (زلزله) به صورت کامل در بند 4-4-2-1-1 اشاره شده است.

	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p>							
	<p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</p>							<p>شماره صفحه : 44 از 64</p>
<p>شماره پیمان:</p> <p>053 - 073 - 9184</p>	<p>پروژه</p> <p>BK</p>	<p>بسته کاری</p> <p>W018S</p>	<p>صادرکننده</p> <p>PEDCO</p>	<p>تسهیلات</p> <p>110</p>	<p>رشته</p> <p>GT</p>	<p>نوع مدرک</p> <p>RT</p>	<p>سریال</p> <p>0001</p>	<p>نسخه</p> <p>D02</p>

فصل 7- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایدارسازی گود

7-1- بررسی فشار محرک و مقاوم خاک

مقدار فشار وارده از سوی خاک به پشت یک دیوار تابعی از جابجایی و سیستم استاتیکی دیوار و مشخصات فنی خاک و دیوار می باشد. تغییر فشار خاک در اثر تغییر رطوبت برای سازه هایی که در خشکی قرار دارند نیز مطرح است. تغییرات رطوبت باعث تغییر وزن مخصوص خاک و نهایتاً مقدار فشار وارده بر دیوار می گردد. علاوه بر مطالب بالا، تغییرات سطح آب زیرزمینی در جلو و پشت دیوار نیز باعث تغییر فشار آب و خاک وارده بر دیوار می شود.

نحوه توزیع فشار محرک و مقاوم پشت دیوار به صورت خطی تابعی از عمق نقطه موردنظر از سطح خاکریز می باشد که از روابط زیر قابل محاسبه است:

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

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

در روابط فوق:

q: سربار قائم برحسب t/m^2

Ka و Kp: ضرایب فشار جانبی خاک

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

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



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

γ : وزن مخصوص طبیعی خاک به واحد t/m^3

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

مقادیر ضرایب فشار محرک و مقاوم خاک (Ka و Kp) به روش کولمب برای دیوار با وجه پشتی قائم و خاکریز با سطح افقی در جدول 7-1 و فرمول های محاسبه ضرایب فشار محرک (Ka) و مقاوم (Kp) در پیوست 6 آورده شده است.

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 45 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

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

ضرایب فشار محرک و مقاوم در هنگام زلزله به دلیل بوجود آمدن نیروهای اینرسی در امتدادهای قائم و افقی از روابط ارائه شده در پیوست 6 که به روابط مونونوبه-آکابه معروف می‌باشند، محاسبه می‌گردند. این روابط در واقع بسط رابطه کولمب با در نظرگیری اثرات ناشی از شتاب‌های شبه استاتیکی بر گوه کولمب در حالت محرک یا مقاوم می‌باشد.

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

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

در محاسبات ارائه شده $\delta = 0$ (زاویه اصطکاک بین دیوار و خاک) فرض گردیده است. لازم بذکر است مقدار زاویه δ بر اساس معیارهایی مانند جنس مصالح پر کننده، تراکم لایه‌های خاکریز و نحوه اجرای دیوار در حین ساخت قابل تعیین می‌باشد و باید مشاور محترم بر اساس موارد فوق نسبت به مشخص نمودن آن اقدام نماید.

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

در جدول 7-1، ضرایب فشار جانبی خاک در حالات مقاوم، محرک و سکون در محل تاسیسات سرچاهی بسته W-018S با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز دانه‌ای ارائه شده است. در شرایط زلزله عملکرد کوتاه مدت لایه‌های رسی ملاک بوده و با توجه به اینکه زاویه اصطکاک داخلی خاک در این حالت نزدیک صفر می‌باشد؛ ضرایب فشار جانبی خاک در حالت زلزله معادل یک خواهد بود. لیکن در محاسبه فشارهای جانبی چسبندگی خاک در کاهش نیروهای وارده موثر می‌باشد که باید از رابطه زیر محاسبه گردد.

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

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

 شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							 شماره صفحه: 46 از 64
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							
	پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
	BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

جدول 7-1. ضرایب فشار جانبی برای لایه های خاک طبیعی

ضرایب فشار جانبی	علامت مشخصه	مقادیر عددی $\Phi = 30^\circ - 33^\circ$ برای لایه طبیعی خاک ریزدانه غیر چسبنده و درشت دانه تا عمق یک متر-زون 2
ضریب فشار جانبی سکون	K_0	0/0-5/46
ضریب فشار جانبی محرک در حالت استاتیکی	K_a	0/0-33/29
ضریب فشار جانبی مقاوم در حالت استاتیکی	K_p	3/3-00/39

4-7- گودبرداری و پایداری شیب

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

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

در معادله فوق داریم:

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

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

$$N_s = \text{فاکتور پایداری}$$

$$c = \text{چسبندگی زهکشی نشده}$$

$$\gamma = \text{وزن مخصوص خاک}$$

$$F.S. = \text{ضریب اطمینان}$$

با در نظرگیری عمق خاکبرداری، شرایط خاک طبیعی محل و با در نظر گرفتن ضریب اطمینان (F.S.=1.5) در صورت وجود ساختمان و هرگونه سربراز، خاکبرداری قائم می بایست در فاصله ایمن حداقل 1/5 برابر عرض پی این سازه ها و عوارض انجام پذیرد. شیب مجاز خاکبرداری، برای لایه های خاک تا عمق حداکثر 3 متری در گمانه ماشینی BH-FL-1 در محدوده میدان نفتی بینک بدون در نظر گرفتن اثر سربراز سازه های مجاور، آب های جاری، اثر

	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 W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 47 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

زلزله و با توجه به شرایط لایه‌های بستر در زون یک به صورت 80-85 درجه 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 لایه‌های سنگی، 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 و پس از این مدت با توجه به شرایط لایه‌های بستر در زون یک شیب مجاز خاکبرداری، برای لایه‌های خاک و سنگ تا عمق حداکثر 3 متری در گمانه ماشینی BH-FL-1 به صورت 70-75 درجه و برای لایه‌های خاک و سنگ در زون 2 و 3 تا عمق حداکثر یک متری در مسیر خط لوله در گمانه‌های ماشینی BH-FL-2 الی BH-FL-6 به صورت 80-85 درجه در بلند مدت برآورد می‌شود. 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.



5-7- روش‌های پایداری گود

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

1-5-7- روش دیوار برلنی

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

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

	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 W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 48 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

• معایب:

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

2-5-7-روش انکراژ (Anchoring):

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

• معایب:

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

• مزایا:

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

3-5-7-روش میخکوبی (Nailing)

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

• مزایا:

اثرات تخریب زیست محیطی آن به مراتب از سایر روش ها کمتر است.
 به خصوص در مقایسه با روش های مهار بندی فضای کمتری از کارگاه را اشغال می کنند.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S								
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							شماره صفحه : 49 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02	

قابلیت نصب نسبتا سریع و همچنین نیاز به مصالح سازه‌ای کمتری نسبت به روش میل مهار دارد. قابلیت انعطاف پذیری دیوارهای میخکوبی شده بالا است، به نحوی که سیستم خود را با نشست های اختلافی و کلی نسبتا بزرگ منطبق می‌نمایند.

هزینه شاکریت *Facing* (جبهه کار) در آن به مراتب کمتر از هزینه سیستم های *Facing* در سایر روش‌ها است.

- معایب:

به منظور اجرای این سیستم نیاز به افراد متخصص و باتجربه است. در شرایطی که کنترل دقیق تغییر شکل لازم است، این روش مناسب نمی‌باشد. این تغییرشکل‌ها می‌تواند با ایجاد پیش کشش کاهش یابد ولی هزینه اجرای آن نسبتا بالا است. نفوذ به زمین مجاور نیازمند اخذ مجوز می‌باشد.

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

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

- مزایا:

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

از این روش به خوبی می‌توان برای حفاری‌هایی که طول زیادی دارند استفاده کرد.

- معایب:

هزینه این روش بسیار زیاد است و در حجم کم گودبرداری مقرون به صرفه نیست. چون دستگاه حفاری نیاز به فضای کار دارد لذا در محل‌هایی که دارای محدودیت جانبی هستند به سختی کار می‌کند.

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

5-5-7- روش مهار متقابل:

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

	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S</p>																						
	<p>شماره پیمان: 053 - 073 - 9184</p> <p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</p> <table border="1"> <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>D02</td> <td>0001</td> <td>RT</td> <td>GT</td> <td>110</td> <td>PEDCO</td> <td>W018S</td> <td>BK</td> </tr> </table>							نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D02	0001	RT	GT	110	PEDCO	W018S	BK
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه																
D02	0001	RT	GT	110	PEDCO	W018S	BK																

پروفیل های عمودی قراردادده می شود در صورتی که خاک خیلی ریزشی باشد باید بین اعضا قائم الوارهای چوبی قرار داد.

• مزایا:

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

• معایب:

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

6-5-7- روش اجرای شمع درجا:



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

• مزایا:

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

• معایب:

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 51 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02



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



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

6-7- روشهای کنترل تراوش آب های زیرسطحی

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

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

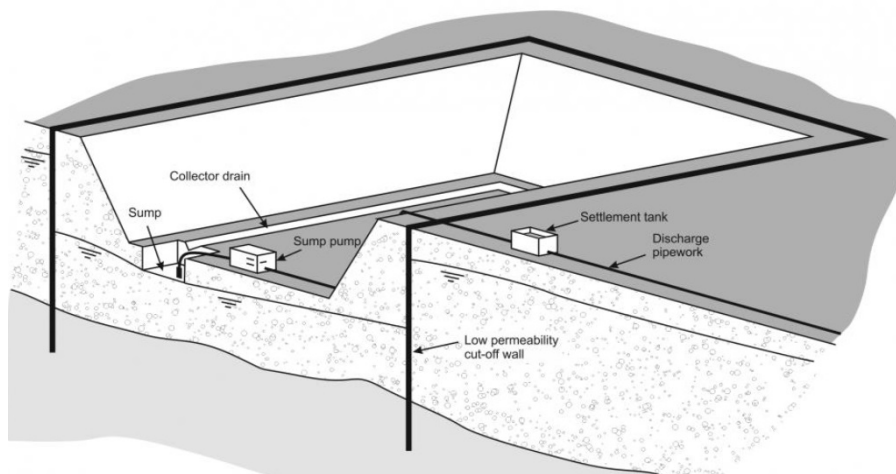
عوامل مختلفی بر انتخاب یکی از رویکردهای فوق برای کنترل سطح آب در یک پروژه موثر است که شامل نوع خاک، سطح آب زیرزمینی، مدت زمان گودبرداری و احداث سازه، هزینه های طرح آبکشی و ... می باشد.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 52 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

- طبق توصیه *BS 8004:1986* روش مناسب آبکشی باید شرایط زیر را ارضا کند:
- سطح آب پایین افتاده در تمام دوره ساخت باید تحت کنترل کامل باشد.
 - روش آبکشی باید طوری انتخاب شود که در تمام دوره ساخت پایداری دیواره و کف گود حفظ گردد.
 - در حین زهکشی خاک‌های با دانه‌بندی یکنواخت، خود مصالح نقش فیلتر را ایفا کرده و از شسته شدن خاک در اثر پمپاژ جلوگیری می‌کند. در غیر این صورت باید از مصالح فیلتر مناسب در اطراف گودال یا چاه تخلیه استفاده نمود.
 - در سیستم‌های پمپاژ همواره باید پمپ‌های کمکی (*standby*) با ظرفیت کافی برای مواقع اضطراری و سرویس در دسترس باشد.
- در ادامه توضیحات لازم در مورد روش‌های مختلف آبکشی ارائه شده است.

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

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



شکل 7-2 - روش نهر و پمپاژ از گودال

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 53 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02



سیستم نقطه چاهها (Well Point System)

در این روش چاههایی با قطر کوچک در خارج منطقه گودبرداری قبل از انجام عملیات حفر می‌شوند. نقطه چاه وسیله‌ای برای مکش آب است که براحتی در زمین نصب شده و همانند یک چاه کوچک عمل می‌کند. این وسایل لوله‌هایی فولادی یا پلاستیکی سوراخ‌داری با طول حدود 60 تا 120 سانتیمتر و قطر 5 تا 7/5 سانتی‌متر می‌باشند که از طریق یک پوشش مشبک محافظت می‌شوند تا از گرفتگی آنها جلوگیری شود. نقطه چاهها از طریق لوله‌های بالابر (*riser pipe*) به لوله اصلی (*header pipe*) وصل شده و لوله اصلی نیز به یک پمپ مرکزی متصل می‌شود. فواصل نصب نقطه چاهها معمولاً بین 0/75 تا 3 متر متغیر است و از این سیستم عمدتاً برای پایین آوردن تراز آب به اندازه 5 تا 6 متر نسبت به تراز پمپ مکش استفاده می‌شود (این عمق در ماسه‌های ریز و لای دار به 3 تا 4 متر محدود می‌شود). برای پایین آوردن تراز آب به بیش از 5 تا 6 متر می‌توان از سیستم نقطه چاه چند مرحله‌ای استفاده نمود که این روش مستلزم ایجاد چند برم در شیروانی‌های گودبرداری بوده و ابعاد خاکبرداری را افزایش می‌دهد. ظرفیت یک چاه نقطه‌ای معمولاً بسته به جنس خاک بین 0/6 تا 4 مترمکعب در ساعت است.

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



شکل 7-3 - سیستم آبکشی با نقطه چاه

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 54 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02



شکل 7-1 - سیستم نقطه چاه چند مرحله‌ای

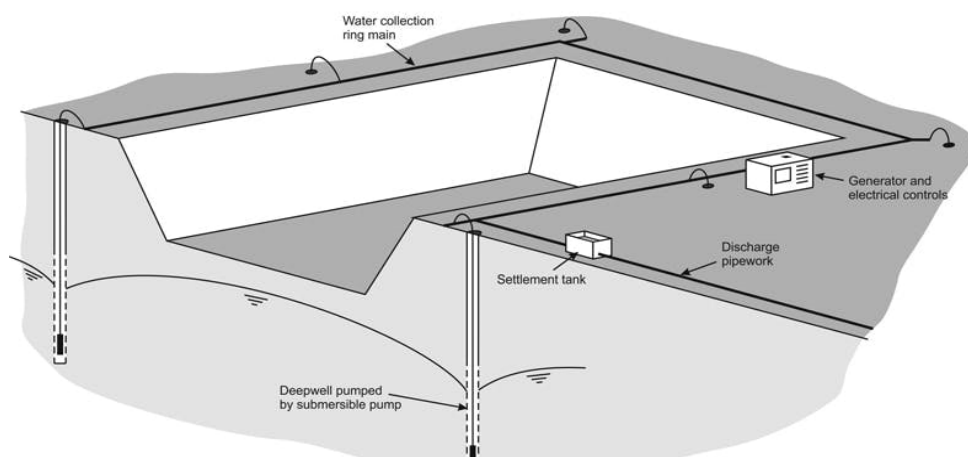
سیستم چاه‌های کم عمق (Shallow well System)

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

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 55 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

سیستم چاه عمیق (Deep well System)

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



شکل 7-2 - سیستم آبکشی از چاه‌های عمیق

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

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

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

	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 W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 56 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

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

8-1- جمع بندی و نتیجه گیری

- محدوده مورد مطالعه به 3 زون مختلف به شرح زیر قابل تقسیم بندی است:

1- زون یک: شامل گمانه ماشینی BH-FL-1 می باشد که پس از گذر از لایه سطحی به ضخامت حدوداً 50 سانتیمتر تا عمق حدود 2 متری خاک رس لای دار و سیلت دارای چسبندگی و در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی توالی لایه های سنگی، سنگ رسی (ClayStone)، سیلتی (SiltStone) و مارن (Marl) مشاهده شده است. لایه های مذکور مطابق طبقه بندی متحد خاک (USCS) عمدتاً در رده ML و CL طبقه بندی می شوند.

2- زون 2: شامل گمانه های ماشینی BH-FL-2، BH-FL-4 و BH-FL-6 می باشد که پس از گذر از لایه سطحی فوقانی به ضخامت تقریبی حدوداً 50 سانتیمتر تا انتهای گمانه ماشینی و عمق 3 متری توالی لایه های سنگی، سنگ رسی (ClayStone)، سیلتی (SiltStone)، مارن (Marl) و ماسه سنگ (SandStone) مشاهده شده است. برخی از اعماق گمانه ماشینی BH-FL-4 نیز دارای گچ می باشد. شایان ذکر است درصد گچ مشاهده شده اندک بوده به نحوی که به صورت لایه گچی قابل تفکیک نمی باشد و این لایه نمی تواند در رفتار کل لایه تاثیر مستقیم بگذارد. لذا حضور گچ در گمانه های ماشینی مشکل ساز نخواهد بود.

3- زون 3: شامل گمانه های ماشینی BH-FL-3 و BH-FL-5 می باشد. در گمانه ماشینی BH-FL-3 پس از گذر از لایه سطحی فوقانی به ضخامت تقریبی حدوداً 20 سانتیمتر تا عمق 3 متری توالی لایه های سنگی مارن (Marl) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-5 پس از گذر از لایه سطحی فوقانی به ضخامت تقریبی حدوداً 50 سانتیمتر تا عمق 2 متری لایه های خاک از جنس رس با پلاستیسیته پایین مشاهده شده است. و در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی لایه سنگی SiltStone می باشد.

- حین انجام عملیات حفاری گمانه های ماشینی تا عمق 15 متری، در ناحیه یک و تا عمق 3 متری در ناحیه 2 و 3 در مسیر خط لوله جریانی و تاسیسات سرچاهی در بسته W-018S تراز آب زیر سطحی مشاهده نشده است. نظر به این که گذر زمان و تغییرات شرایط جوی در فصول مختلف سال می تواند منجر به تغییر در سطح آب ایستابی و تراز آب رودخانه در محدوده پروژه شود، لازم است قبل و حین انجام عملیات عمرانی سطح آب به صورت دقیق مورد بررسی قرار گیرد.

	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p>							
	<p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</p>							<p>شماره صفحه : 57 از 64</p>
<p>شماره پیمان:</p> <p>053 - 073 - 9184</p>	<p>پروژه</p> <p>BK</p>	<p>بسته کاری</p> <p>W018S</p>	<p>صادرکننده</p> <p>PEDCO</p>	<p>تسهیلات</p> <p>110</p>	<p>رشته</p> <p>GT</p>	<p>نوع مدرک</p> <p>RT</p>	<p>سریال</p> <p>0001</p>	<p>نسخه</p> <p>D02</p>

- با در نظرگیری عدم مشاهده تراز آب زیرزمینی در اعماق سطحی و از طرف دیگر بالا بودن ضربات SPT، وقوع روانگرایی محتمل نمی باشد.
- جهت تعیین ضرائب زلزله، از ویرایش چهارم آئین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد 2800)، استفاده شده است. مطابق این آئین نامه، محل پروژه در محدوده با خطر نسبی زیاد قرار دارد که شتاب مبنای طرح معادل 0/3g معرفی شده است. آزمایش لرزه نگاری درون چاهی (DownHoleTest) در شرح خدمات آزمایشات صحرائی بخش تحت الارض ذکر نشده است لذا براساس نتایج از تخمین سرعت موج برشی در عمق 30 متری و متوسط سرعت موج برشی در عمق 15 متر در بخش تاسیسات سرچاهی، زمین مطابق طبقه بندی ارائه شده در استاندارد 2800 از نوع II پیشنهاد می شود. این نوع زمین با نوع II نشریه 038 و نوع C نشریه ASCE7 همخوانی دارد.

2-8- توصیه فنی

- در اجرای شالوده ها می بایست کلیه اصول فنی از جمله اجرای صحیح درزهای اتصال سازه ای، مسطح بودن تراز شالوده در هنگام بتن ریزی، رعایت پوشش لازم بتنی و سایر موارد ایمنی رعایت شود. در محل هایی که جهت قرار گرفتن شالوده گودبرداری می گردد، متراکم نمودن خاک ضرورتی ندارد ولیکن لازم است قبل از بتن ریزی شالوده، بتن مگر (Lean Concrete) به ضخامت حداقل 10 سانتیمتر در سریع ترین زمان بر روی سطح خاکبرداری شده ریخته شود.
- میزان نفوذپذیری در لایه های خاک متراکم و سنگ مشاهده شده در گمانه های ماشینی این سایت (شامل تاسیسات سرچاهی و مسیر خط لوله بسته ی W-018S) بسیار ناچیز می باشد. لازم به ذکر است به دلیل تراکم بالای لایه های خاکی و لایه های سنگی انجام آزمایش نفوذپذیری مقدور نمی باشد و برای دستیابی به این پارامتر باید آزمایشات صحرائی و در محل انجام شود.
- لایه خاک دست خورده و سطحی ناچیز است و ضخامت آن حداکثر به 50 سانتیمتر می رسد. حدود این لایه خاک در پیمایش طولی گمانه های ماشینی در پیوست 1-2 ارائه شده است.
- 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.



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 W018S



شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S

پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

شماره صفحه : 58 از 64

- محاسبات عمق یخبندان پس از تنظیم گزارش هیدرولوژی محاسبه خواهد شد.
 - لایه زیر اساس معمولاً اولین قشر است که روی بستر آماده شده روسازی راه قرار می گیرد. مصالح مصرفی برای زیراساس شنی از بستر رودخانه ها، مسیل های قدیمی، تپه های شن و ماسه ای یا واریزه ها و برای زیر اساس سنگی از سنگ های استخراج شده از معادن سنگ یا قلوه سنگ های طبیعی که در سنگ شکن شکسته شده و سپس سرند می شوند به دست می آید این لایه باید دارای مشخصات فنی زیر باشد:
- الف: دانه بندی مصالح مصرفی که به روش آشتو T27 تعیین می گردد باید در محدوده یکی از دانه بندی های داده شده در جدول شماره 1-8 باشد:

D02

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

درصد وزنی رد شده از هر الک				اندازه الک	نوع دانه بندی
IV	III	II	I		
-	100	100	100	50 میلیمتر (2 اینچ)	
100	-	100-90	-	37.5 میلیمتر (1.5 اینچ)	
100-90	95-75	90-75	80-75	25 میلیمتر (1 اینچ)	
75-40	70-40	65-30	65-30	9.5 میلیمتر (0.6 اینچ)	
60-40	60-30	60-30	55-25	4.75 میلیمتر (شماره 4)	
48-28	45-20	50-20	40-15	2 میلیمتر (شماره 10)	
28-14	30-15	30-10	20-8	0.425 میلیمتر (شماره 40)	
12-5	12-5	12-3	8-2	0.075 میلیمتر (شماره 200)*	

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

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

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

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

ث: تحمل باربری مصالح که با روش T193 یا ASTM D1883 در آزمایشگاه بر روی نمونه هایی که با تراکم 100 درصد و به روش آشتو T180 طبقه D انجام می شود، نباید از 30 درصد کمتر 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 جریان
 مربوط به موقعیت W018S



شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S

پروژه	بسته کاری	صادرکننده	تسهیلات	رشته	نوع مدرک	سریال	نسخه
BK	W018S	PEDCO	110	GT	RT	0001	D02

شماره صفحه : 59 از 64

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

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

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

پ: ارزش ماسه ای بر اساس آزمایش آشتو TI_{76} نباید از 40٪ کمتر باشد.
 ت: حداقل 75 درصد مصالح مانده روی الک $4/75$ میلیمتر (شماره 4) باید در دو جبهه شکسته شده باشد (شکستگی طبیعی ملاک عمل نمی باشد).

ث: درصد سایش مصالح به روش لس آنجلس (آشتو T_{96}) نباید از 45٪ تجاوز نماید.
 ج: درصد افت وزنی مصالح با آزمایش آشتو TI_{04} و با سولفات سدیم در پنج نوبت نباید از 12٪ تجاوز نماید.

چ: تحمل باربری مصالح (CBR) که با روش $ASTM D1883$ و با تراکم آزمایشگاهی آشتو TI_{80} اندازه گیری می شود نباید از 80٪ کمتر باشد.

ح: حداکثر ضریب تورق مصالح با روش $BS812$ نباید از 35٪ تجاوز نماید.
 خ: درصد دانه های پولکی و سوزنی موجود در مصالح درشت دانه نباید مجموعاً از 15 درصد تجاوز نماید. دانه های سوزنی و پولکی به سنگدانه هایی با ابعاد بیشتر از $9/5$ میلیمتر اطلاق می شود که نسبت درازا به متوسط ضخامت سنگدانه از 5 تجاوز نماید.

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

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

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

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

 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 W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 60 از 64	
شماره پیمان: 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02



د) اگر تسطیح اراضی با خاکریزی همراه است، اجرای خاکریز مهندسی در لایه‌های کم ضخامت و انجام عملیات تراکم با مشخصاتی که طراح مشخص می‌کند، ضروری است. (ه) تخمین نشست خاکریز مهندسی در اثر وزن خودش، افزون بر نشست طبیعی زمین بر اثر وزن خاکریز و سازه ضروری است.

جدول 8-2. دانه‌بندی مصالح اساس*

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



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

و) احداث سازه سنگین بر روی خاکریز متشکل از خاک رس و لای یا ماسه ریزدانه مجاز نیست. (ز) در تسطیح اراضی باید به زهکشی سطحی و زیرسطحی توجه شود. مسیرهای ورود آب به زمین باید تعیین گردد و زهکش مناسب در امتداد عمود بر مسیر آب احداث شود. (ح) اگر عمق قسمت خاکریز پرکننده کمتر از 30 سانتیمتر باشد، نیازی به گزارش تایید شده نمی‌باشد و رسیدن به حداقل درصد تراکم بدست آمده از آزمایش پروکتور اصلاح شده مطابق با آیین نامه‌های معتبر کفایت. (ط) اگر طراح قصد دارد پی را بر روی زمین متراکم شده بنا کند، لازم است مشخصات فنی روش کار را تعیین و سپس پیمانکار آنها را زیر نظر دستگاه نظارت انجام دهد. (ی) شیب دار کردن سایت به منظور خروج آب‌های سطحی نیز ضروری می‌باشد.

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 61 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

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






• مطابق اطلاعات دریافتی از کارفرمای محترم، تاریخ ابلاغ قرارداد پروژه میدان نفتی بینک پیش از تاریخ 1401/01/01 است. لذا باتوجه به متن "آیین نامه بتن ایران (آبا)-تجدید نظر دوم"، اجرای مفاد آیین نامه مذکور در این پروژه لازم الاجرا نمی باشد و می توان از آیین نامه بتن تجدید نظر اول استفاده نمود. با توجه به قرارگیری محل پروژه در سواحل خلیج فارس و نتایج آزمایش شیمیایی، درنظرگیری ضوابط طرح مخلوط و خواص بتن برای شرایط محیطی در سواحل جنوبی کشور مبحث نهم مقررات ملی ساختمان همچنین بر مبنای آیین نامه بتن ایران (آبا نشریه 120) ضروری است لیکن در صورت رعایت حداقل ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها، استفاده از مواد افزودنی شیمیایی و معدنی مناسب در عمل آوری بتن، عدم ارتباط بتن تازه با خاک و هوا به نحوی که نفوذ یون کلر و سولفات به بتن غیر ممکن باشد، عدم استفاده از آب شور دریا به منظور شستشوی سنگدانه ها، دقت در تهیه و عمل آوری بتن، در نظر گرفتن شالوده مناسب با ضخامت زیاد و اتخاذ سایر تدابیر حفاظتی ویژه به منظور افزایش پایداری بتن در پروژه، می توان دسته بندی سازه های بتنی موجود در این سایت را یک رده کاهش داده تا در رده سازه های بتنی در معرض نمک های کم موجود در هوا و مشابه سازه های دور از ساحل قرار گیرند. با فرض استفاده از کاور و پوشش سطحی مناسب، تراکم کافی جهت کاهش نفوذ پذیری بتن و در معرض آب و هوا قرار نداشتن بتن و برای سازه هایی که دوره عمر مفید آنها حدود یک سال است، می توان از سیمان پرتلند نوع II با مواد پوزولانی یا سرباره یا سیمان های آمیخته با حداقل مقدار مواد سیمانی 300 kg/m^3 (نسبت آب به سیمان نباید از $0/55$ تجاوز کند) و حداقل رده ی بتن (مقاومت مشخصه) C25 استفاده نمود. در نهایت نیز طرح اختلاط مصوب توسط شرکت ذی صلاح با در نظر گرفتن کلیه توصیه های آیین نامه جهت اجرای بتن با مقاومت مشخص باید در نظر گرفته شود. لازم است تا جهت انتخاب سیمان مناسب در بتن ریزی ها، موارد ذکر شده در آیین نامه بتن ایران (بتن ریزی در مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان) و سایر نشریات و دستورالعمل های مرتبط با این امر در سواحل جنوبی کشور مانند نشریات 428 و 434 سازمان تحقیقات مسکن و شهرسازی مدنظر قرار داشته باشد. تعیین مقاومت بتن برای استفاده در

	نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های روزمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریان مربوط به موقعیت W018S							
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S						شماره صفحه : 62 از 64	
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

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

• روش های عمومی تثبیت بستر راه ها:

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

	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 W018S							   
	GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S							شماره صفحه : 63 از 64
شماره پیمان : 053 - 073 - 9184	پروژه BK	بسته کاری W018S	صادرکننده PEDCO	تسهیلات 110	رشته GT	نوع مدرک RT	سریال 0001	نسخه D02

چنانچه مسیر یک راه از مناطقی که دارای خاکهای نامرغوب باشد (طبقه بندی های ذکر شده) عبور کند، در اغلب موارد به تغییر مسیر راه یا تعویض خاک اقدام می گردد، هرگاه به عللی امکان تغییر مسیر راه و یا تعویض خاک نباشد و یا اینکه هزینه تعویض خاک مقرون به صرفه نباشد باید روش اصلاح و بهبود خاک مورد بررسی قرار گیرد تا چنانچه از نظر فنی قابل توجیه باشد تثبیت بستر راه و خاکریزی انجام گردد.

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

تثبیت خاک و مصالح دانه ای با آهک

تثبیت خاک و مصالح شنی با سیمان پرتلند

تثبیت خاک و مصالح شنی با قیر

تثبیت خاکها با ترکیبی از مواد تثبیت کننده

در این بسته کاری به نظر می رسد خاک سطحی جهت بستر راهها مناسب نمی باشد و توصیه می شود براساس طراحی ترافیک روزانه و نوع مسیر نسبت به تعیین ضخامت خاک نامناسب اقدام شود.

با در نظرگیری شرایط، روش اصلاح و بهبود بستر راهها مورد بررسی قرار خواهد گرفت. شرح کامل روشهای تثبیت لایه های خاکریز و روسازی راهها در نشریه 268 سازمان برنامه و بودجه کشور قابل مشاهده است.

 <p>NISOC</p>	<p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی مربوط به موقعیت W018S</p>																	
<p>شماره پیمان: 053 - 073 - 9184</p>	<p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</p> <table border="1" data-bbox="431 331 1166 392"> <thead> <tr> <th>نسخه</th> <th>سریال</th> <th>نوع مدرک</th> <th>رشته</th> <th>تسهیلات</th> <th>صادرکننده</th> <th>بسته کاری</th> <th>پروژه</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D02</td> <td>0001</td> <td>RT</td> <td>GT</td> <td>110</td> <td>PEDCO</td> <td>W018S</td> <td>BK</td> </tr> </tbody> </table>	نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه	D02	0001	RT	GT	110	PEDCO	W018S	BK	<p>شماره صفحه : 64 از 64</p>
نسخه	سریال	نوع مدرک	رشته	تسهیلات	صادرکننده	بسته کاری	پروژه											
D02	0001	RT	GT	110	PEDCO	W018S	BK											

فصل 9-

پیوست ها

پیوست ۱

تصاویر و مستندات پروژه



FL-01-CoreBox 1-Depth (0.0-4.0 m)



FL-01-CoreBox 2-Depth (4.0-8.0 m)



FL-01-CoreBox 3-Depth (8.0-12.0 m)



FL-01-CoreBox 4-Depth (12.0-15.0 m)



FL-02-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-03-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-04-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



FL-05-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)



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

پیوست ۲

شرح پیمایش گمانه های ماشینی و مقاطع عرضی

پیوست ۱-۲

شرح پیمایش طولی گمانه های ماشینی



Barangeotechnics

BORING NUMBER BH-FL-1

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____
 PROJECT NUMBER 589
 DATE STARTED _____ COMPLETED _____
 DRILLING CONTRACTOR _____
 DRILLING METHOD Continuous Coring
 LOGGED BY S.B. CHECKED BY _____
 NOTES X:437439 Y: 3291913

PROJECT NAME Binak
 PROJECT LOCATION Booshehr
 GROUND ELEVATION 0 m HOLE SIZE 127
 GROUND WATER LEVELS:
 AT TIME OF DRILLING ---
 AT END OF DRILLING ---
 AFTER DRILLING ---

GEOTECH BH COLUMNS 14001127-589-BINAK-W018S-REV09 - COPY.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 3/15/22

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		
		Fill Material											
		SITYCLAY with SAND (CL-ML), 3.1%gravel, 13%sand, 84%finest, light brown, dry to moist, very stiff	CR							27	20	7	84
			SS		35-33-30 (63)								
2		SILT WITH SAND, (ML) 7.1 % gravel, 11.1 % sand, 81.8 % fines, brown, dry to moist, hard	CR							42	29	13	82
			SS		40-50/0.10								
4		SILTSTONE, (CL) 7% gravel, 5.5% sand, 87.5% fines, light brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	CR				1.79	9	32	22	10	88	
6		CLAYSTONE, (CL), redish brown, dry to moist, completely weathered	SS		67/0.05								
8		SILTSTONE, (ML) 7.7 % gravel, 1.3 % sand, 91% fines, light brown, dry to moist, highly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as ML	UD (40)				1.86	7	37	25	12	91	
		SILTSTONE, (CL) 1.6% gravel, 3.2% sand, 95.2% fines, light brown, dry to moist, highly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	UD (40)							36	20	16	95
10		SILTSTONE, (CL) 0% gravel, 1.9% sand, 98.1% fines, light brown, dry to moist, highly weathrerd, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	SS		67/0.08		1.96	7	35	24	11	98	
		MARL, (CL), (2% gravel, 2.4% sand, 95.6% fines, gravish brown, dry to moist), slightly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	UD (80)				1.92	6	39	26	13	96	
12		MARL, (CL-ML), (16.4%gravel, 24.8%sand, 58.8%finest, grayish brown, dry to moist), slightly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL-ML	UD (80)				1.94	8	23	19	4	59	
		MARL, (CL), (17.4% gravel, 39.7% sand, 92.29% fines, gravish brown, dry to moist), highly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL	SS		67/0.03								
14			UD (45)				1.91	7	36	24	12	92	
			CR				1.97	6	29	18	11	75	
			SS		67/0.03								

Bottom of borehole at 15.03 meters.



barangeotechnics

BORING NUMBER BH-FL-3

CLIENT _____ **PROJECT NAME** Binak
PROJECT NUMBER 589 **PROJECT LOCATION** Booshehr
DATE STARTED _____ **COMPLETED** _____ **GROUND ELEVATION** 4 m **HOLE SIZE** 127
DRILLING CONTRACTOR _____ **GROUND WATER LEVELS:**
DRILLING METHOD Continuous Coring **AT TIME OF DRILLING** ---
LOGGED BY P.A **CHECKED BY** _____ **AT END OF DRILLING** ---
NOTES X:438070 Y:3291356 **AFTER DRILLING** ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
		Fill Material										
1		MARL, (CL), 2.2% gravel, 6.6% sand, 91.2% fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel size particle are cemented clay.	CR				1.71	9	46	26	20	91
			SS		67/0.07							
2		MARL, (CL), 1.4% gravel, 6.2% sand, 92.4% fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel size particle are cemented clay.	CR				1.83	9	44	27	17	92
			SS		67/0.07							
3		MARL, (CL), 5.4% gravel, 10.4% sand, 84.2% fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel size particle are cemented clay.	CR				1.87	10	35	21	14	84
			SS		67/0.06							

Bottom of borehole at 3.06 meters.

GEOTECH BH COLUMNS 14001127-589-BINAK-W018S-REV09.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/16/22



CLIENT _____ **PROJECT NAME** Binak
PROJECT NUMBER 589 **PROJECT LOCATION** Booshehr
DATE STARTED _____ **COMPLETED** _____ **GROUND ELEVATION** 16 m **HOLE SIZE** 127
DRILLING CONTRACTOR _____ **GROUND WATER LEVELS:**
DRILLING METHOD Continuous Coring **AT TIME OF DRILLING** ---
LOGGED BY P.A **CHECKED BY** _____ **AT END OF DRILLING** ---
NOTES X:438516 Y:3291167 **AFTER DRILLING** ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)	
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX		
		Fill Material											
1		SILTSTONE, (ML), 7.1% gravel, 36.4% sand, 56.5% fines, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as ML, most gravel size particle are cemented silt with a little gypsum.	CR							NP	NP	NP	57
			SPT		50/0.10								
2		MARL, (CL), 0.2% gravel, 1.7% sand, 98.1% fines, light brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel size particle are cemented clay.	CR				1.81	12	44	26	18	98	
			SS		67/0.11								
3		MARL, (CL), 0.0% gravel, 0.4% sand, 99.6% fines, gray, dry to moist, slightly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL.	UD	(80)					49	26	23	100	
			SS		67/0.07								

Bottom of borehole at 3.07 meters.



barangeotechnics

BORING NUMBER BH-FL-5

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____ **PROJECT NAME** Binak
PROJECT NUMBER 589 **PROJECT LOCATION** Booshehr
DATE STARTED _____ **COMPLETED** _____ **GROUND ELEVATION** 25 m **HOLE SIZE** 127
DRILLING CONTRACTOR _____ **GROUND WATER LEVELS:**
DRILLING METHOD Continuous Coring **AT TIME OF DRILLING** ---
LOGGED BY P.A **CHECKED BY** _____ **AT END OF DRILLING** ---
NOTES X: 438857 Y: 3290914 **AFTER DRILLING** ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
		Fill Material										
1		GRAVELLY LEAN CLAY with SAND, (CL), 20.1%gravel, 18.8% sand, 61.1%fine, brown, dry to moist, hard.	CR						30	21	9	61
			SS		67/0.10							
2		LEAN CLAY with SAND, (CL), 4.2%gravel, 13.3% sand, 82.5%fine, brown, dry to moist, hard.	CR (30)					10	36	23	13	83
			SS		67/0.08							
3		SILTSTONE, (CL), with 84.4% cobbles, 1%gravel, 4.2% sand, 10.4%fine, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, (cobbles are cemented silt particles)	CR (50)						26	16	10	10
			SS		67/0.05							

Bottom of borehole at 3.03 meters.

GEOTECH BH COLUMNS 14001127-589-BINAK-W018S-REV09.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/16/22



barangeotechnics

BORING NUMBER BH-FL-6

PAGE 1 OF 1

CLIENT _____ **PROJECT NAME** Binak
PROJECT NUMBER 589 **PROJECT LOCATION** Booshehr
DATE STARTED _____ **COMPLETED** _____ **GROUND ELEVATION** 20 m **HOLE SIZE** 127
DRILLING CONTRACTOR _____ **GROUND WATER LEVELS:**
DRILLING METHOD Continuous Coring **AT TIME OF DRILLING** ---
LOGGED BY P.A **CHECKED BY** _____ **AT END OF DRILLING** ---
NOTES X: 438749 Y: 3290714 **AFTER DRILLING** ---

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY % (RQD)	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PEN. (kPa)	DRY UNIT WT. (Mg/m ³)	MOISTURE CONTENT (%)	ATTERBERG LIMITS			FINES (%)
									LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	
		Fill Material										
1		SANDSTONE, (GP-GM), with 70.44% cobbles and crashed sandstone, 48.3% gravel, 1.6% sand, 2.9% fines, light brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as GP-GM.	CR	(0)			1.86	5	NP	NP	NP	3
		SAND STONE, gray to light gray, dry to moist, highly to moderately weathered, after 24 hours soaking in water the particles didnt get apart.	SS		67/0.04							
2			CR	(30)			1.94	5	NP	NP	NP	
			SS		67/0.03							
3			CR	(50)			1.88	9	NP	NP	NP	
		Bottom of borehole at 3.03 meters.	SS		67/0.03							

GEOTECH BH COLUMNS 14001127-589-BINAK-W018S-REV09.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/16/22



barangeotechnics

KEY TO SYMBOLS








CLIENT _____

PROJECT NAME Binak





PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

LITHOLOGIC SYMBOLS (Unified Soil Classification System)

-  Marl: USCS High Plasticity Clay
-  CL: USCS Low Plasticity Clay
-  CL-ML: USCS Low Plasticity Silty Clay
-  ML: USCS Silt
-  SANDSTONE: Sandstone
-  SILTSTONE: Siltstone
-  TOPSOIL: Fill Material

SAMPLER SYMBOLS

-  Core Sample
-  Standard Penetration Test
-  Split Spoon
-  Undisturbed Sample

WELL CONSTRUCTION SYMBOLS

ABBREVIATIONS

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

پیوست ۲-۲

مقاطع عرضی



barangeotechnics

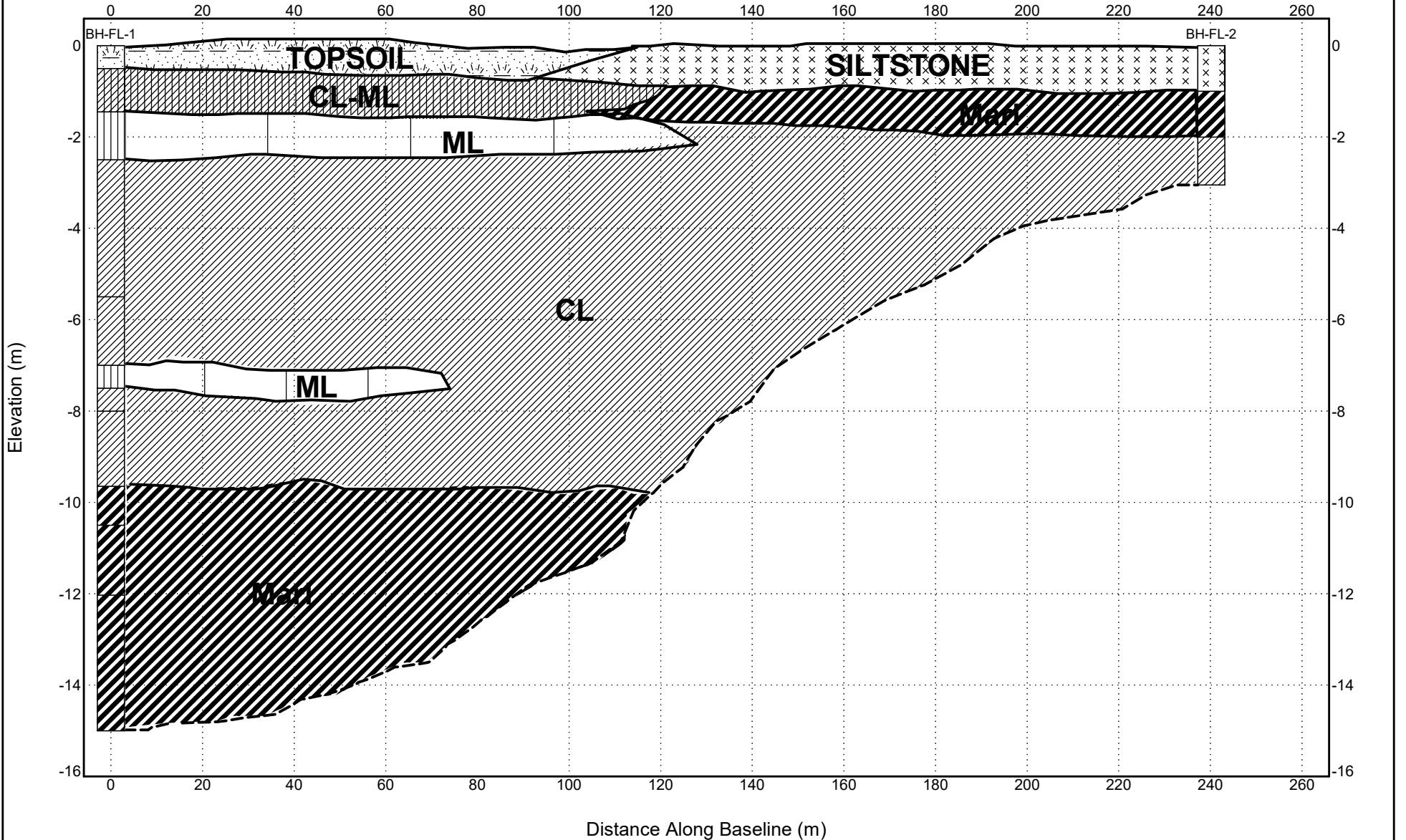
SUBSURFACE DIAGRAM

CLIENT _____

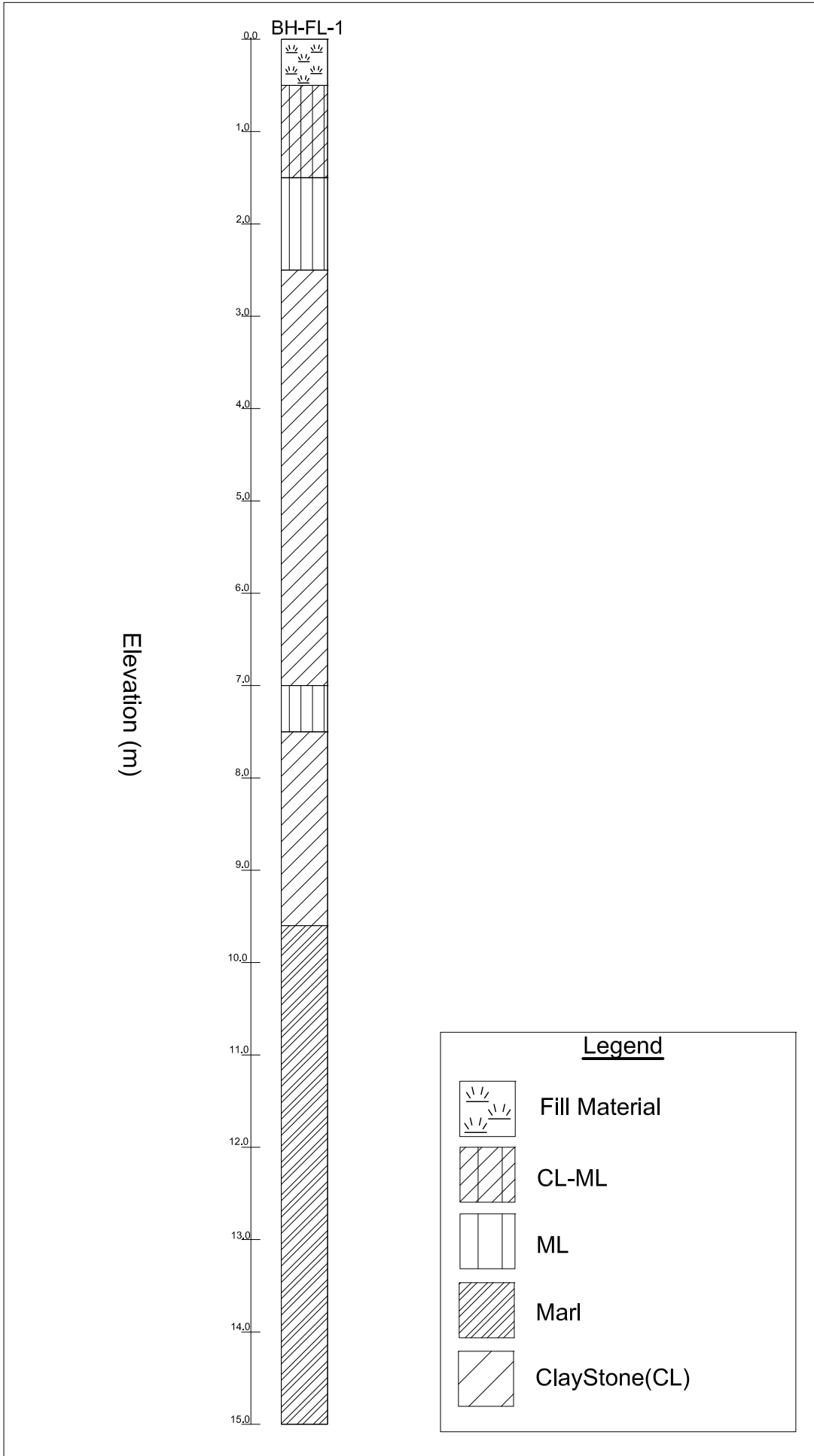
PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



STRATIGRAPHY & GW - A SIZE 14001127-589-BINAK-W018S-REV09.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 2/19/22



SUBSURFACE DIAGRAM

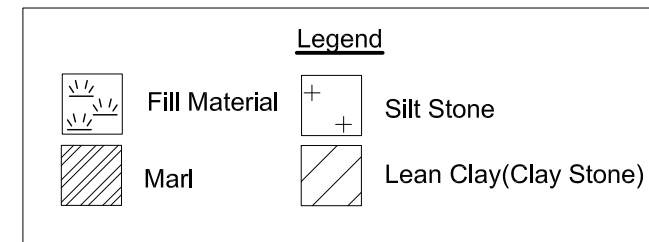
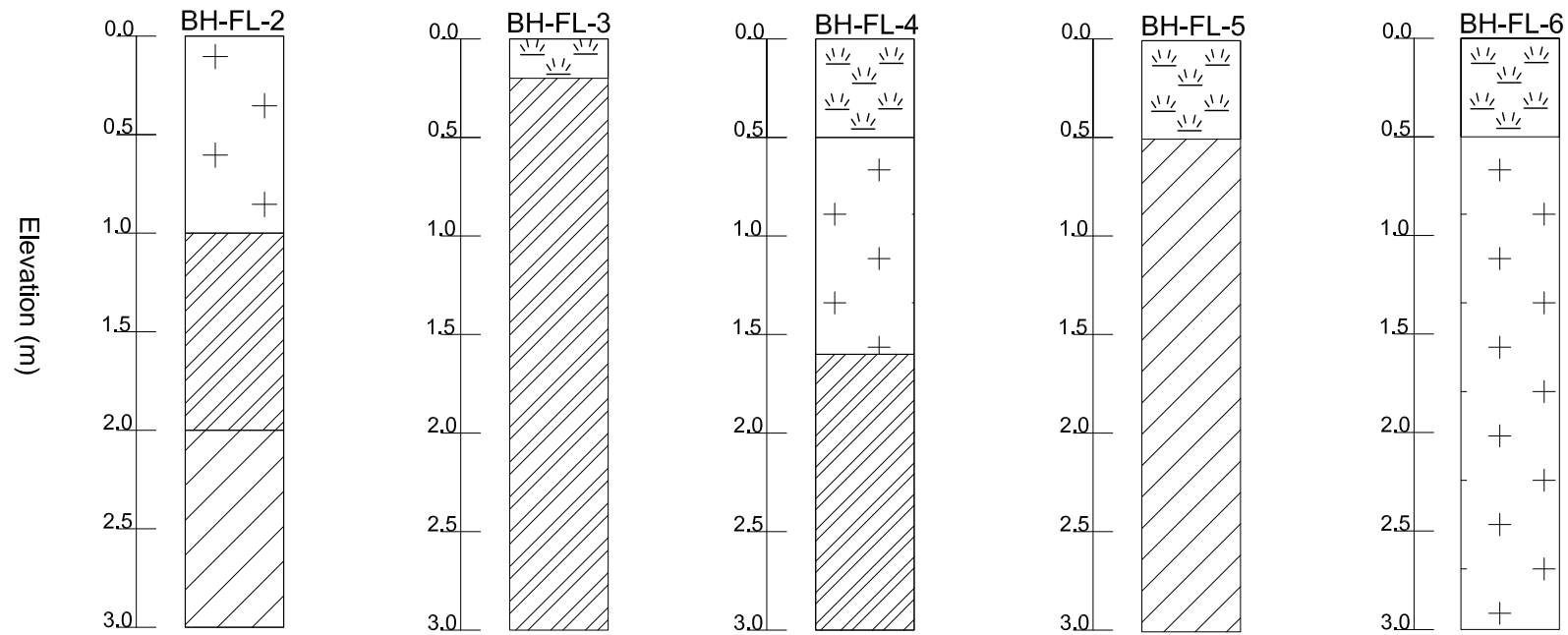
Barangeotechnics

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak-W-018S

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



پیوست ۳
آزمایشات صحرائی

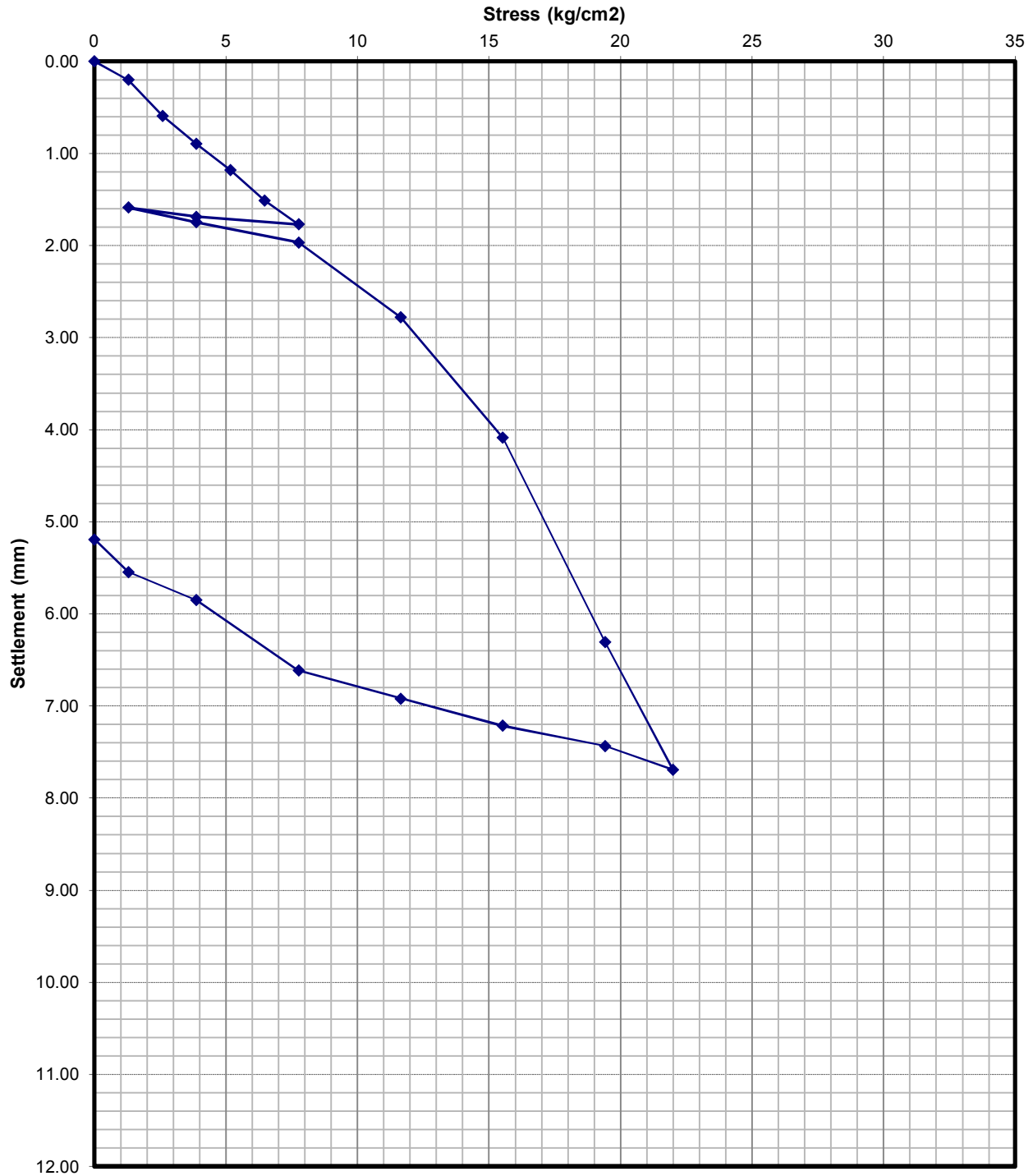
پیوست ۱-۳

آزمایش بارگذاری صفحه



Plate Load Test Results

Client:		Plate dimension:	30 cm
Consultant:	شرکت مهندسين مشاور باران خاک و پی	Testpit No.:	PLT-1
Project:	مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک	Depth:	1.0 m



پیوست ۲-۳

آزمایش CBR



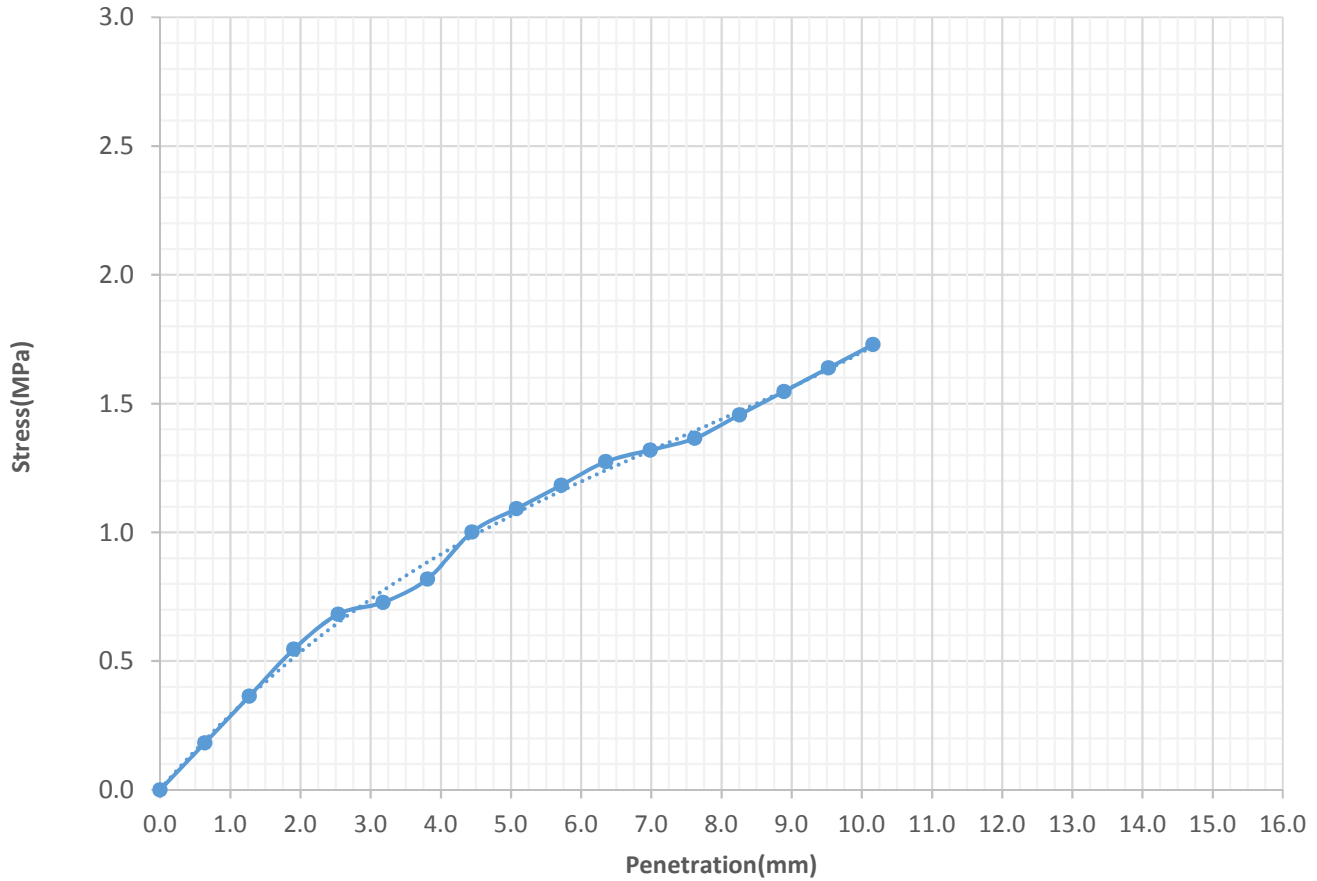
Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place (ASTM D4429)

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

Location: CBR1-W-018S

Client:

Depth: Ground Level



CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

9.9

%

Penetration-5.08 mm

10.6

%



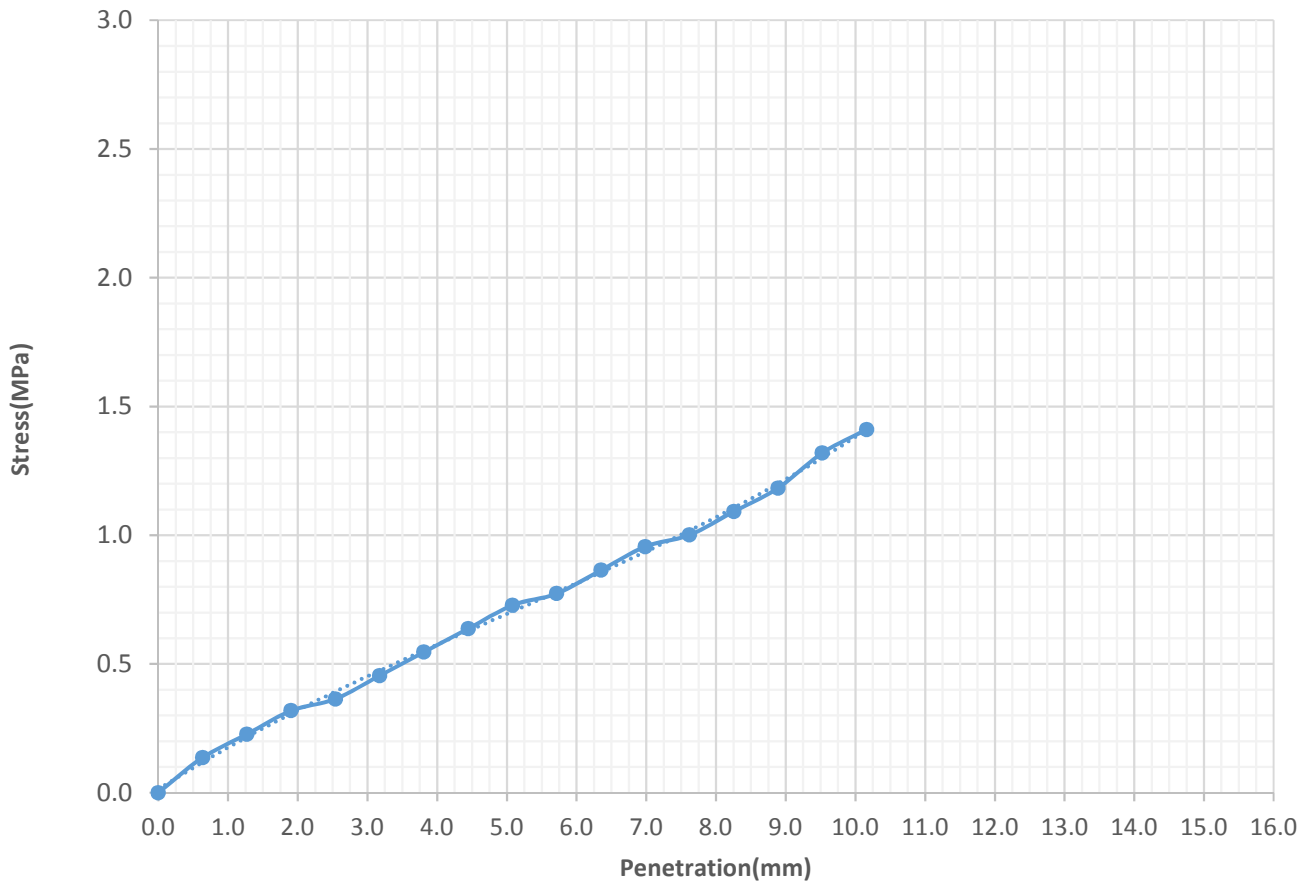
Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place (ASTM D4429)

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

Location: CBR2-W-018S

Client:

Depth: Ground Level



CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

5.3

%

Penetration-5.08 mm

7.1

%

پیوست ۳-۳

آزمایش اندازه گیری دمای خاک

Soil Temperature Measurement



Client:

Project:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

Date:

۴ دی الی ۱۶ دی ۱۴۰۰

Site:

بوشهر

NO.	Location	Time	Depth (m)	Temperature (°C)
BH-FL-1	X: 437439.6 Y: 3291913.9	7:00 AM	1	18
		12:00 PM	1	22
		7:00 PM	1	23.4
BH-FL-2	X: 437656.65 Y: 3291810.33	7:00 AM	1	18.2
		12:00 PM	1	22.6
		7:00 PM	1	24.1
BH-FL-3	X: 438070.10 Y: 3291356.09	7:00 AM	1	17.5
		12:00 PM	1	21.8
		7:00 PM	1	21.4
BH-FL-4	X: 438516.83 Y: 3291167.66	7:00 AM	1	19.3
		12:00 PM	1	23.1
		7:00 PM	1	22.7
BH-FL-5	X: 438857.42 Y: 3290914.67	7:00 AM	1	19.1
		12:00 PM	1	22.9
		7:00 PM	1	21.2
BH-FL-6	X: 438749.84 Y: 3290714.38	7:00 AM	1	19.8
		12:00 PM	1	24.7
		7:00 PM	1	23

پیوست ۳-۴

آزمایش ژئوالکتریک



Goelectrical Resistivity Test

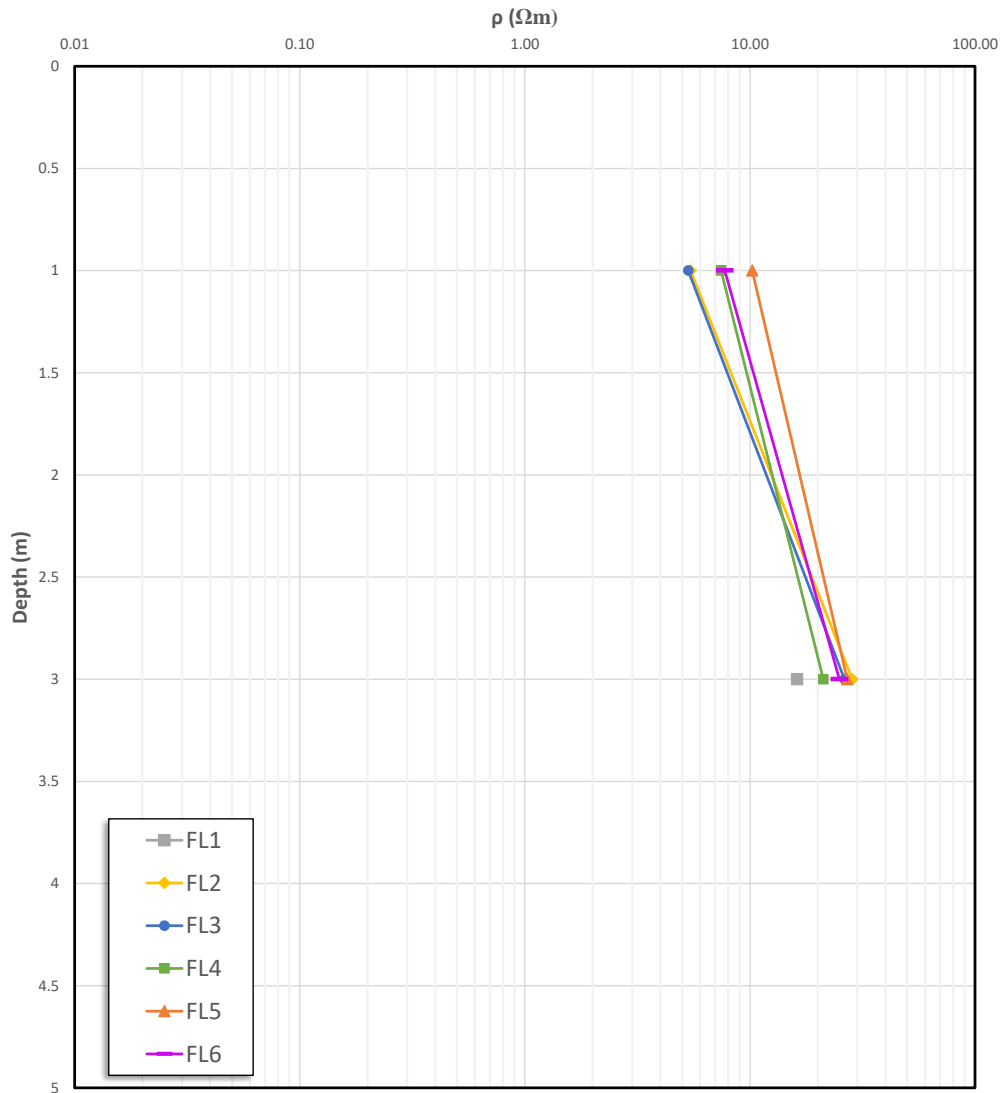
CLIENT _____

PROJECT NAME _____ مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER _____ ۵۸۹

PROJECT LOCATION _____ بوشهر

Variation of Apparant Electrical Resistivity in W-0018S



پیوست ۴

آزمایشات آزمایشگاهی و

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

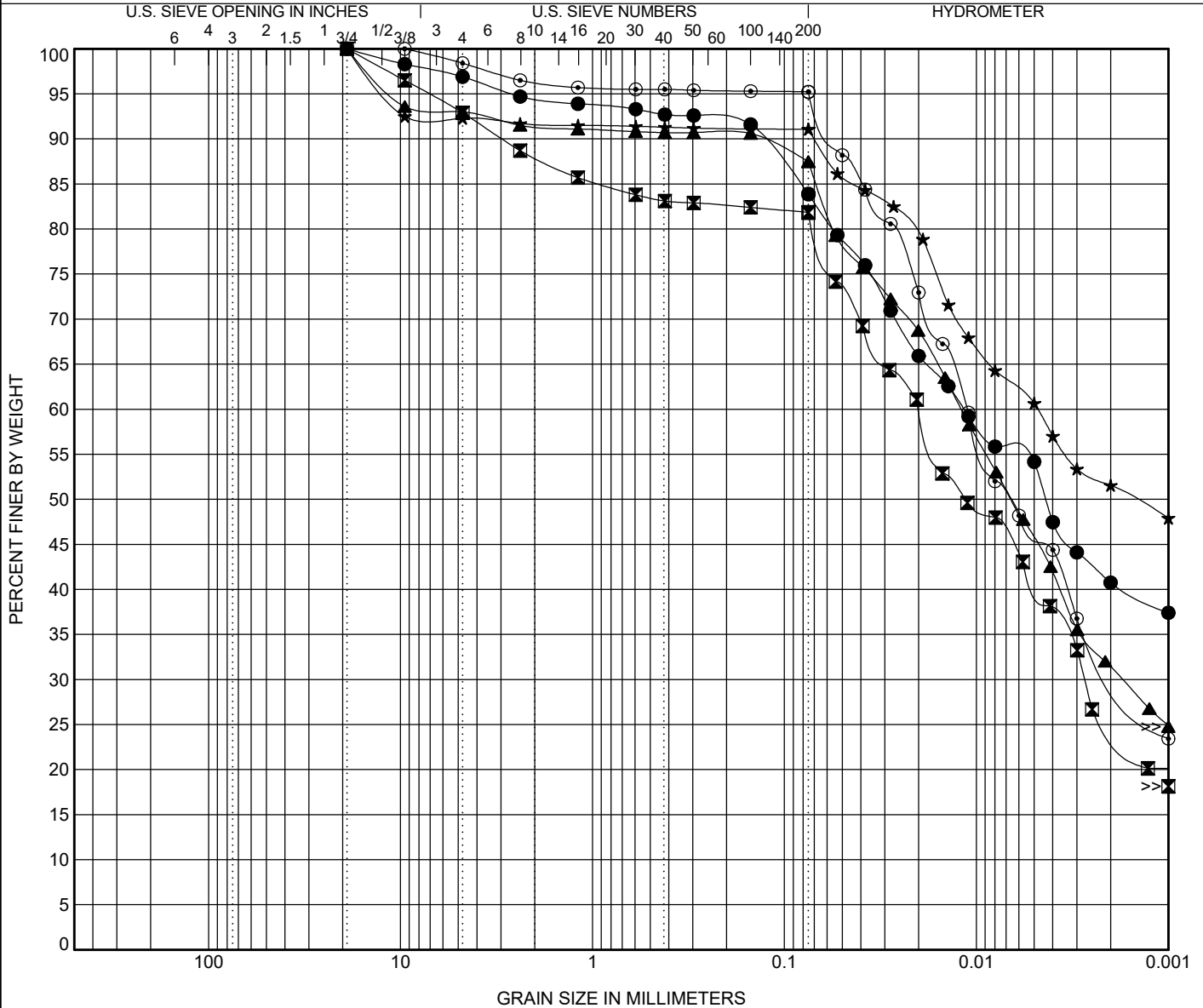
پیوست ۴-۱
آزمایش دانه بندی



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____ PROJECT NAME Binak
 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-1	0.50	SILTY CLAY with SAND(CL-ML)				27	20	7		
☒ BH-FL-1	1.50	SILT with SAND(ML)				42	29	13		
▲ BH-FL-1	2.50	LEAN CLAY(CI)				32	22	10		
★ BH-FL-1	7.00	SILT(ML)				37	25	12		
◎ BH-FL-1	7.70	LEAN CLAY(CI)				36	20	16		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-1	0.50	19	0.012			3.1	13.0	43.2	40.8	
☒ BH-FL-1	1.50	19	0.02	0.003		7.1	11.1	57.3	24.5	
▲ BH-FL-1	2.50	19	0.012	0.002		7.0	5.5	56.1	31.4	
★ BH-FL-1	7.00	19	0.005			7.7	1.2	39.5	51.5	
◎ BH-FL-1	7.70	9.51	0.011	0.002		1.6	3.2	63.4	31.8	

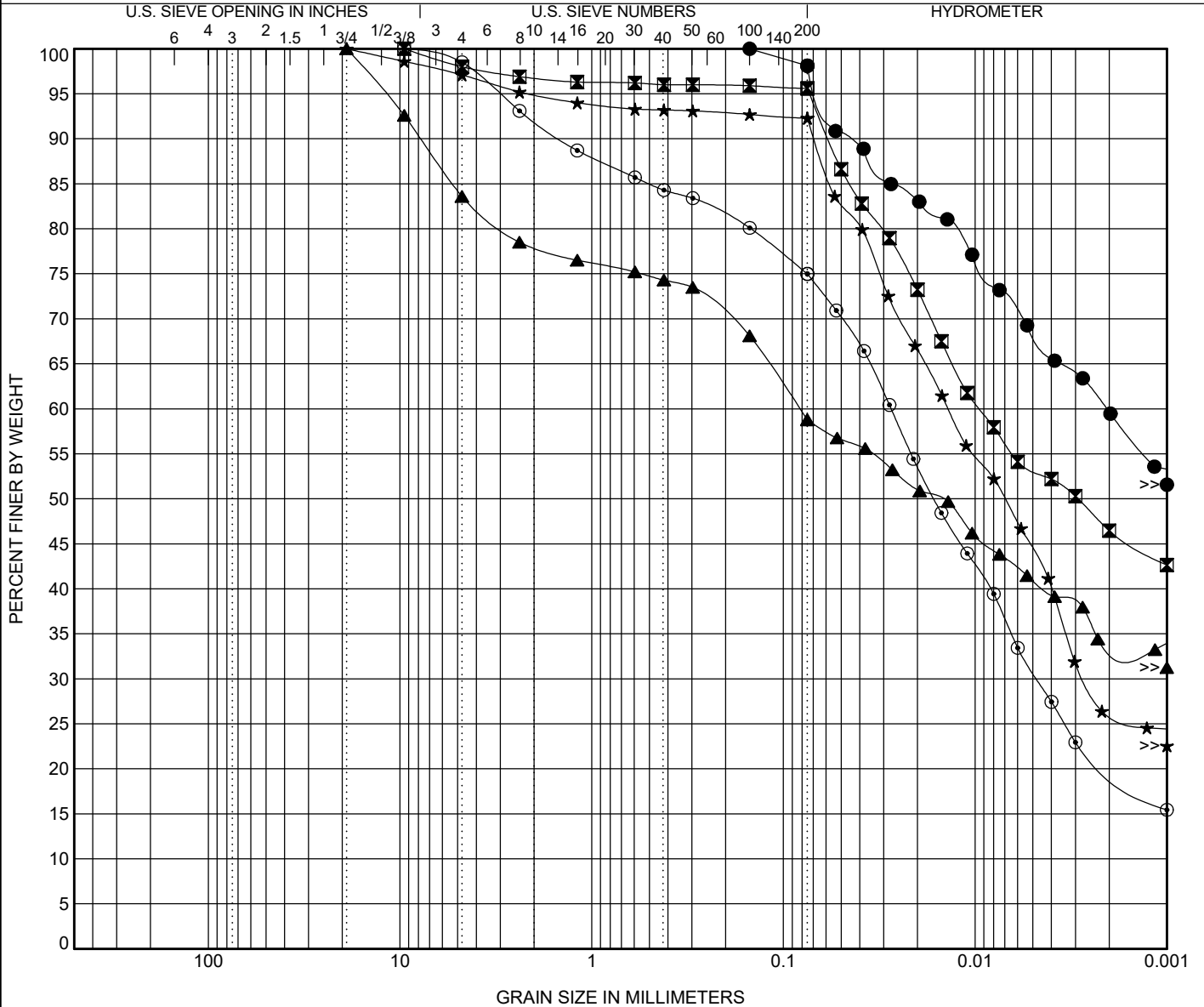
GRAIN SIZE 14001127-589-BINAK-W018S-REV09 - COPY.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 3/15/22



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____ PROJECT NAME Binak
 PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification	LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-FL-1	9.35	LEAN CLAY(CI)	35	24	11		
☒ BH-FL-1	10.10	SILT(ML)	39	26	13		
▲ BH-FL-1	11.70	SANDY SILTY CLAY with GRAVEL(CL-ML)	23	19	4		
★ BH-FL-1	13.00	LEAN CLAY(CI)	36	24	12		
◎ BH-FL-1	14.70	LEAN CLAY with SAND(CL)	29	18	11		

Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay
● BH-FL-1	9.35	0.15	0.002			0.0	1.9	38.5	59.6
☒ BH-FL-1	10.10	9.51	0.01			2.0	2.4	49.1	46.5
▲ BH-FL-1	11.70	19	0.082			16.4	24.8	24.6	34.2
★ BH-FL-1	13.00	19	0.014	0.003		2.9	4.8	66.2	26.1
◎ BH-FL-1	14.70	9.51	0.027	0.005		1.5	23.5	54.8	20.2

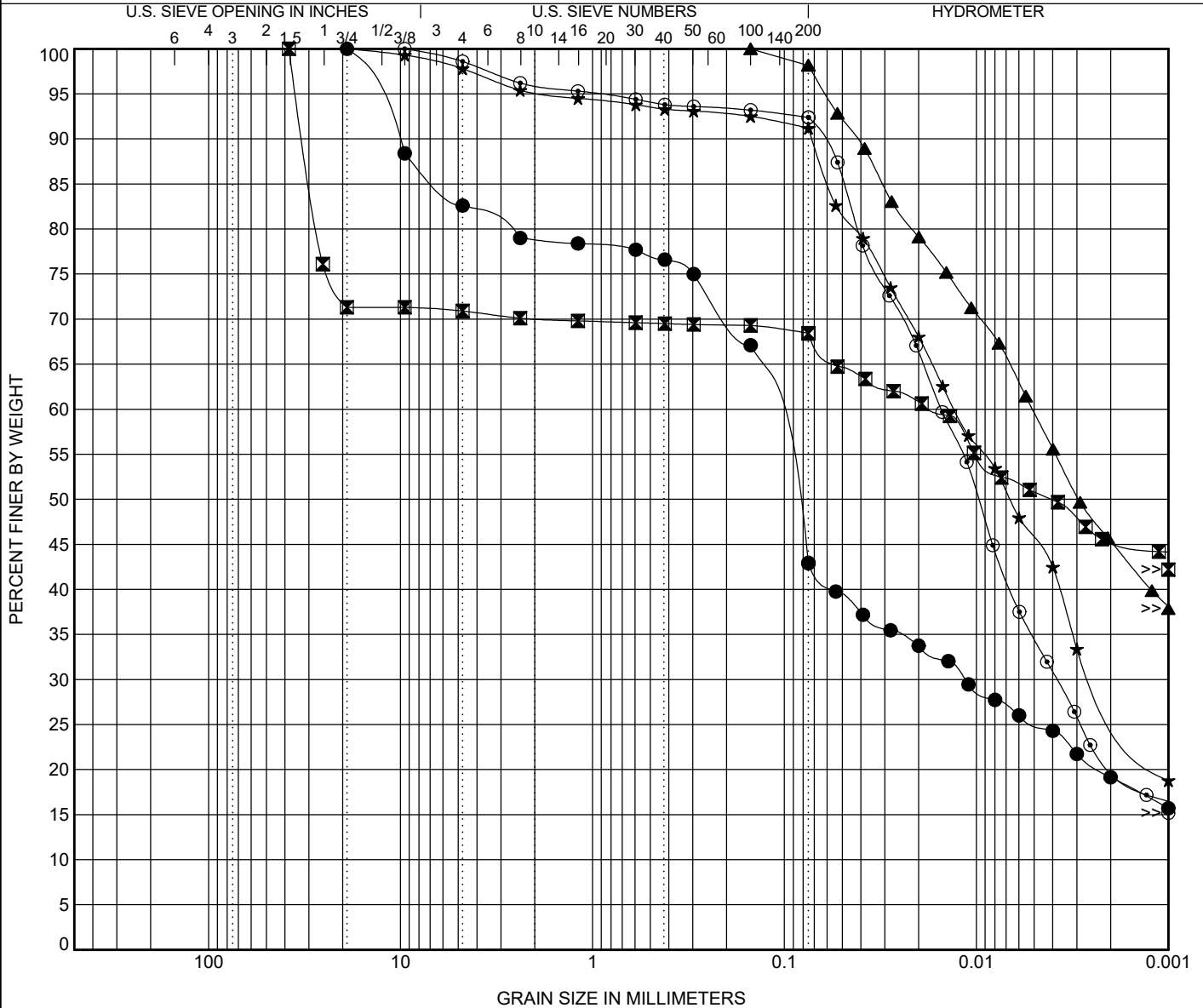
GRAIN SIZE 14001127-589-BINAK-W018S-REV09 - COPY.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 3/15/22



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____ PROJECT NAME Binak
 PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-FL-2	0.50	SILTY SAND with GRAVEL(SM)				NP	NP	NP		
☒ BH-FL-2	1.60	GRAVELLY SILT(ML)				42	27	15		
▲ BH-FL-2	2.70	LEAN CLAY(CI)				33	19	14		
★ BH-FL-3	0.50	LEAN CLAY(CI)				46	26	20		
◎ BH-FL-3	1.50	SILT(ML)				44	27	17		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-2	0.50	19	0.122	0.012		17.4	39.7	23.8	19.1	
☒ BH-FL-2	1.60	38.1	0.017			29.1	2.5	23.0	45.4	
▲ BH-FL-2	2.70	0.15	0.005			0.0	1.8	52.8	45.4	
★ BH-FL-3	0.50	19	0.013	0.002		2.2	6.6	63.2	28.0	
◎ BH-FL-3	1.50	9.51	0.015	0.004		1.4	6.2	71.7	20.7	

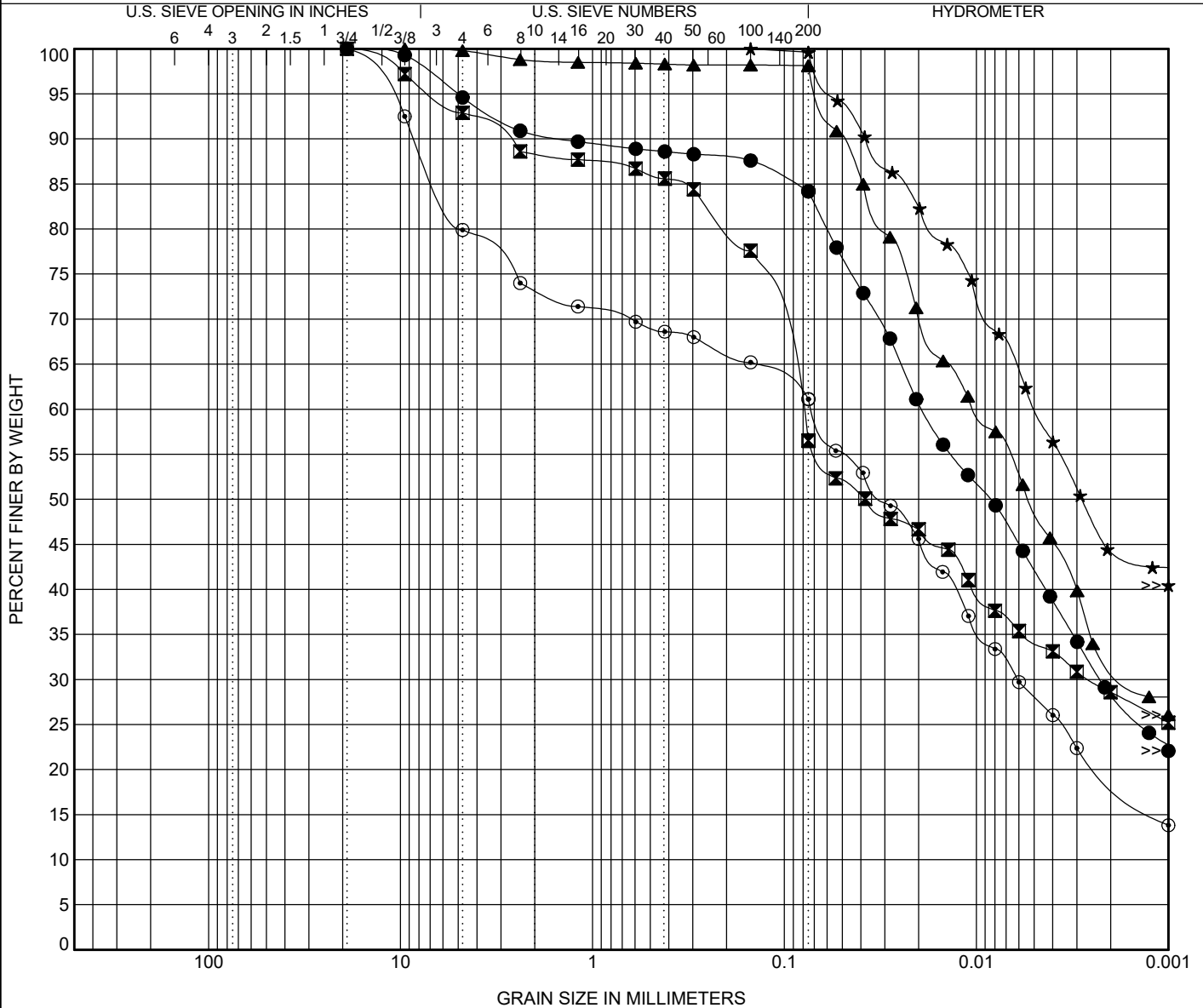
GRAIN SIZE 14001127-589-BINAK-W018S-REV09 - COPY.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 3/15/22



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____ PROJECT NAME Binak
 PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification				LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-FL-3	2.50	LEAN CLAY with SAND(CI)				35	21	14		
■ BH-FL-4	0.50	SANDY SILT(ML)				NP	NP	NP		
▲ BH-FL-4	1.50	LEAN CLAY(CI)				44	26	18		
★ BH-FL-4	2.45	LEAN CLAY(CI)				49	26	23		
○ BH-FL-5	0.50	GRAVELLY LEAN CLAY with SAND(CI)				30	21	9		
Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
● BH-FL-3	2.50	19	0.019	0.002		5.4	10.4	55.7	28.5	
■ BH-FL-4	0.50	19	0.084	0.003		7.1	36.4	27.9	28.6	
▲ BH-FL-4	1.50	9.51	0.01	0.002		0.2	1.7	66.0	32.1	
★ BH-FL-4	2.45	0.15	0.005			0.0	0.4	55.3	44.3	
○ BH-FL-5	0.50	19	0.07	0.006		20.1	18.8	41.9	19.2	

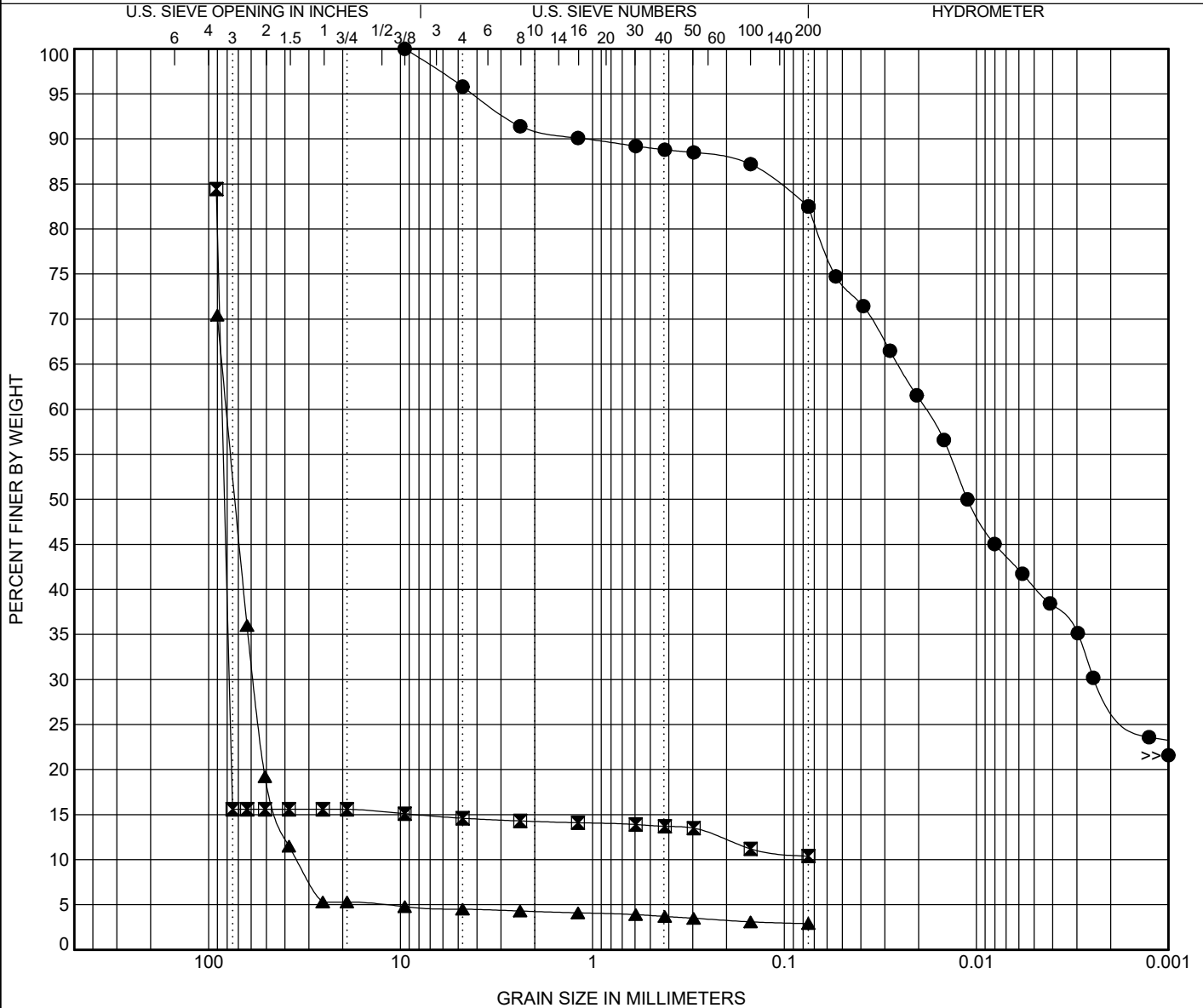
GRAIN SIZE 14001127-589-BINAK-W018S-REV09 - COPY.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 3/15/22



Barangeotechnics

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT _____ PROJECT NAME Binak
 PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr



COBBLES	GRAVEL		SAND			SILT OR CLAY
	coarse	fine	coarse	medium	fine	

Borehole	Depth	Classification	LL	PL	PI	Cc	Cu
● BH-FL-5	1.50	LEAN CLAY with SAND(CI)	36	23	13		
☒ BH-FL-5	2.50	SANDY LEAN CLAY(CL)	26	16	10	1353.5	602.06
▲ BH-FL-6	0.50	POORLY GRADED GRAVEL with SILT(GP-GM)	NP	NP	NP	1.22	2.34

Borehole	Depth	D100	D60	D30	D10	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay
● BH-FL-5	1.50	9.51	0.018	0.002		4.2	13.3	54.4	28.1
☒ BH-FL-5	2.50	91	84.962	78.096		1.0	4.2	10.4	
▲ BH-FL-6	0.50	90	80.777	58.339	34.54	48.3	1.6	2.9	

GRAIN SIZE 14001127-589-BINAK-W018S-REV09 - COPY.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 3/15/22

پیوست ۲-۴

آزمایش حدود اتربرگ



Barangeotechnics

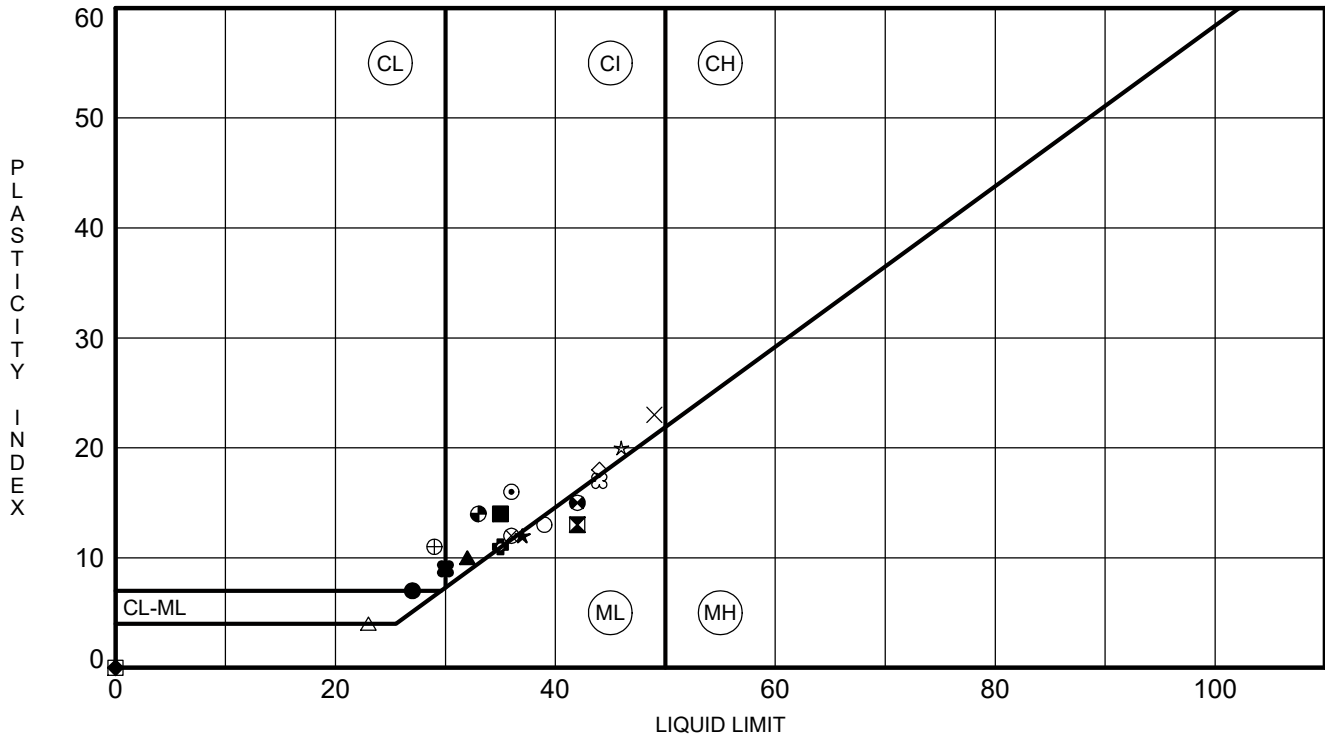
ATTERBERG LIMITS' RESULTS

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



ATTERBERG LIMITS 14001127-589-BINAK-W018S-REV09 - COPY.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 3/15/22

Borehole	Depth	LL	PL	PI	Fines	Classification
● BH-FL-1	0.50	27	20	7	84	SILTY CLAY with SAND(CL-ML)
⊠ BH-FL-1	1.50	42	29	13	82	SILT with SAND(ML)
▲ BH-FL-1	2.50	32	22	10	88	LEAN CLAY(CI)
★ BH-FL-1	7.00	37	25	12	91	SILT(ML)
⊕ BH-FL-1	7.70	36	20	16	95	LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-FL-1	9.35	35	24	11	98	LEAN CLAY(CI)
○ BH-FL-1	10.10	39	26	13	96	SILT(ML)
△ BH-FL-1	11.70	23	19	4	59	SANDY SILTY CLAY with GRAVEL(CL-ML)
⊗ BH-FL-1	13.00	36	24	12	92	LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-FL-1	14.70	29	18	11	75	LEAN CLAY with SAND(CL)
□ BH-FL-2	0.50	NP	NP	NP	43	SILTY SAND with GRAVEL(SM)
⊕ BH-FL-2	1.60	42	27	15	68	GRAVELLY SILT(ML)
⊕ BH-FL-2	2.70	33	19	14	98	LEAN CLAY(CI)
☆ BH-FL-3	0.50	46	26	20	91	LEAN CLAY(CI)
⊗ BH-FL-3	1.50	44	27	17	92	SILT(ML)
■ BH-FL-3	2.50	35	21	14	84	LEAN CLAY with SAND(CI)
◆ BH-FL-4	0.50	NP	NP	NP	57	SANDY SILT(ML)
◇ BH-FL-4	1.50	44	26	18	98	LEAN CLAY(CI)
× BH-FL-4	2.45	49	26	23	100	LEAN CLAY(CI)
⊕ BH-FL-5	0.50	30	21	9	61	GRAVELLY LEAN CLAY with SAND(CI)

پیوست ۳-۴

آزمایش دانسیته و درصد رطوبت



Barangeotechnics

SUMMARY OF LABORATORY RESULTS

CLIENT _____

PROJECT NAME Binak

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-1	0.5	27	20	7	19	84	CL-ML				
BH-FL-1	1.5	42	29	13	19	82	ML				
BH-FL-1	2.5	32	22	10	19	88	CI	9.0	1.79		
BH-FL-1	7.0	37	25	12	19	91	ML	7.4	1.86		
BH-FL-1	7.7	36	20	16	9.51	95	CI				
BH-FL-1	9.4	35	24	11	0.15	98	CI	7.0	1.96		
BH-FL-1	10.1	39	26	13	9.51	96	ML	6.2	1.92		
BH-FL-1	11.7	23	19	4	19	59	CL-ML	7.7	1.94		
BH-FL-1	13.0	36	24	12	19	92	CI	7.3	1.91		
BH-FL-1	14.7	29	18	11	9.51	75	CL	6.1	1.97		
BH-FL-2	0.5	NP	NP	NP	19	43	SM	10.0	1.77		
BH-FL-2	1.6	42	27	15	38.1	68	ML	11.0	1.85		
BH-FL-2	2.7	33	19	14	0.15	98	CI				
BH-FL-3	0.5	46	26	20	19	91	CI	9.0	1.71		
BH-FL-3	1.5	44	27	17	9.51	92	ML	9.0	1.83		
BH-FL-3	2.5	35	21	14	19	84	CI	10.0	1.87		
BH-FL-4	0.5	NP	NP	NP	19	57	ML				
BH-FL-4	1.5	44	26	18	9.51	98	CI	12.0	1.81		
BH-FL-4	2.5	49	26	23	0.15	100	CI				
BH-FL-5	0.5	30	21	9	19	61	CI				
BH-FL-5	1.5	36	23	13	9.51	83	CI	10.0			
BH-FL-5	2.5	26	16	10	91	10	CL				
BH-FL-6	0.5	NP	NP	NP	90	3	GP-GM	5.3	1.86		
BH-FL-6	1.6	NP	NP	NP				4.9	1.94		
BH-FL-6	2.6	NP	NP	NP				9.0	1.88		

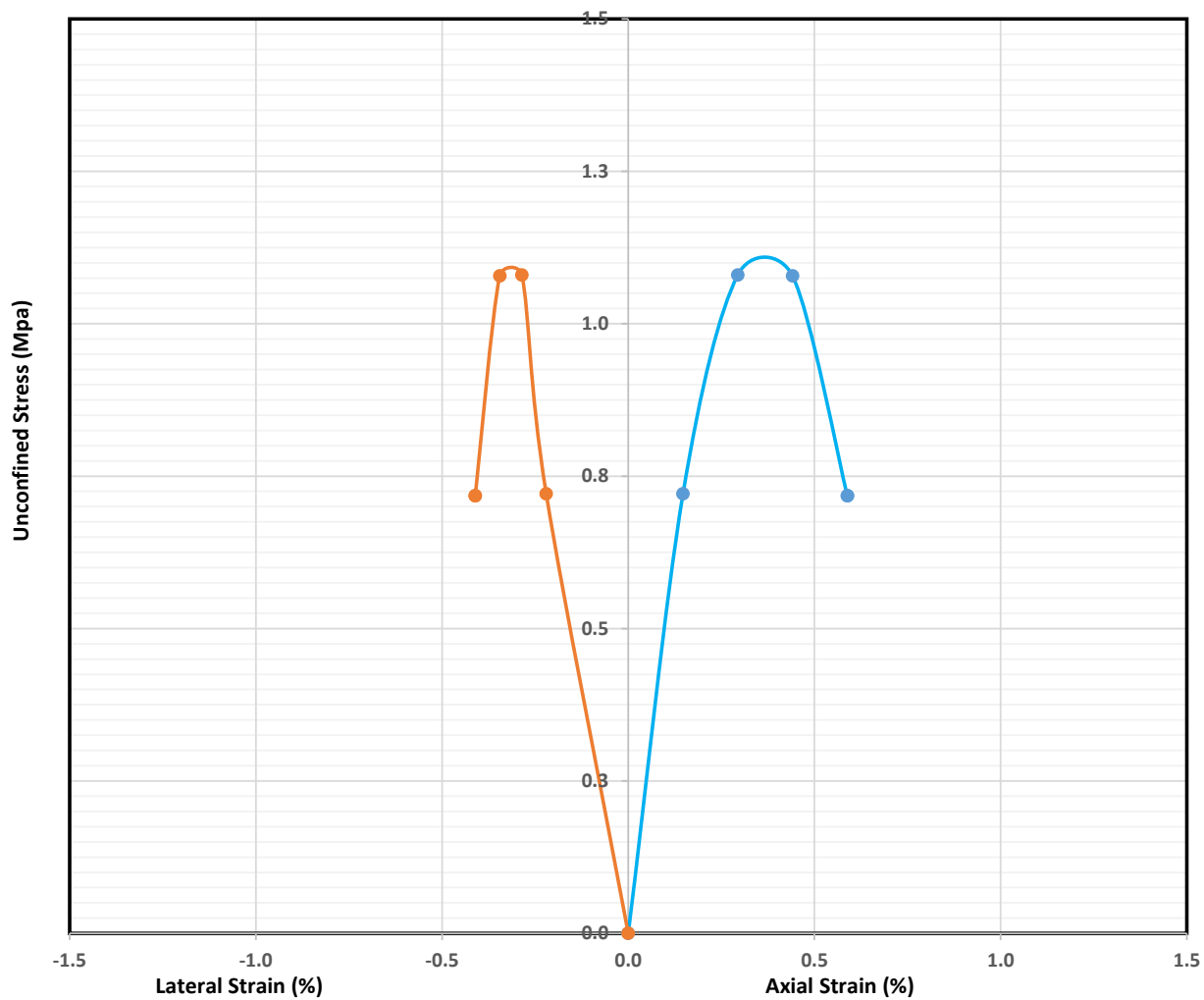
LAB SUMMARY 14001127-589-BINAK-W018S-REV09 - COPY.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 3/15/22

پیوست ۴-۴
آزمایش تک محوری



Uniaxial Compression Test

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



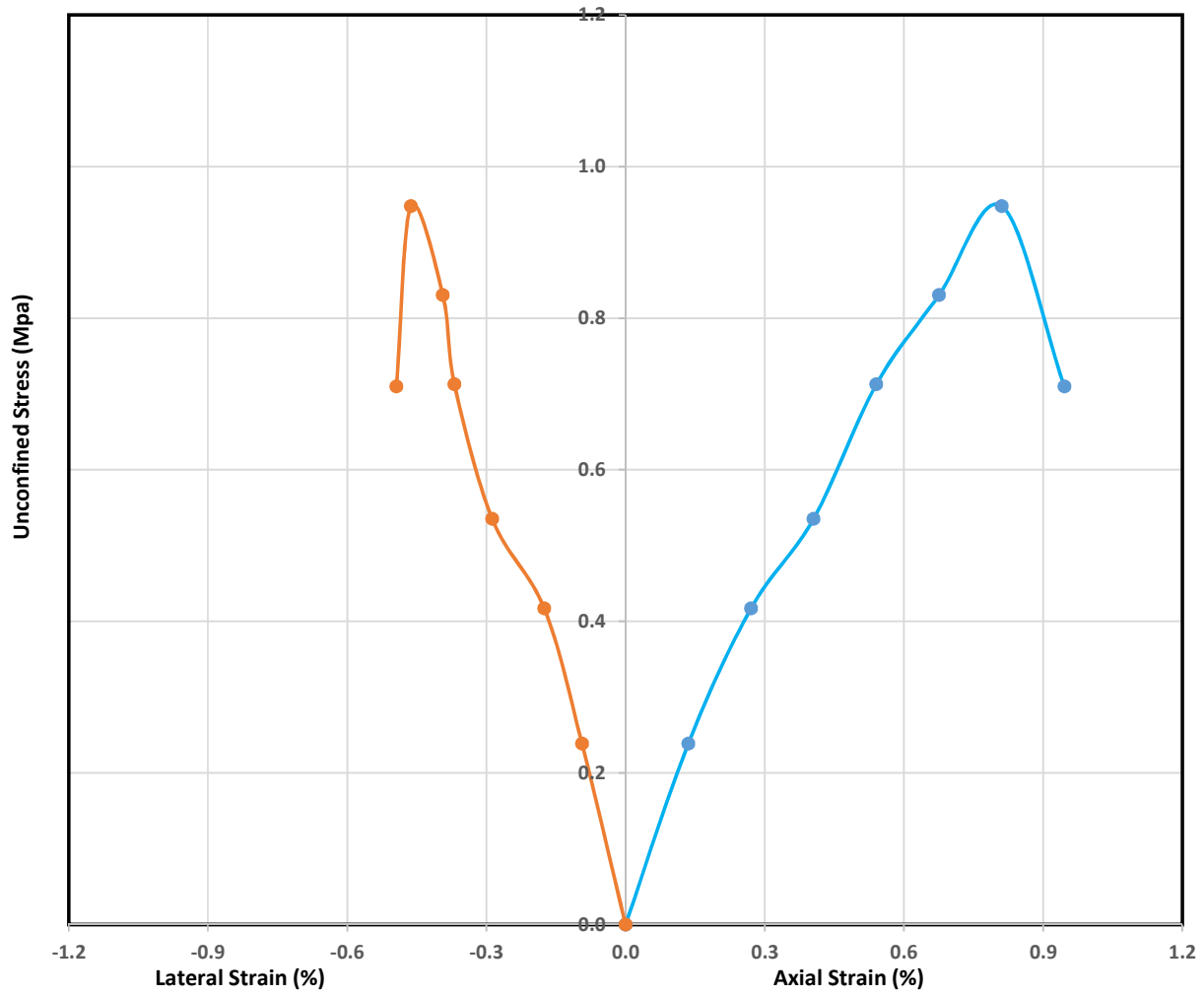
Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-FL-1	Bulk Density (kN/m ³):	19.97
Depth (m):	7.7-7.9	Dry Density (kN/m ³):	18.60
L (cm):	17.00	Moisture Content (%):	7.4
D (cm):	8.40	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	1.1



Uniaxial Compression Test

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



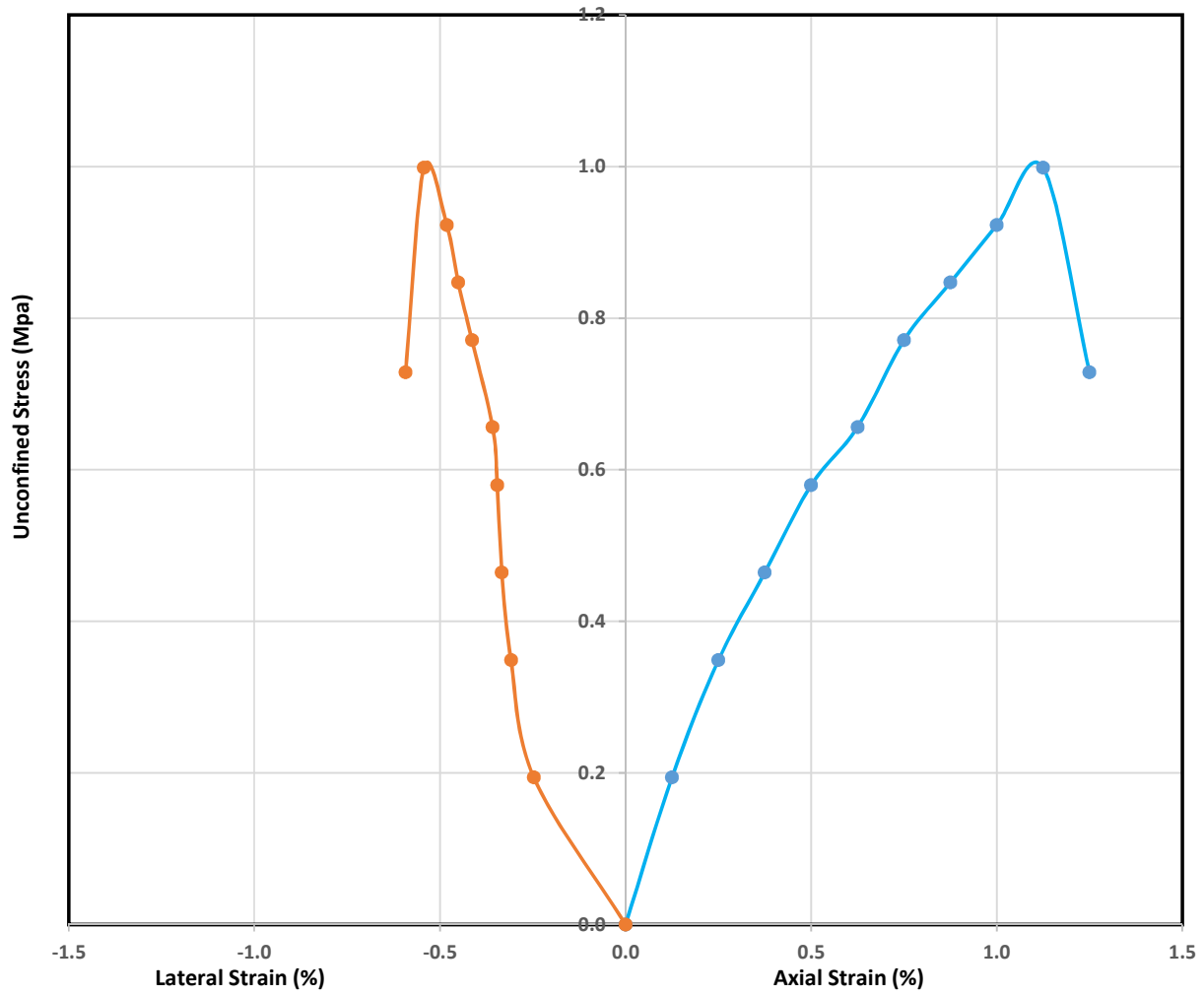
Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-FL-1	Bulk Density (kN/m ³):	20.39
Depth (m):	10.1-10.5	Dry Density (kN/m ³):	19.21
L (cm):	18.50	Moisture Content (%):	6.2
D (cm):	8.00	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.9



Uniaxial Compression Test

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



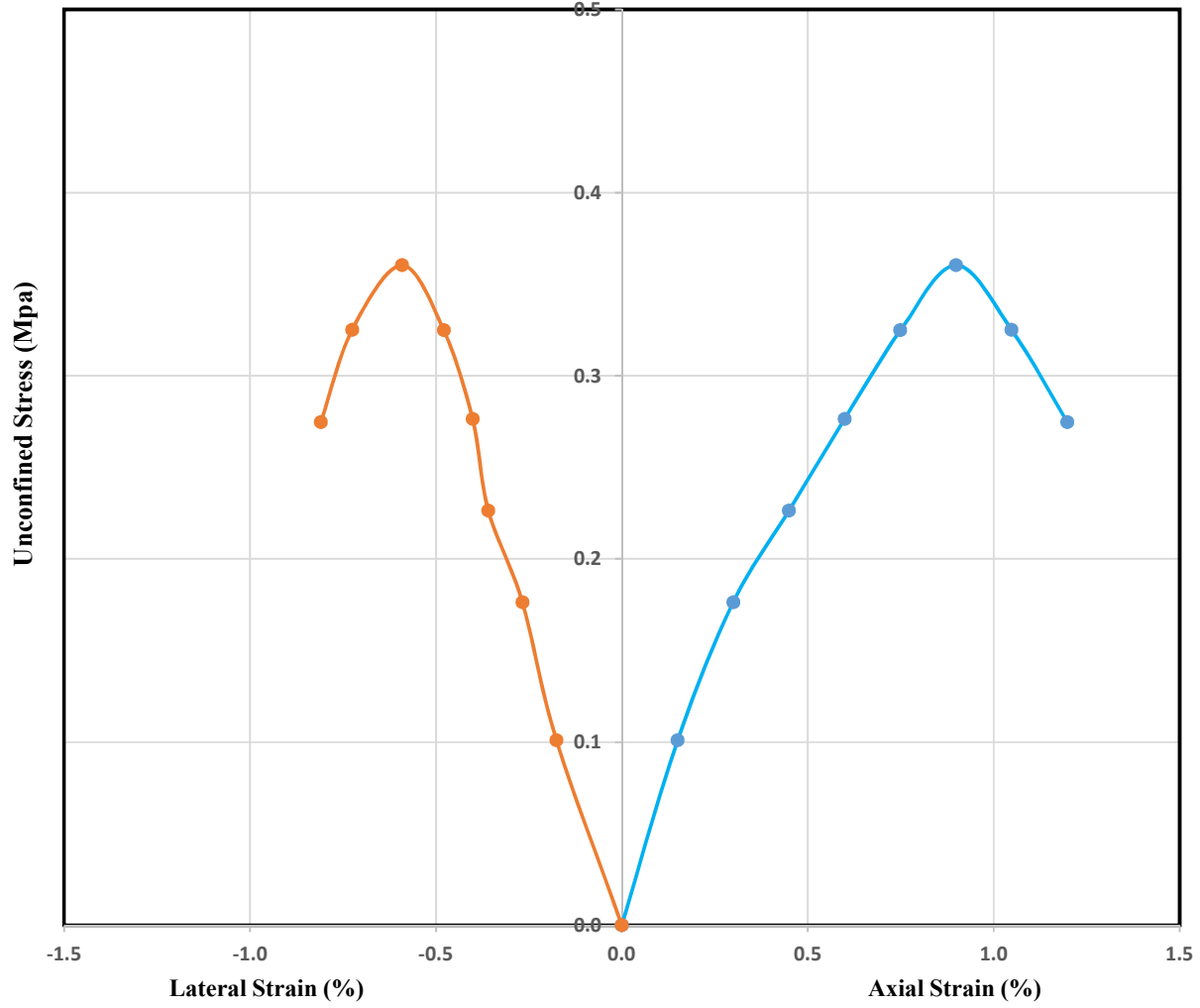
Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-FL-1	Bulk Density (kN/m ³):	20.39
Depth (m):	13.0-13.35	Dry Density (kN/m ³):	19.01
L (cm):	20.00	Moisture Content (%):	7.3
D (cm):	8.10	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	1.0



Uniaxial Compression Test

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



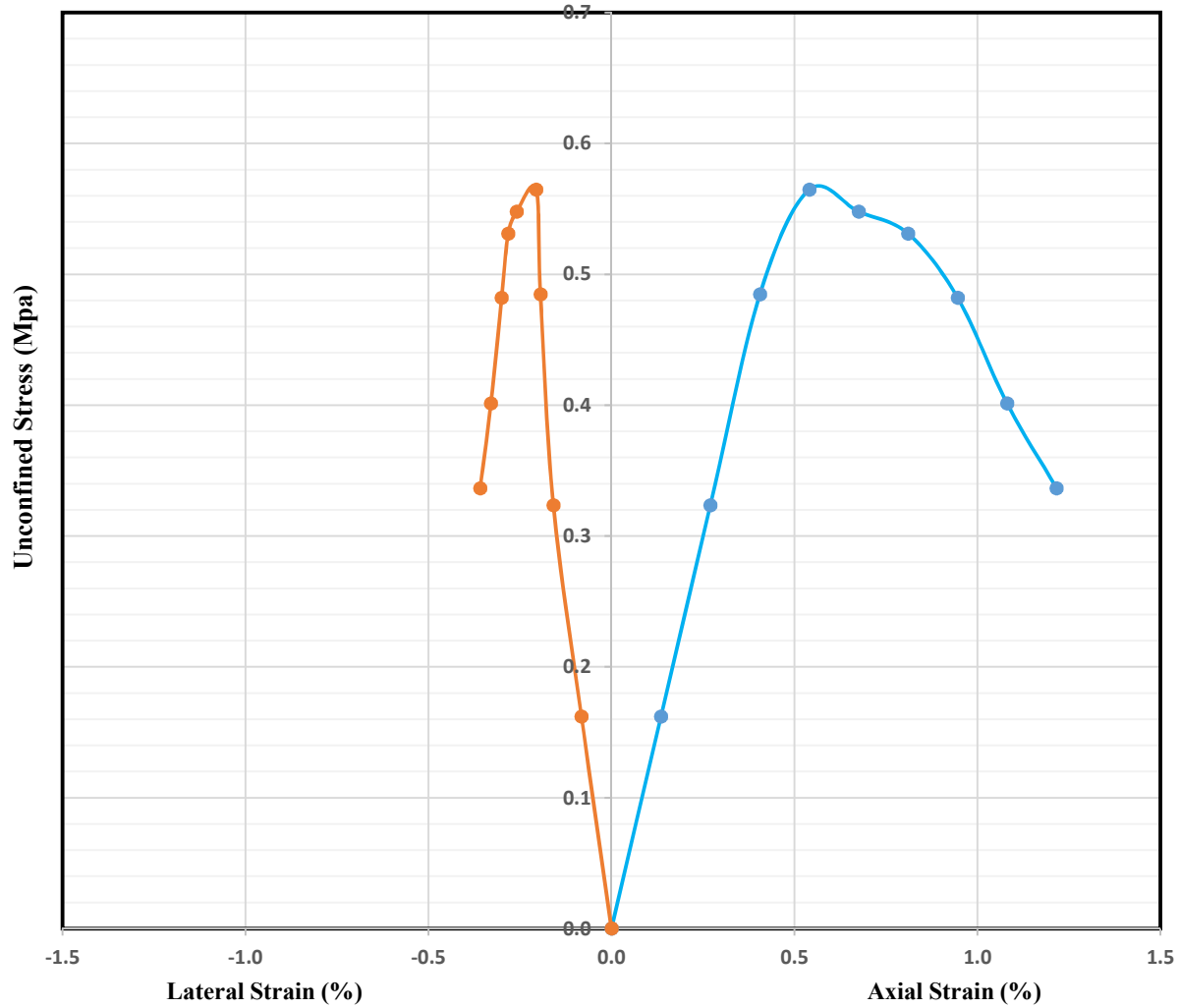
Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-FL-2	Bulk Density (kN/m ³):	20.16
Depth (m):	2.7-3.0	Dry Density (kN/m ³):	19.44
L (cm):	16.70	Moisture Content (%):	3.7
D (cm):	7.10	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.4



Uniaxial Compression Test

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



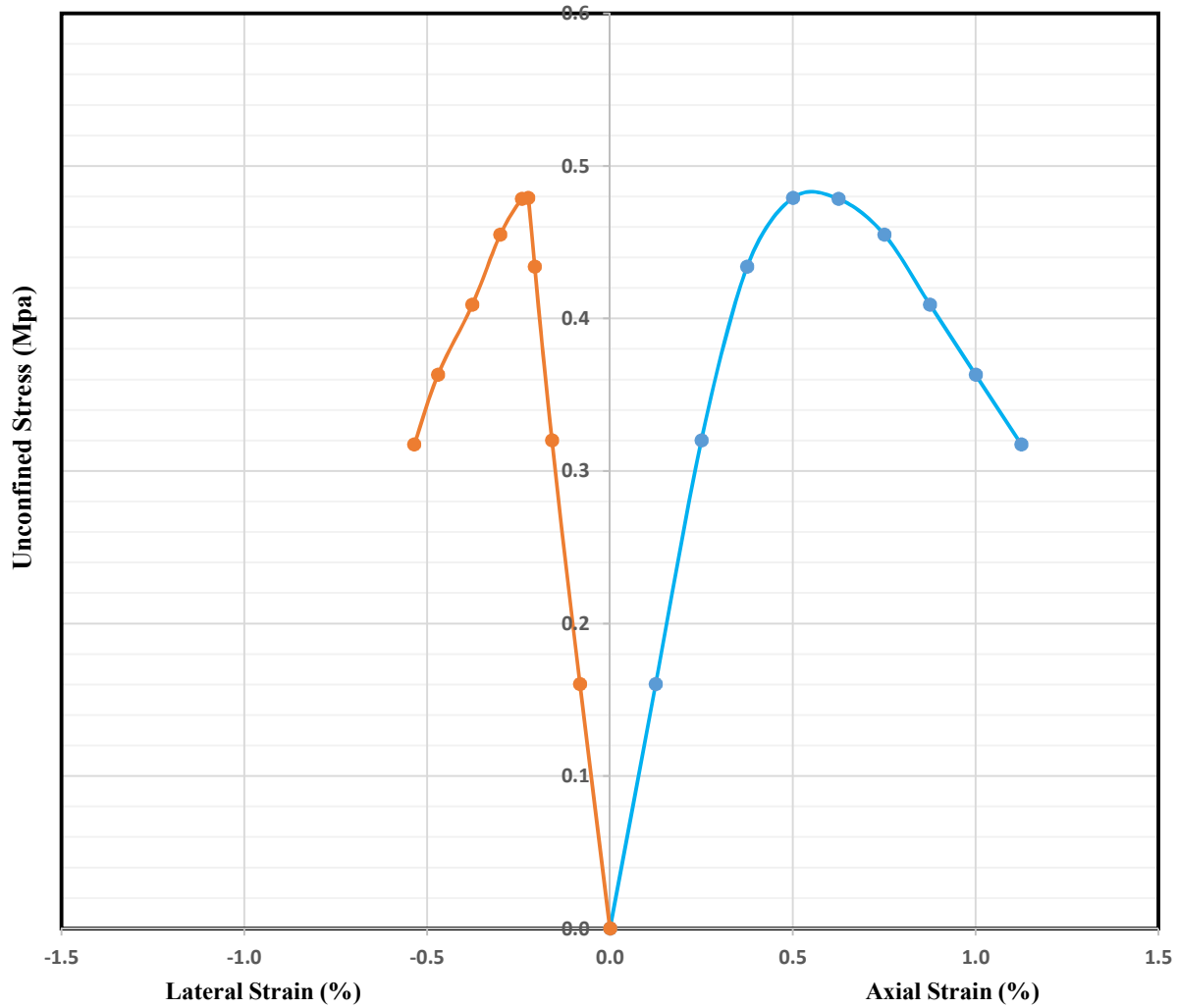
Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-FL-3	Bulk Density (kN/m ³):	19.82
Depth (m):	1.5-2.0	Dry Density (kN/m ³):	18.20
L (cm):	18.50	Moisture Content (%):	8.90
D (cm):	8.50	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.6



Uniaxial Compression Test

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



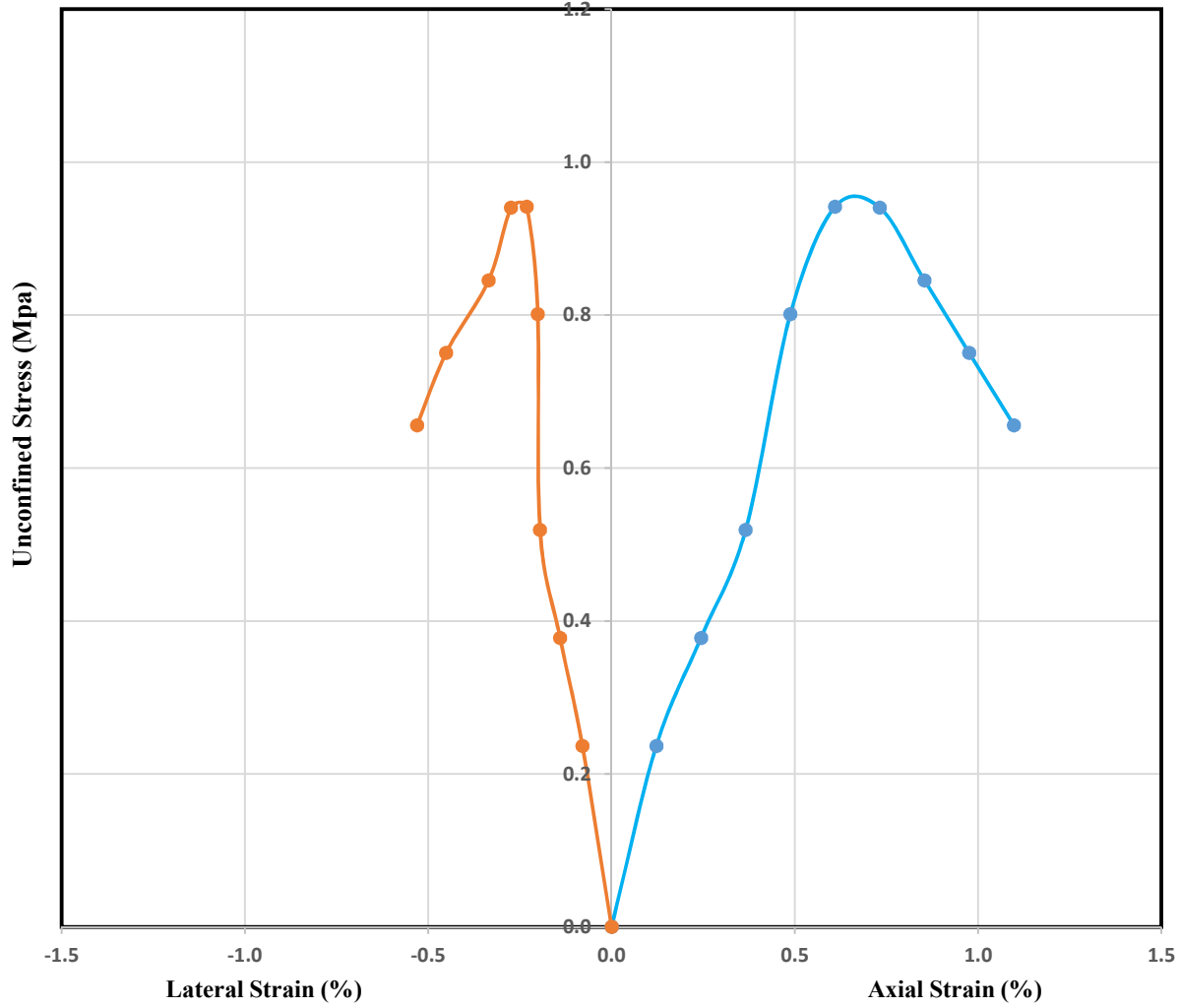
Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-FL-4	Bulk Density (kN/m ³):	19.84
Depth (m):	2.45-2.7	Dry Density (kN/m ³):	17.64
L (cm):	20.00	Moisture Content (%):	12.4
D (cm):	8.50	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.5



Uniaxial Compression Test

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



Sample Specification		Initial Condition	
Borehole ID:	BH-FL-6	Bulk Density (kN/m ³):	20.42
Depth (m):	2.6-3	Dry Density (kN/m ³):	18.74
L (cm):	20.50	Moisture Content (%):	9.00
D (cm):	8.20	Strain Rate (%Per min.):	1.00

Test Results	
Unconfined Compressive Strength(MPa):	0.9

پیوست ۴-۵
آزمایش بار نقطه ای

Point Load Test Result

Project Name:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

Client :



Project No.:

589

Borehole No.	Depth (m)	Load (kgf)	W (mm)	D (mm)	Is (Mpa.)	F	I ₅₀ (Mpa.)	UCT (approximately) (Mpa.)
BH-FL-3	2.5-3	12	85	80	0.01	1.24	0.02	0.38

Note:

$$D_e = 4A / \pi$$

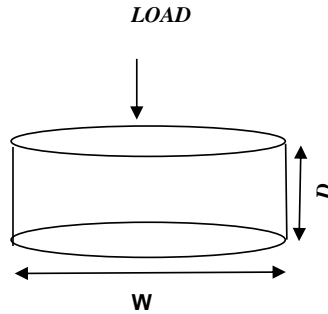
$$A = WD$$

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

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

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

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



پیوست ۴-۶

آزمایش شیمیایی



Chemical Test -W018S Soil

BH No:	Depth (m)	SO ₄ ⁻² (in Water) (BS1377)	SO ₄ ⁻² (Total) (BS1377)	CL ⁻ (BS1377)	pH (ASTM4972)
		(%)	(%)	(%)	at 25° c
BH-FL-01	1.5	0.32	0.42	0.026	8.2
BH-FL-01	2.5	0.28	0.45	0.019	8.1
BH-FL-05	0.5	0.35	0.51	0.021	8.0

پیوست ۴-۷

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون یک

Layer type according to Unified method	CL-ML	SILTSTONE	CL/ML	Unit
***Depth	0.2-2.0	2.0-4.0	4.0-15.0	m
Soil internal friction angle long term (ϕ_d)	-	-	-	Degree
Soil cohesion (C_u)	0.5-1.5	1.5-2.0	2.0-4.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.85-1.95	1.95-2.05	2.0-2.1	g/cm ³
Soil module of elasticity (E_s)*	150-250	300-400	400-800	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)**	0.3-0.35	0.25-0.30	0.25-0.30	-

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون دو

Layer type according to Unified method	SM-ML-GM	Very Poor Rock	Unit
***Depth	0.5-1	1-3	m
Soil internal friction angle long term (ϕ_d)	30-33	-	Degree
Soil cohesion (C_u)	-	1.5-2.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.85-1.95	1.95-2.05	g/cm ³
Soil module of elasticity (E_s)*	120-200	300-400	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)**	0.35-0.4	0.35-0.4	-

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون سه

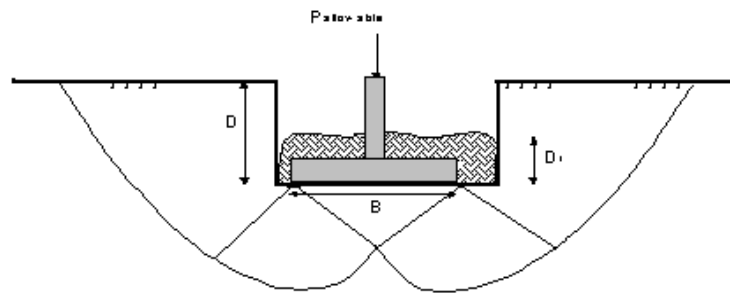
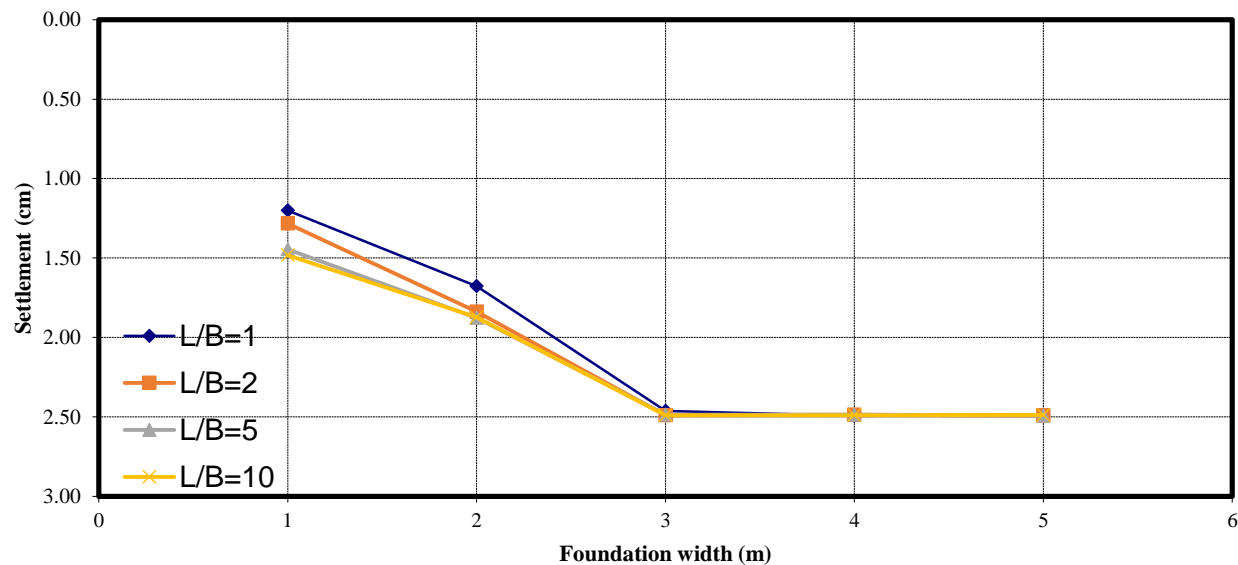
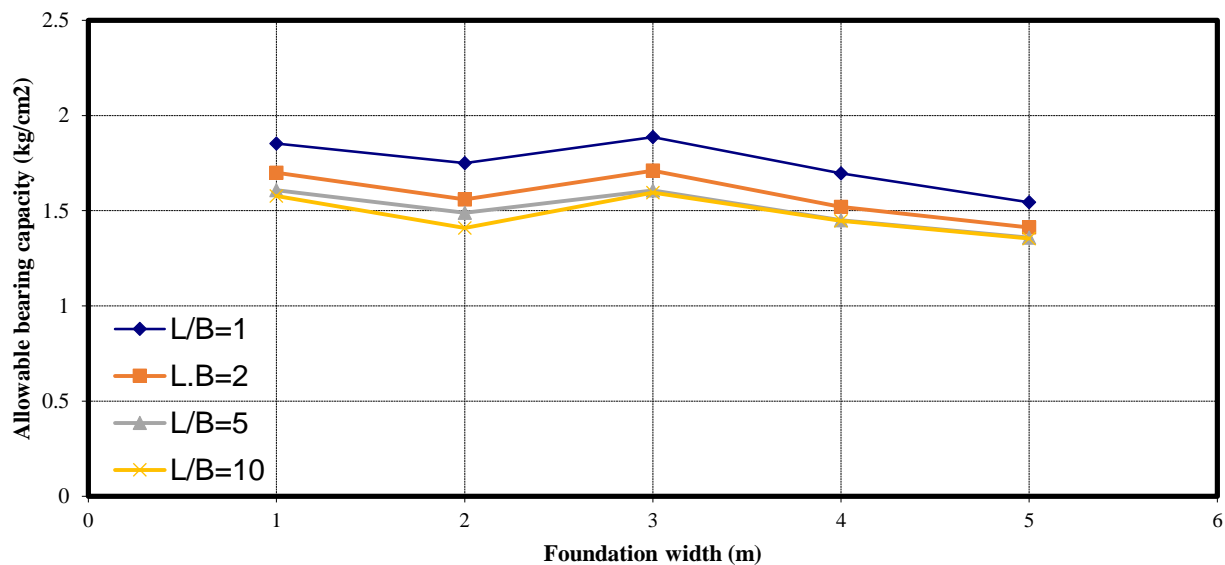
Layer type according to Unified method	CL	Very Poor Rock	Unit
***Depth	0.2-1	1-3	m
Soil internal friction angle long term (ϕ_d)	-	-	Degree
Soil cohesion (C_u)	0.5-1.0	1.5-2.0	kg/cm ²
Soil wet density (γ_w)	1.85-1.95	1.95-2.05	g/cm ³
Soil module of elasticity (E_s)*	100-200	300-500	kg/cm ²
Soil Poisson ratio (ν)**	0.35-0.4	0.25-0.30	-

پیوست ۵

ظرفیت باربری پی های سطحی،

ضریب عکس العمل بستر و ضرایب فشار جانبی خاک

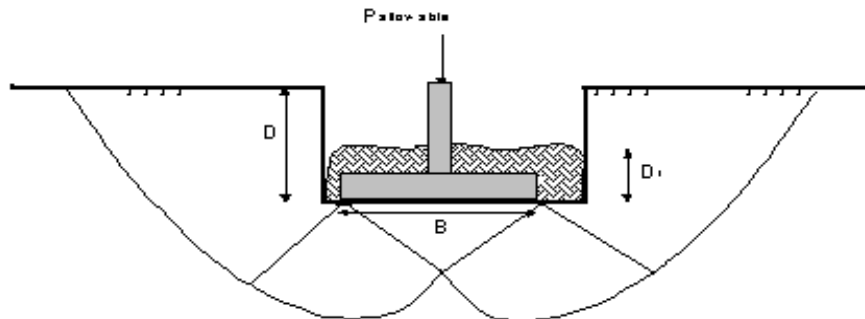
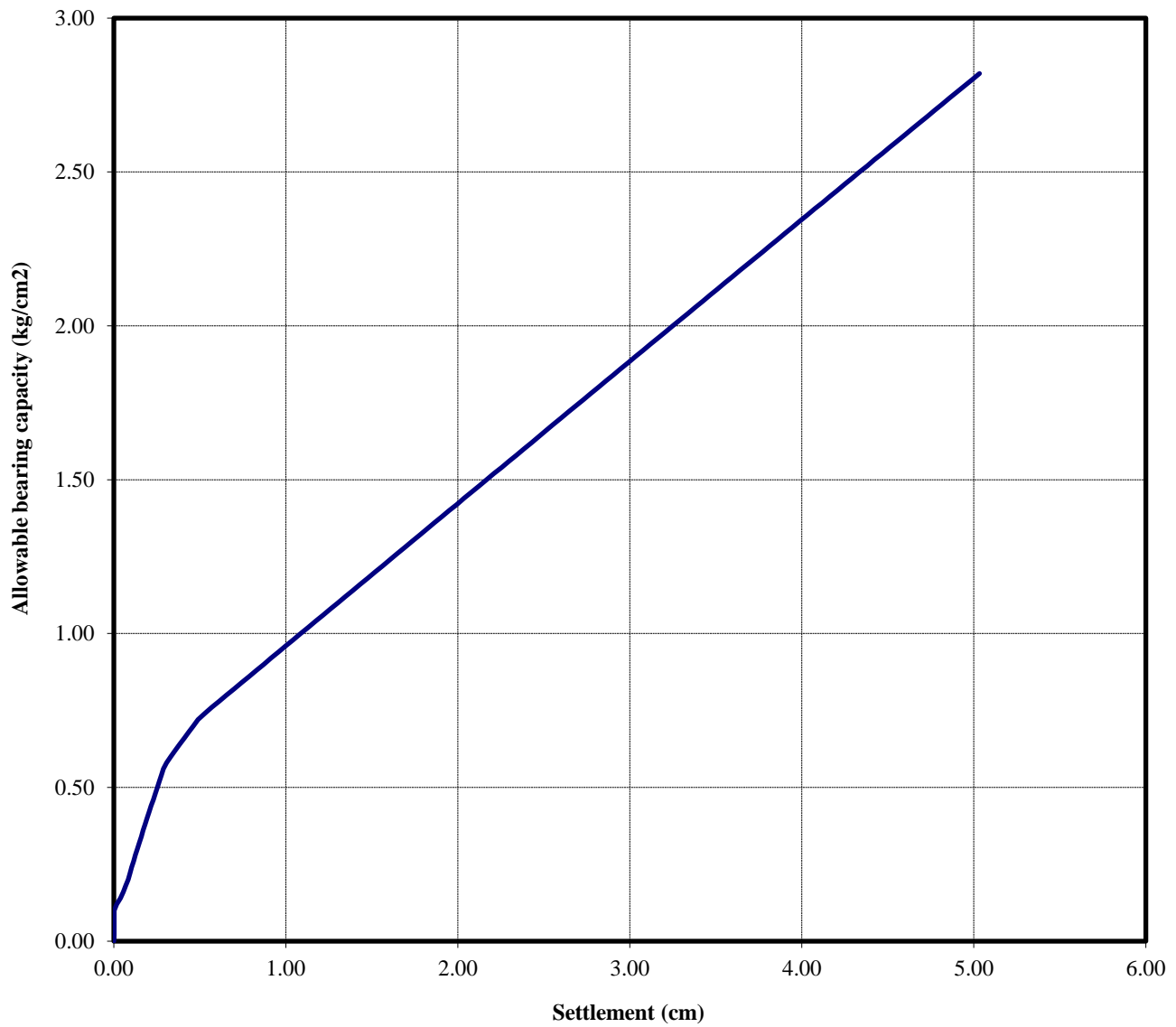
Shallow Foundation - (Zone I)-W-018S



D = 1m
Df = 1m

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

Mat Foundation-12m*20m
W-018S (BH-FL-1) -(Zone I)



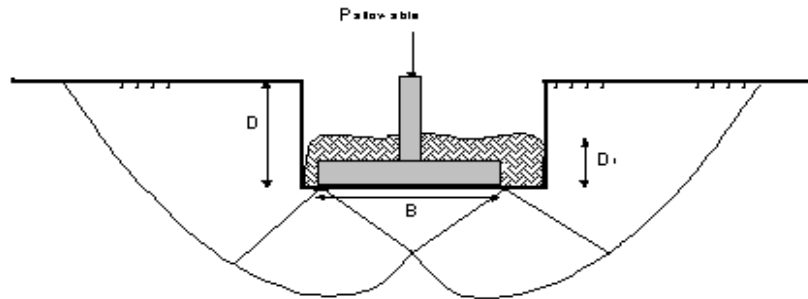
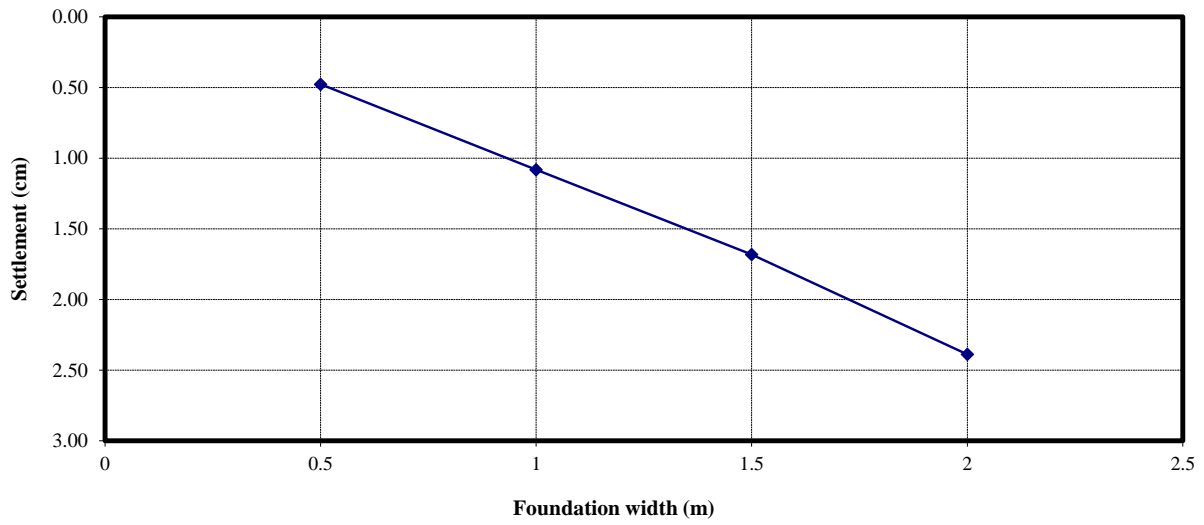
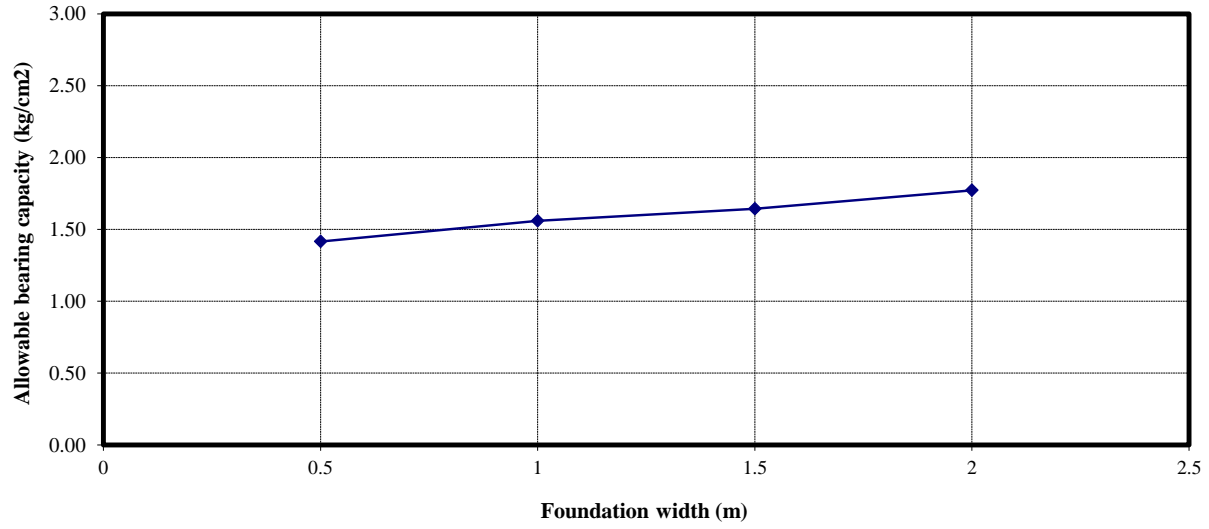
$D = 3m$
 $D_f = 1m$

Notes:

D : Depth of footing with respect to ground surface

D_f : Depth of footing embedment

Strip Foundation (Zone II)-W-018S



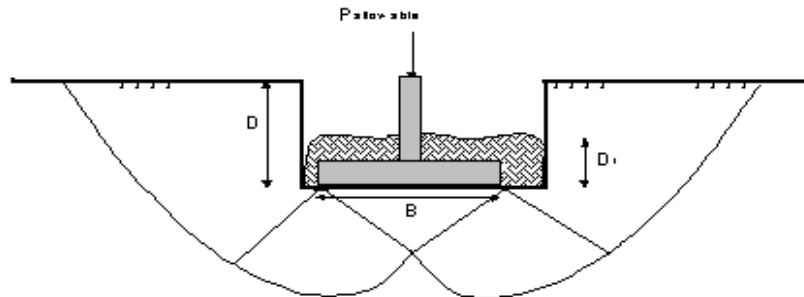
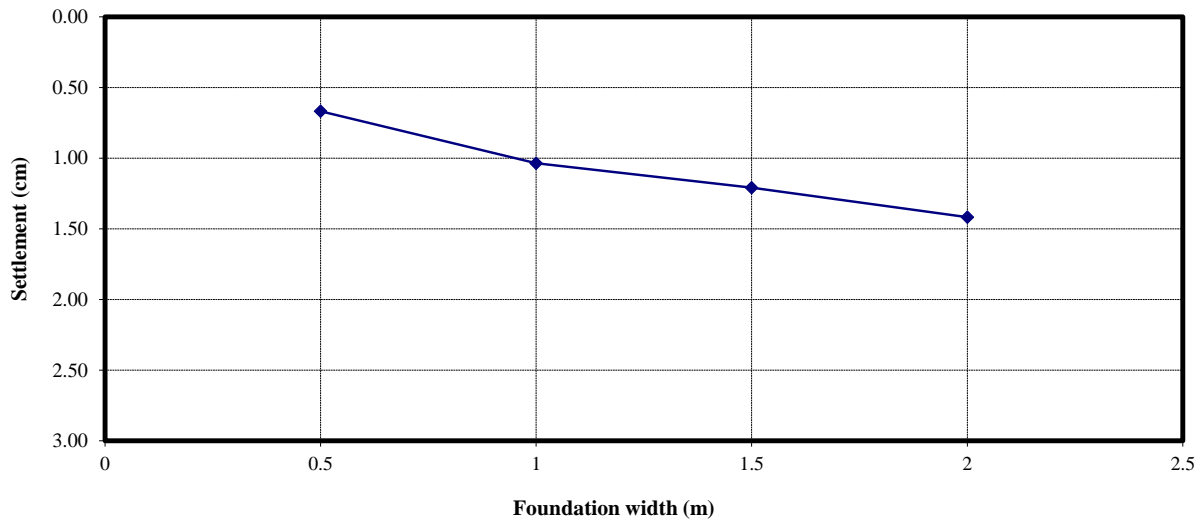
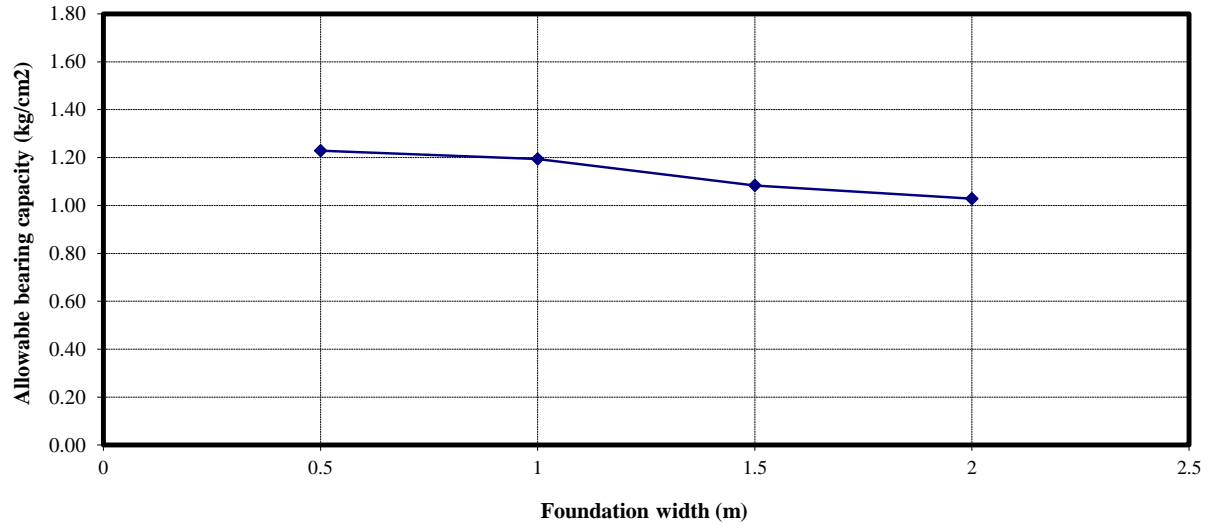
$L/B = 10$
 $D = 1m$
 $D_f = 1m$

Notes:

D : Depth of footing with respect to ground surface

D_f : Depth of footing embedment

Strip Foundation (Zone III)-W-018S



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

Notes:

D : Depth of footing with respect to ground surface

D_f : Depth of footing embedment

مدول عكس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر در گمانه ماشینی BH-FL-1- زون یک

$B(m)$	مدول عكس العمل بستر (kg/cm^3) $D=1(m), Zone I$			
	$L/B=1$	$L/B=2$	$L/B=5$	$L/B=10$
1.0	1.54	1.32	1.11	1.06
2.0	1.04	0.85	0.79	0.75
3.0	0.77	0.69	0.65	0.64
4.0	0.68	0.61	0.58	0.58
5.0	0.62	0.57	0.55	0.54

مدول عكس العمل بستر پی گسترده برای عمق ۳ متر در گمانه ماشینی BH-FL-1- زون یک

ابعاد پی گسترده (m)	عمق استقرار (m)	میزان نشست (cm)	مدول عكس العمل بستر (kg/cm^3) Zone I		
			گوشه پی	لبه پی	وسط پی
12×20	3.0	5	2.24	1.12	0.56

مدول عكس العمل بستر پی نواری برای عمق یک متر در گمانه ماشینی BH-FL-2 الی BH-FL-6- زون ۲ و ۳

عرض پی (m)	مدول عكس العمل بستر (kg/cm^3) $L/B=10, D=1 m$	
	Zone II	Zone III
	0.5	2.97
1.0	1.44	1.15
1.5	0.98	0.90
2.0	0.74	0.73

ضرایب فشار جانبی برای لایه‌های خاک طبیعی

ضرایب فشار جانبی	علامت مشخصه	مقادیر عددی $\Phi = 30^\circ - 33^\circ$ برای لایه طبیعی خاک ریزدانه غیر چسبنده و درشت دانه تا عمق یک متر - زون ۲
ضریب فشار جانبی سکون	K_0	۰/۵-۰/۴۶
ضریب فشار جانبی محرک در حالت استاتیکی	K_a	۰/۳۳-۰/۲۹
ضریب فشار جانبی مقاوم در حالت استاتیکی	K_p	۳/۰۰-۳/۳۹

پیوست ۶

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

Bearing capacity and Settlements are computed using the following computations.

1. The Ultimate Bearing Capacity Calculation

Hansen's Method:

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

When $\Phi = 0$

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

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

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

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

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

2- Elastic Settlement of foundations

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

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

ΔH = Settlement

q_0 = Load

B' = Minimum Dimension of Footing

I_s = Steinbrenner General Influence Factor

I_f = Fuchs Depth influence factor

E_s = Secant Modulus of Soil

μ = Poisson's Ratio

m = Participation Factor

$m = 4$ for center of footing

$m = 2$ for edges

$m = 1$ for corners

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

TABLE 4-5b

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

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

Notes:

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

TABLE 4-5a

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

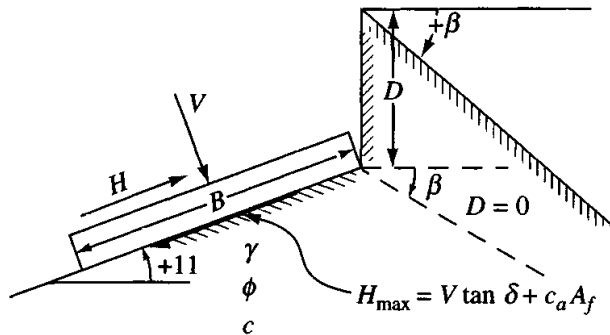
Shape factors	Depth factors
$s'_{c(H)} = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\phi = 0^\circ)$	$d'_c = 0.4k \quad (\phi = 0^\circ)$
$s_{c(H)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$	$d_c = 1.0 + 0.4k$
$s_{c(V)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$	$k = D/B \text{ for } D/B \leq 1$
$s_c = 1.0 \text{ for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

Notes:

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

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

β ϕ



For: $L/B \leq 2$ use ϕ_{tr}

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

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

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

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

c_a = base adhesion (0.6 to 1.0c)

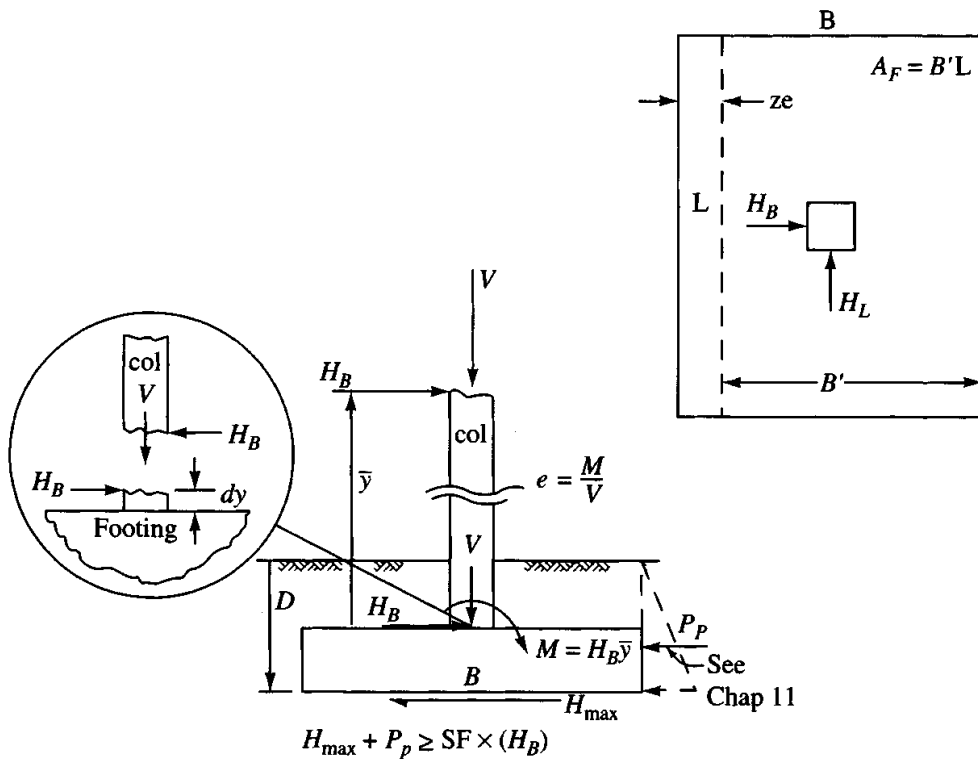
TABLE 4-5c

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

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

Notes:

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



Calculation of consolidation settlement for fully saturated clays

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

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

Pre- consolidated clays:

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

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

S_c = Consolidation settlement for clay layer

C_c = Compressibility index

C_r = Rebound coefficient

H = Thickness of clay layer

e_0 = Initial void ratio

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

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

P_c = Pre-consolidation pressure in clay layer

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

IMMEDIATE SETTLEMENT COMPUTATIONS

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

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

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

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

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

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

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

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

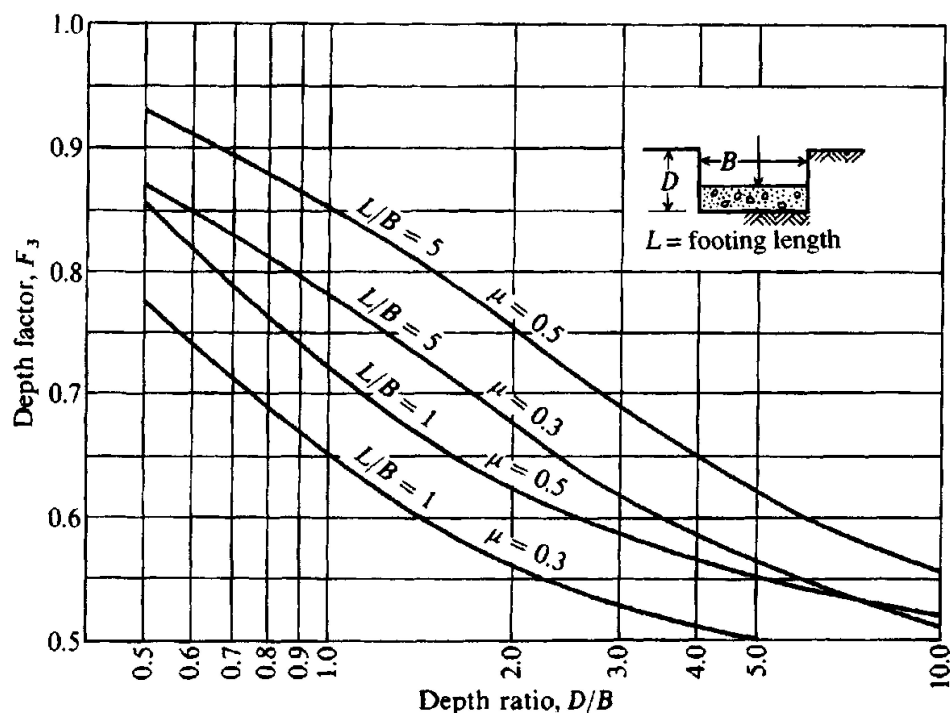


TABLE 5-2

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

N	$M = 1.0$	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.2	$I_1 = 0.009$	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
	$I_2 = 0.041$	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043
0.4	0.033	0.032	0.031	0.030	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.027	0.027
	0.066	0.068	0.069	0.070	0.070	0.071	0.071	0.072	0.072	0.073	0.073
0.6	0.066	0.064	0.063	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057	0.056	0.056	0.055
	0.079	0.081	0.083	0.085	0.087	0.088	0.089	0.090	0.091	0.091	0.092
0.8	0.104	0.102	0.100	0.098	0.096	0.095	0.093	0.092	0.091	0.090	0.089
	0.083	0.087	0.090	0.093	0.095	0.097	0.098	0.100	0.101	0.102	0.103
1.0	0.142	0.140	0.138	0.136	0.134	0.132	0.130	0.129	0.127	0.126	0.125
	0.083	0.088	0.091	0.095	0.098	0.100	0.102	0.104	0.106	0.108	0.109
1.5	0.224	0.224	0.224	0.223	0.222	0.220	0.219	0.217	0.216	0.214	0.213
	0.075	0.080	0.084	0.089	0.093	0.096	0.099	0.102	0.105	0.108	0.110
2.0	0.285	0.288	0.290	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.291	0.290	0.289
	0.064	0.069	0.074	0.078	0.083	0.086	0.090	0.094	0.097	0.100	0.102
3.0	0.363	0.372	0.379	0.384	0.389	0.393	0.396	0.398	0.400	0.401	0.402
	0.048	0.052	0.056	0.060	0.064	0.068	0.071	0.075	0.078	0.081	0.084
4.0	0.408	0.421	0.431	0.440	0.448	0.455	0.460	0.465	0.469	0.473	0.476
	0.037	0.041	0.044	0.048	0.051	0.054	0.057	0.060	0.063	0.066	0.069
5.0	0.437	0.452	0.465	0.477	0.487	0.496	0.503	0.510	0.516	0.522	0.526
	0.031	0.034	0.036	0.039	0.042	0.045	0.048	0.050	0.053	0.055	0.058
6.0	0.457	0.474	0.489	0.502	0.514	0.524	0.534	0.542	0.550	0.557	0.563
	0.026	0.028	0.031	0.033	0.036	0.038	0.040	0.043	0.045	0.047	0.050
7.0	0.471	0.490	0.506	0.520	0.533	0.545	0.556	0.566	0.575	0.583	0.590
	0.022	0.024	0.027	0.029	0.031	0.033	0.035	0.037	0.039	0.041	0.043
8.0	0.482	0.502	0.519	0.534	0.549	0.561	0.573	0.584	0.594	0.602	0.611
	0.020	0.022	0.023	0.025	0.027	0.029	0.031	0.033	0.035	0.036	0.038
9.0	0.491	0.511	0.529	0.545	0.560	0.574	0.587	0.598	0.609	0.618	0.627
	0.017	0.019	0.021	0.023	0.024	0.026	0.028	0.029	0.031	0.033	0.034
10.0	0.498	0.519	0.537	0.554	0.570	0.584	0.597	0.610	0.621	0.631	0.641
	0.016	0.017	0.019	0.020	0.022	0.023	0.025	0.027	0.028	0.030	0.031
20.0	0.529	0.553	0.575	0.595	0.614	0.631	0.647	0.662	0.677	0.690	0.702
	0.008	0.009	0.010	0.010	0.011	0.012	0.013	0.013	0.014	0.015	0.016
500.0	0.560	0.587	0.612	0.635	0.656	0.677	0.696	0.714	0.731	0.748	0.763
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

TABLE 5-2

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

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

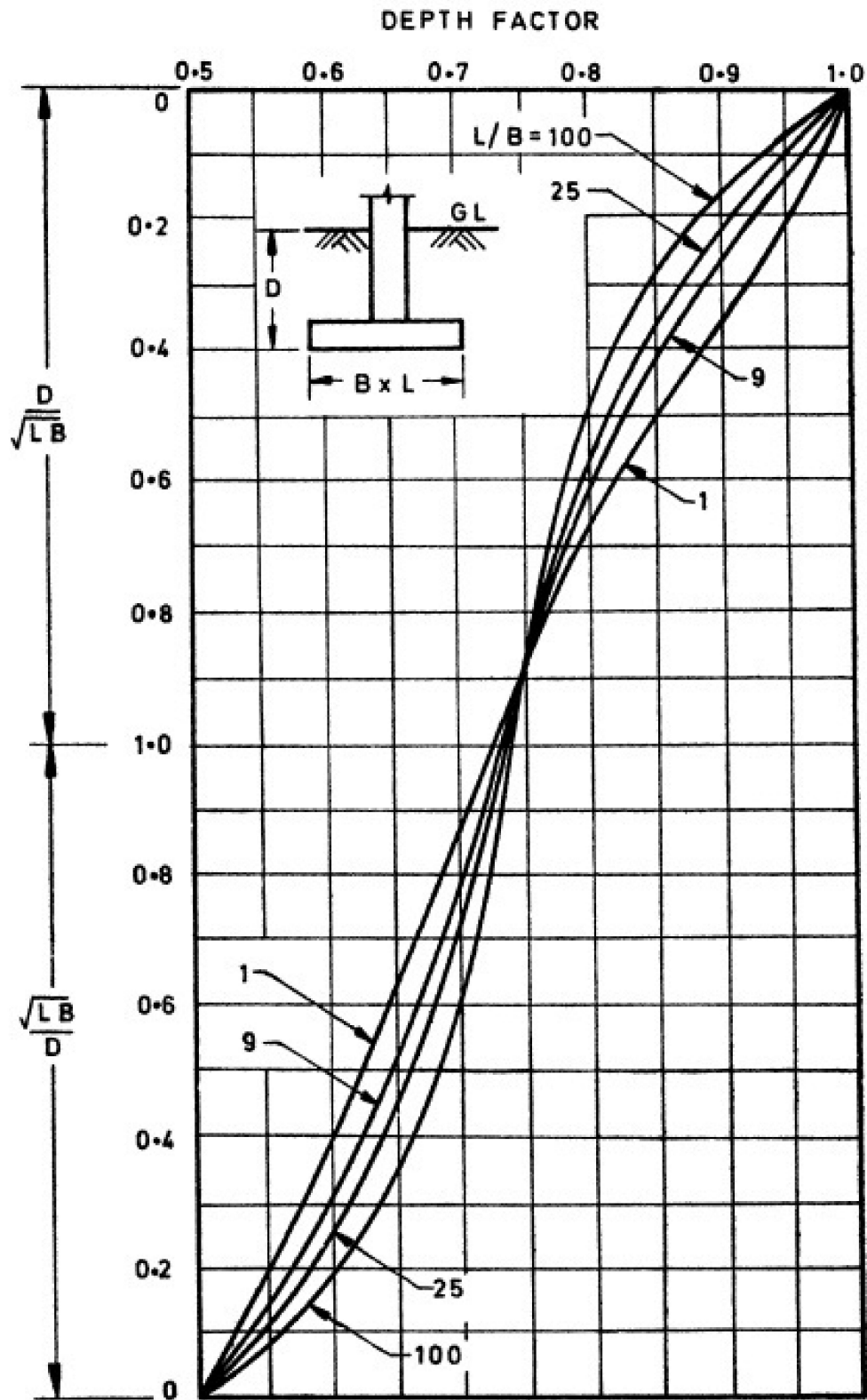


FIG. 12 FOX'S CORRECTION CURVES FOR SETTLEMENTS OF FLEXIBLE RECTANGULAR FOOTINGS OF $L \times B$ AT DEPTH D

نمودارهای فاکس برای نشست پی های انعطاف پذیر مستطیلی

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

میزان نشست مجاز سازه ها مطابق Bowels

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

میزان نشست مجاز پی ها براساس مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان

Structure	On sand or hard clay	On plastic clay	Average max. settlement, mm
Crane runway	0.003	0.003	
Steel and concrete frames	0.002	0.002	100
End rows of brick-clad frame	0.0007	0.001	150
Where strain does not occur	0.005	0.005	
Multistory brick wall			25 $L/H \geq 2.5$
L/H to 3	0.0003	0.0004	100 $L/H \leq 1.5$
Multistory brick wall			
L/H over 5	0.0005	0.0007	
One-story mill buildings	0.001	0.001	
Smokestacks, water towers, ring foundations	0.004	0.004	300

Structures on permafrost

Reinforced concrete	0.002–0.0015	150 at 40 mm/year†
Masonry, precast concrete	0.003–0.002	200 at 60 mm/year
Steel frames	0.004–0.0025	250 at 80 mm/year
Timber	0.007–0.005	400 at 129 mm/year

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

طبقه زمین بر اساس آیین نامه UBC

TABLE 16-J—SOIL PROFILE TYPES

SOIL PROFILE TYPE	SOIL PROFILE NAME/GENERIC DESCRIPTION	AVERAGE SOIL PROPERTIES FOR TOP 100 FEET (30 480 mm) OF SOIL PROFILE		
		Shear Wave Velocity, \bar{V}_s feet/second (m/s)	Standard Penetration Test, \bar{N} [or \bar{N}_{60} for cohesionless soil layers] (blows/foot)	Undrained Shear Strength, \bar{s}_u psf (kPa)
S_A	Hard Rock	> 5,000 (1,500)	—	—
S_B	Rock	2,500 to 5,000 (760 to 1,500)		
S_C	Very Dense Soil and Soft Rock	1,200 to 2,500 (360 to 760)	> 50	> 2,000 (100)
S_D	Stiff Soil Profile	600 to 1,200 (180 to 360)	15 to 50	1,000 to 2,000 (50 to 100)
S_E^1	Soft Soil Profile	< 600 (180)	< 15	< 1,000 (50)
S_F	Soil Requiring Site-specific Evaluation. See Section 1629.3.1.			

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

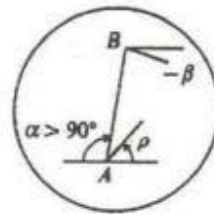
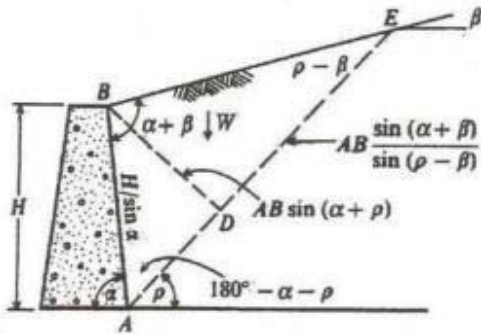
طبقه بندی نوع زمین (نقل از استاندارد ۲۸۰۰- ویرایش ۴)

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

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

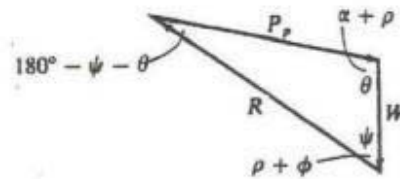
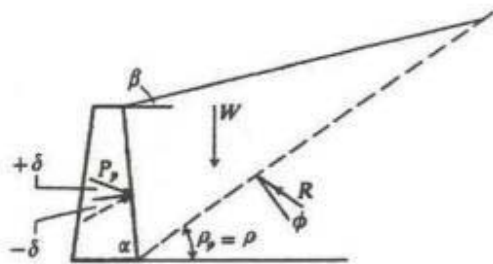
$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

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



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

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



(b) گوه گسیختگی برای فشار مقاوم خاک

(c) چند ضلعی نیرو برای تعیین نیروی مقاوم خاک

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

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

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

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

ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله)

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

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

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

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

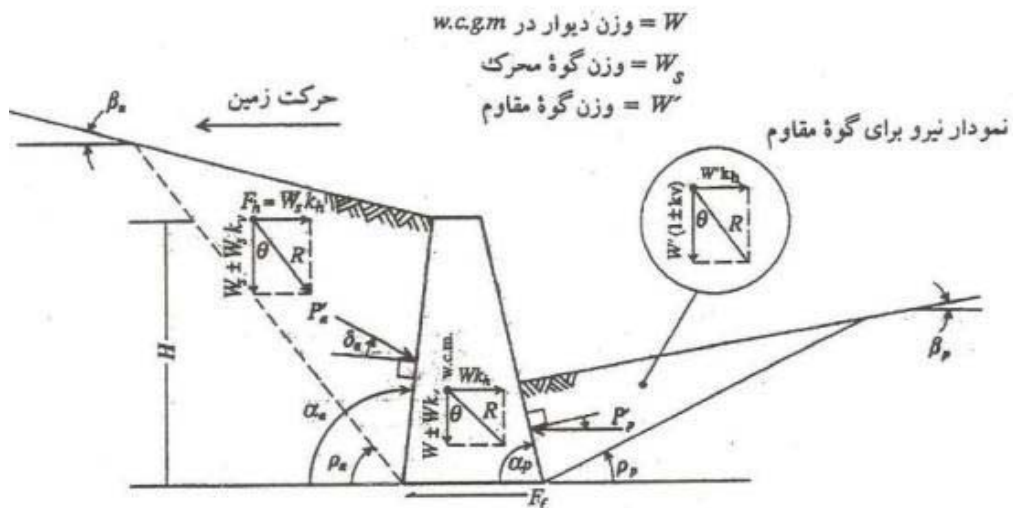
$$K_{pve} = K_{pe} \cdot \sin(\delta + \alpha_p)$$

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

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

K_h : Earthquake Horizontal Coefficient

K_v : Earthquake Vertical Coefficient



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

پیوست ۷

مراجع

References:

ASTM:

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

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

API650: API Standard 650 welded tanks for oil storage

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

UBC97: 1997 UNIFORM BUILDING CODE

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

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

ACI: Concrete, Aggregate. "American concrete institute

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

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

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

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