



|                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                              |       |          |      |         |           |                                                                                    |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------|---------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <br><b>شماره پیمان:</b><br>053 - 073 - 9184 | <p align="center"> <b>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</b><br/> <b>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</b><br/> <b>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</b><br/> <b>مربوط به موقعیت W-035</b> </p> |       |          |      |         |           |  |       |
|                                                                                                                              | <b>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035</b>                                                                                                                                                                              |       |          |      |         |           | شماره صفحه: 2 از 52                                                                |       |
|                                                                                                                              | نسخه                                                                                                                                                                                                                         | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری                                                                          | پروژه |
|                                                                                                                              | D03                                                                                                                                                                                                                          | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W035                                                                               | BK    |

### REVISION RECORD SHEET

| PAGE | D00 | D01 | D02 | D03 | D04 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1    | X   | Y   | Y   | X   |     |
| 2    | X   | Y   | Y   | X   |     |
| 3    | X   |     |     |     |     |
| 4    | X   |     |     |     |     |
| 5    | X   |     |     |     |     |
| 6    | X   |     |     |     |     |
| 7    | X   |     | Y   |     |     |
| 8    | X   |     |     |     |     |
| 9    | X   | X   |     |     |     |
| 10   | X   |     | X   |     |     |
| 11   | X   |     |     |     |     |
| 12   | X   |     |     |     |     |
| 13   | X   |     |     |     |     |
| 14   | X   |     |     |     |     |
| 15   | X   |     |     |     |     |
| 16   | X   |     |     |     |     |
| 17   | X   |     |     |     |     |
| 18   | X   |     |     |     |     |
| 19   | X   |     |     |     |     |
| 20   | X   |     |     |     |     |
| 21   | X   |     |     |     |     |
| 22   | X   |     |     |     |     |
| 23   | X   |     |     |     |     |
| 24   | X   |     |     |     |     |
| 25   | X   |     |     |     |     |
| 26   | X   |     |     |     |     |
| 27   | X   |     |     |     |     |
| 28   | X   |     |     |     |     |
| 29   | X   |     |     |     |     |
| 30   | X   |     | X   |     |     |
| 31   | X   |     |     |     |     |
| 32   | X   |     |     |     |     |
| 33   | X   |     |     |     |     |
| 34   | X   |     |     |     |     |
| 35   | X   |     | X   |     |     |
| 36   | X   |     | X   |     |     |
| 37   | X   |     |     |     |     |
| 38   | X   |     |     |     |     |
| 39   | X   |     |     |     |     |
| 40   | X   |     |     |     |     |
| 41   | X   |     |     |     |     |
| 42   | X   |     |     |     |     |
| 43   | X   |     |     |     |     |
| 44   | X   |     |     |     |     |
| 45   | X   |     | Y   |     |     |
| 46   | X   |     | Y   |     |     |
| 47   | X   |     |     |     |     |
| 48   | X   |     | Y   |     |     |
| 49   | X   |     | Y   |     |     |
| 50   |     | Y   | Y   |     |     |
| 51   |     | Y   | Y   |     |     |
| 52   |     |     | Y   |     |     |
| 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  |     |     |     |     |     |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <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 W-035</p> |           |           |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                             | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 3 از 52                                                               |
|                                                                                  | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                  | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |

### فهرست مطالب

|         |                                                                                 |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 6.....  | مقدمه                                                                           |
| 8.....  | فصل 1- مشخصات عمومی پروژه.....                                                  |
| 13..... | فصل 2- زمین شناسی عمومی، زمین ساخت گستره طرح و وضعیت کلی لرزه خیزی ساختگاه..... |
| 19..... | فصل 3- کاوشهای صحرایی.....                                                      |
| 31..... | فصل 4- آزمایشهای آزمایشگاهی.....                                                |
| 36..... | فصل 5- پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی.....                          |
| 38..... | فصل 6- ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی.....                                   |
| 44..... | فصل 7- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایدارسازی گود.....                        |
| 48..... | فصل 8- جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی.....                                |
| 52..... | فصل 9-.....                                                                     |

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                               |  |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |            |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 4 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                      |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                      |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                      |

## فهرست اشکال

- 11 شکل 1-1- موقعیت قرارگیری گمانه‌های ماشینی محل پروژه در موقعیت بسته‌ی W-035 در Google Earth.....
- 12 شکل 1-- موقعیت بسته‌ی W-035 نسبت به کل پروژه در Google Earth- نقشه ارسالی از کارفرمای محترم.....
- 14 شکل 1-2- نمایش تقریبی محور خلیج فارس.....
- 15 شکل 2-2- تقسیمبندی زاگرس از نظر Alavi سال 2004.....
- 17 شکل 2-3- نمایی از گسل‌های محدوده مورد مطالعه.....
- 18 شکل 2-4- موقعیت بسته‌ی W-035 در نقشه زمین‌شناسی بوشهر در منطقه بینک به مقیاس 1:100000.....
- 19 شکل 3-1- جانمایی محل حفر گمانه‌های ماشینی در موقعیت بسته‌ی W-035.....
- شکل 3-2- جانمایی محل حفر گمانه‌های ماشینی در موقعیت بسته‌ی W-035 نسبت به مسیرهای خط لوله- نقشه ارسالی از کارفرمای محترم.....
- 20
- 21 **موقعیت بسته‌ی W-035**.....
- شکل 3-3- موقعیت قرارگیری محل حفر گمانه‌های ماشینی در موقعیت بسته‌ی W-035 - نقشه ارسالی از کارفرمای محترم.....
- 21
- جدول 3-1. مشخصات کلی گمانه‌های ماشینی موقعیت بسته‌ی W-035.....
- 25 شکل 3-4- تغییرات نتایج ضربات SPT (اصلاح نشده) و میزان نفوذ متناظر برحسب عمق بسته‌ی W-035.....
- 26 شکل 3-5- حدود مقاومت الکتریکی برای خاک‌های مختلف.....
- 28 شکل 3-6- تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب عمق در بسته‌ی W-035.....
- شکل 4-1- گمانه‌های ماشینی در محدوده مورد مطالعه موقعیت بسته‌ی W-035.....
- 32 شکل 4-2- موقعیت بسته‌ی W-035 - نقشه ارسالی از کارفرمای محترم.....
- 33 شکل 4-3- موقعیت قرارگیری بسته‌ی W-035 نسبت به سایر بسته‌های بخش تحت الارض- نقشه ارسالی از کارفرمای محترم.....
- 34
- شکل 6-1. مدلسازی فنر وینکلر.....
- 41 شکل 6-2. مدل سازی فنرهای کوپله.....
- 41
- شکل 6-3. تقسیم بندی سطح پی در روش شبه کوپل.....
- 42



| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                              |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|---------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه: 5 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                     |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                     |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                     |

#### فهرست جداول

|           |                                                                                     |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| جدول 1-3. | مشخصات کلی گمانه های ماشینی موقعیت بسته ی W-035                                     | 21 |
| جدول 2-3. | ضرایب اصلاح اعداد SPT پیشنهادی (Seed et al. (2003                                   | 23 |
| جدول 3-3. | رابطه تراکم خاک درشت دانه و عدد $N_{SPT}$ (ترزاقی و پک 1948)                        | 24 |
| جدول 4-3. | رابطه تراکم خاک ریزدانه و عدد $N_{SPT}$ (ترزاقی و پک 1967)                          | 24 |
| جدول 3-5. | مقاومت ویژه میانگین قرائت شده برای اعماق مختلف در هر محل بر حسب اهم متر ...         | 27 |
| جدول 3-6. | خوردگی خاک طبق مقاومت الکتریکی (British Standard BS-1377)                           | 29 |
| جدول 3-7. | مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه                                                 | 29 |
| جدول 3-8. | مشخصات و نتایج آزمایش CBR                                                           | 30 |
| جدول 4-1. | مشخصات آزمایش های آزمایشگاهی                                                        | 31 |
| جدول 5-1. | مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی                | 36 |
| جدول 5-2. | طبقه بندی پتانسیل تورم                                                              | 37 |
| جدول 6-1. | مدول عکس العمل بستر پی مربعی، مستطیلی و نواری برای عمق یک متر                       | 43 |
| جدول 6-2. | مدول عکس العمل بستر پی گسترده برای عمق یک متر                                       | 43 |
| جدول 7-1. | ضرایب فشار جانبی برای لایه های خاک طبیعی با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز دانه ای |    |

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |            |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |            |         |      |          |       | شماره صفحه : 6 از 52                                                               |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |

## مقدمه

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

جلد یازدهم: ایستگاه تقویت فشار جدید- بخش سطح الارض

جلد دوازدهم: مسیر خط لوله 4 و 8 اینچی

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                              |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 7 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                      |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                      |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                      |

در این بخش از پروژه، شناخت لایه‌های زیر سطحی و تعیین پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک در محل مربوط به موقعیت بسته‌ی W-035 شامل خط جریانی به طول 4157 متر 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 صحرایی توسط گروه حفاری و کارشناسی این مهندسين مشاور آغاز گردید.

این گزارش، حاوی نتایج حاصل از حفاری 3 گمانه ماشینی، آزمایشات صحرایی و آزمایشات آزمایشگاهی به همراه مشاهدات و بازدیدهای میدانی در موقعیت بسته‌ی W-035 (BH-WH-3, BH-FL-28,29) است. بر اساس نتایج حاصل از این عملیات و انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی، پارامترهای مربوط به لایه‌های خاک در محل پروژه برآورد و در پایان نیز ضمن جمع‌بندی و نتیجه‌گیری، توصیه‌های فنی مرتبط با پروژه ارائه شده است. این گزارش در قالب 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 صحرایی.
- ✓ فصل چهارم، شرح آزمایش‌های آزمایشگاهی.
- ✓ فصل پنجم، پارامترهای طراحی.
- ✓ فصل ششم، تعیین ظرفیت باربری مجاز شالوده‌های سطحی به همراه محاسبه نشست و ارائه نمودارهای مربوطه.
- ✓ فصل هفتم، تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت سکون، محرک و مقاوم در شرایط استاتیکی و دینامیکی.
- ✓ فصل هشتم، جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و توصیه‌های فنی.
- ✓ فصل نهم، پیوست‌های گزارش.

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <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 W-035</p> |           |           |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:                                                                     | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 8 از 52                                                               |
| 053 - 073 - 9184                                                                 | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                  | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |

## 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- مراجع و استانداردها

IPS:

- a. IPS-E-CE-۱۱۰ Engineering standard for soil engineering.
- b. IPS-E-CE-۱۲۰ Engineering standard for foundations.
- c. IPS-E-CE-۱۴۰ Engineering standard for retaining walls & slop protection.
- d. IPS-C-CE-۱۱۲ Construction standard for Earth works.
- e. IPS-C-CE-۱۳۲ Construction standard for piles and retaining walls.

ASTM:

- f. D۴۲۲-۶۳ Method for particle-size analysis of soils
- g. D۴۳۱۸-۸۴ Test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soil.
- h. D۴۲۷-۸۳ Test method for shrinkage factors of soils.
- i. D۱۱۹۴-۷۲ Test method for bearing capacity of soil for static load on spread footing.
- j. D۱۵۵۷-۷۸ Test method for moisture density relations of soil and soil-aggregate mixtures
- k. D۱۵۸۶-۸۴ Test method for penetrations test and split-barrel sampling of soils.
- l. D۲۱۶۶-۶۶ Test method for unconfined compressive strength of cohesive soil.
- m. D۲۲۱۶-۸۰ Test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil, rock and soil-aggregate mixtures
- n. D۲۴۳۴-۵۸ Test method for permeability of granular soils (constant head)
- o. D۲۸۵۰-۸۲ Test method for unconsolidated, undrained strength of cohesive soil in tri-axial Compression
- p. D۳۰۸۰-۷۲ method for direct shear test of soil under consolidated drained conditions.

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |      |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |            |         |      |          |      |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |            |         |      |          |      | شماره صفحه: 9 از 52                                                                |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سرال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001 | D03                                                                                |

## 1-2- اهداف مطالعات

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

- ✓ بررسی اجمالی زمین شناسی و لرزه خیزی عمومی منطقه و محل پروژه.
- ✓ تعیین نوع، ضخامت و تراکم نسبی لایه های خاک.
- ✓ تعیین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک زیر سطحی و هشدار از وجود خاک های مسئله دار.
- ✓ بررسی پتانسیل روانگرایی خاک بر اساس گمانه های اجرا شده.
- ✓ برآورد ظرفیت باربری مجاز و نشست شالوده برای پی های منفرد، نواری و گسترده.
- ✓ ضریب واکنش بستر برای شالوده ها.
- ✓ تعیین ضرایب فشارهای جانبی خاک جهت طرح دیوار حائل در شرایط استاتیکی و دینامیکی.
- ✓ تعیین خصوصیات شیمیایی خاک و آب (در صورت برخورد، شامل pH،  $CL^-$ ،  $SO_4^{4-}$  و ...) و تعیین نوع سیمان مصرفی در بتن شالوده ها.
- ✓ تعیین نوع زمین و طبقه بندی آن از نظر درجه بندی خطر نسبی زلزله و تعیین ضرایب زلزله محل مطابق استاندارد 2800، نشریه 038 تاسیسات صنعت نفت و براساس آیین نامه های API650، ASCE، UBC97 و تعیین کلیه پارامترهای لازم منجمله Near Feild جهت محاسبات نیروی زلزله.
- ✓ ارائه توصیه های فنی مورد نیاز.

## 1-3- محدودیت ها

این گزارش بر مبنای قرارداد منعقد فیما بین تهیه گردیده است و می بایست براساس شرایط و محدودیت های ذکر شده در آن مورد استفاده قرار گیرد. مشاهدات و نتیجه گیری های شرح داده شده در این گزارش بر اساس نتایج حاصل از مطالعات ژئوتکنیک پروژه و صرفاً بر مبنای محدوده خدمات ذکر شده در قرارداد تنظیم گردیده اند و این شرکت مسئولیتی در قبال شرایط و نتیجه گیری هایی که نیازمند انجام خدمات خارج از محدوده قرارداد هستند، ندارد. این گزارش برای استفاده انحصاری در ارتباط با پروژه طرح نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک در بخش سطح الارض، موقعیت بسته ی W-035 می باشد که براساس درخواست شرکت مهندسی هیرگان انرژی تهیه شده است. استفاده از این گزارش توسط شخص یا شرکت دیگری غیر از کارفرمای محترم و اعضای تیم طراحی مرتبط با آن جهت اهداف و کاربردهای دیگر مگر با مجوز کتبی از کارفرمای محترم ممنوع 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 ماشینیه مطالعاتی طبق شرح خدمات ابلاغی کارفرمای محترم انجام گرفته 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 جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W-035</p>                                                                          |  |         |           |            |         |      |          |       |      |    |      |       |     |    |    |      |
| شماره پیمان:                                                                     | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                                                                                                        | شماره صفحه : 10 از 52                                                              |         |           |            |         |      |          |       |      |    |      |       |     |    |    |      |
| 053 - 073 - 9184                                                                 | <table><tr><td>پروژه</td><td>بسته کاری</td><td>صادر کننده</td><td>تسهیلات</td><td>رشته</td><td>نوع مدرک</td><td>سریال</td><td>نسخه</td></tr><tr><td>BK</td><td>W035</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D03</td></tr></table> |                                                                                    | پروژه   | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W035 | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 |
| پروژه                                                                            | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                      | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته      | نوع مدرک   | سریال   | نسخه |          |       |      |    |      |       |     |    |    |      |
| BK                                                                               | W035                                                                                                                                                                                                                                                           | PEDCO                                                                              | 110     | GT        | RT         | 0001    | D03  |          |       |      |    |      |       |     |    |    |      |

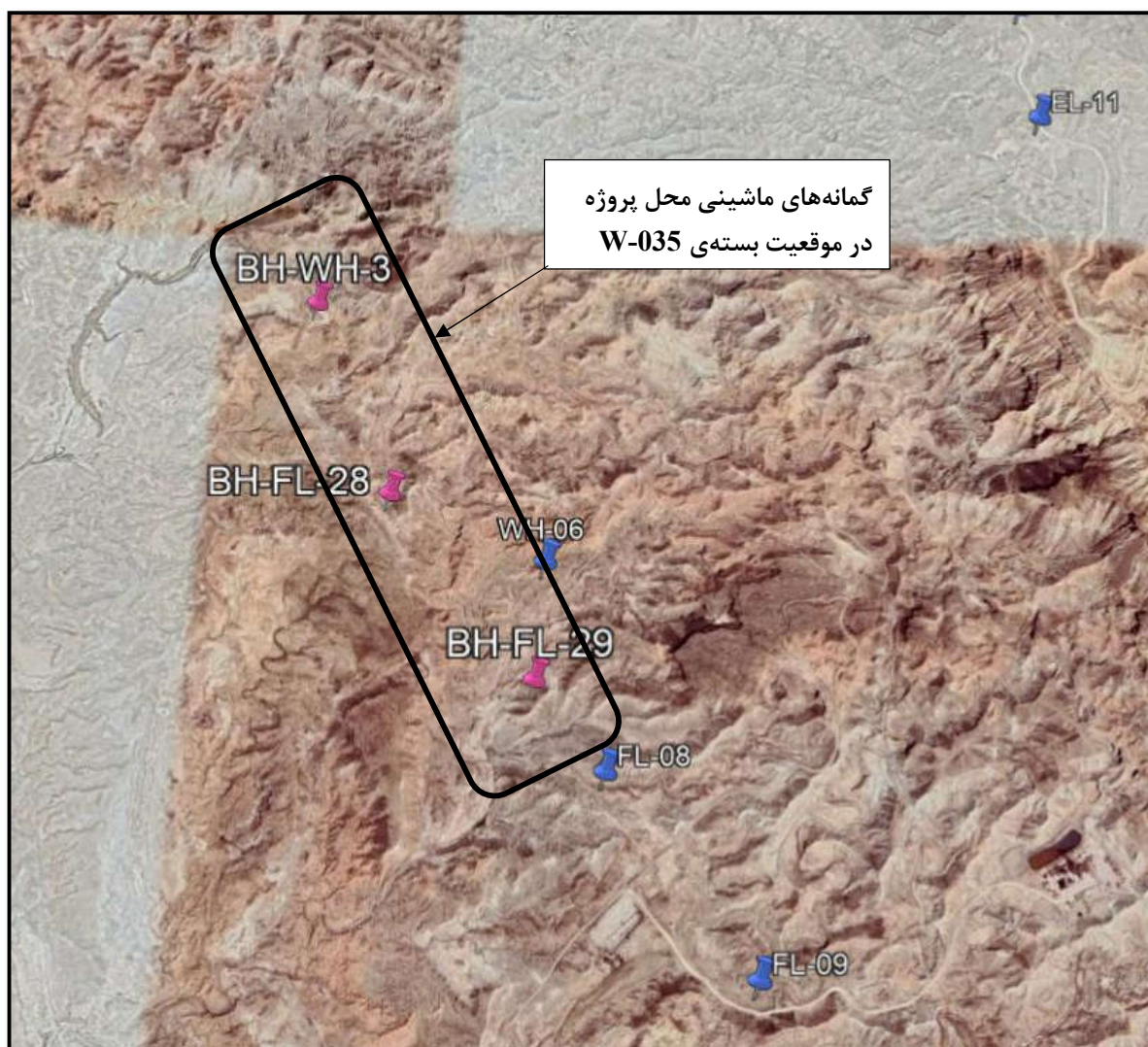
این گزارش منعکس کننده شرایط ساختگاه اعم از نوع و مشخصات لایه ها و عمق آب بر مبنای مشاهدات و نتایج به دست آمده در زمان آماده سازی گزارش و صرفاً برای ارائه وضعیت لایه ها در محل 3 گمانه ماشینی BH-WH-3 و BH-FL-29, BH-FL-28 در موقعیت بسته ی W-035 تهیه شده است. گذشت زمان و تأخیر در اجرای پروژه ممکن است منجر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

#### 4-1- مشخصات کلی طرح

مطابق اطلاعات دریافتی از کارفرمای محترم، پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک ( بسته بینک) در بخش تحت الارض با هدف ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و مسیر خطوط جریانی و مسیر برق رسانی مربوطه و در بخش سطح الارض با هدف احداث خطوط لوله 4 اینچ روزمینی انتقال سیال، خط لوله 8 اینچ زیرزمینی انتقال گاز و ایستگاه تقویت فشار گازی تعریف شده است. بخش تحت الارض شامل 55 گمانه ماشینی در 10 سایت تاسیسات سرچاهی، مسیر خط لوله و مسیر برق رسانی می باشد. بخش سطح الارض شامل 89 گمانه ماشینی در خط لوله زیرزمینی 8 اینچ به طول 44 کیلومتر، 9 گمانه ماشینی در خط لوله روزمینی 4 اینچ به طول 5/2 کیلومتر و 6 گمانه ماشینی در ایستگاه تقویت فشار جدید است، شایان ذکر است خط لوله روزمینی 4 اینچ انتقال سیال به طول 5/2 کیلومتر و گمانه های ماشینی BH-FL-13 الی BH-FL-17 در بسته ی کاری W-046 بعد از حفر گمانه های ماشینی این دو بخش توسط کارفرمای محترم از دستور کار حذف شده است. گزارش حاضر دربرگیرنده نتایج مطالعات ابلاغی موقعیت بسته ی W-035 شامل خط جریانی به طول 4157 متر در بخش سطح الارض می باشد. با توجه به نقشه ها در محدوده مختصات های ارسالی از سمت کارفرمای محترم، پی گسترده با ابعاد 20×12 متر و پی های سطحی مربعی، مستطیلی و نواری جهت طراحی در این بسته ی کاری در نظر گرفته شده است. در شکل 1-1 و 2-1 نمایی از گمانه های ماشینی و محدوده سایت مورد مطالعه در نقشه ماهواره ای و نقشه های ارسالی از کارفرمای محترم در سایت مذکور ارائه شده است.



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |           |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 11 از 52                                                              |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |



شکل 1-1- موقعیت قرارگیری گمانه های ماشینی محل پروژه در موقعیت بسته ی W-035 در Google Earth



شکل 1-2- موقعیت بسته‌ی W-035 نسبت به کل پروژه در Google Earth- نقشه ارسالی از کارفرمای محترم



| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                              |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 13 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

## 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 کیلومترمربع را زیر پوشش دارد. ژرفای میانگین آن حدود 35 متر و ژرف ترین نقطه آن در کرانه ایرانی تنگه هرمز 165 متر و میانگین آن در کناره های محور، 74 تا 92 متر است. از نظر ریخت شناسی، خلیج فارس نامتقارن و شیب ساحل عربی (جنوبی) آن آرام تر از ساحل ایرانی (شمالی) است. کرانه ایرانی این دریا، از سازندهای سخت و بلند با ریختار خطی ساخته شده و با واسطه یک دشت ساحلی باریک، با دریا در ارتباط است. منطقه کم شیب کرانه جنوبی و دریای کم ژرفای آن با تاقدیس هایی با بام های کم شیب با روند شمالی - جنوبی تا شمال خاوری - جنوب باختری (روند پی سنگ عربستان)، اغلب میدان های نفتی بزرگی را می سازند. از سوی دیگر، کرانه ایرانی این خلیج، کرانه ای کوهستانی با روند شمال باختری است که پشته های تاقدیسی با بلندی بیش از 1500 متر هستند. به همین دلیل، ساختارهای کرانه شمالی خلیج فارس، از دیدگاه هندسی، با آنچه که در کرانه جنوبی است، تفاوت دارد. در شکل های 1-2 و 2-2 شرایط زمین شناسی محور خلیج فارس نشان داده شده است.

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

قسمت جلگه ای: همانگونه که پیشتر ذکر شد استان بوشهر در امتداد خلیج فارس قرار دارد که عرض آن در جهت شمال غربی (ناحیه بندر دیلم) به قسمت جنوب شرقی افزایش می یابد و حداکثر به 140 کیلومتر در امتداد دره رود مند می رسد. جلگه مذکور از رسوبات رودهای دالکی، شاپور، اهرم و مند تشکیل یافته است. از جمله نواحی واقع در این جلگه می توان به دشت بوشهر و برازجان اشاره کرد که سطح وسیعی از شمال استان را در بر گرفته است. این مناطق تا دوران چهارم زیر آب بود. اکثر شهرها و مراکز جمعیتی استان بوشهر در این جلگه استقرار یافته اند. این جلگه ها تا کویت و دشت های جنوبی خلیج فارس ادامه دارد.

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |      |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |            |         |      |          |       |      |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |            |         |      |          |       |      | شماره صفحه : 14 از 52                                                              |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03  |                                                                                    |

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



شکل 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 جریانی  
مربوط به موقعیت W-035



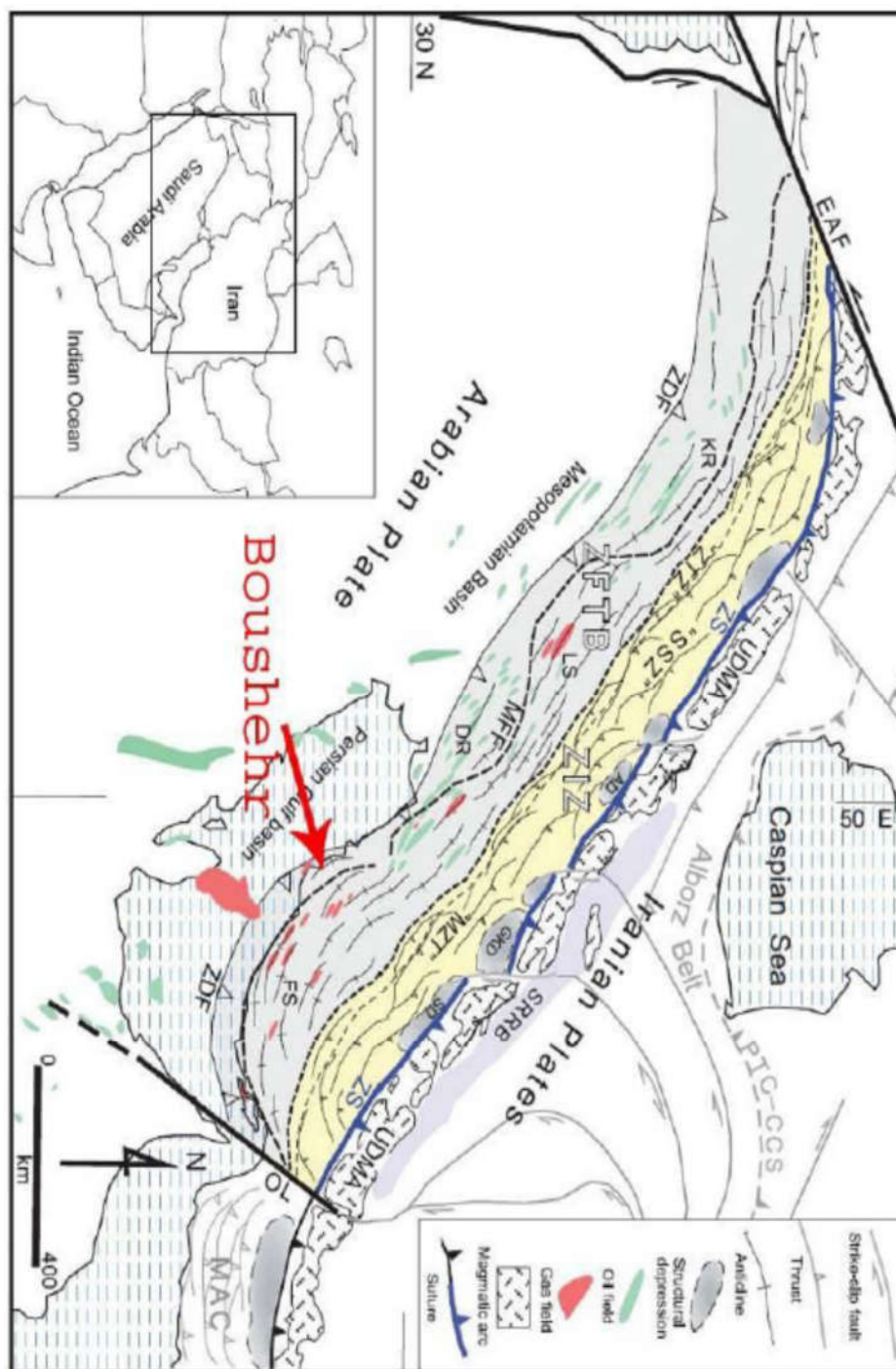
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035

| نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |
|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|
| D03  | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |

شماره صفحه : 15 از 52



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

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                              |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 16 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

## 2-2- لرزه 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، برکه بوشهر بخشی از حاشیه جنوب باختری کوه های زاگرس است که در جبهه کوهستانی این ارتفاعات و در کنار خلیج فارس قرار دارد. براساس مطالعات صورت گرفته، بوشهر را بخشی از فروافتادگی دزفول در نظر می گیرند و گسیختگی قطر-کازرون که مرز جداکننده فروبار دزفول از پلاتفرم فارس است در خاور بوشهر فرض شده است. در شکل 2-3 نمای از گسل های محدوده مورد مطالعه مشاهده می گردد. در شکل 2-4 نقشه زمین شناسی موقعیت W-035 در منطقه بینک ارائه شده است.

#### گسل کازرون

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

#### گسل زاگرس

اصلی ترین گسل های معکوس گستره مورد بررسی، جهت ارزیابی خطر زمین لرزه، براساس سابقه لرزه خیزی مهم، قطعات مختلف گسل پیش گودال زاگرس و قطعات مختلف گسل جبهه کوهستان قلمداد شده اند. گسل لبه کوهستان زاگرس، به طور تقریبی برخمش لبه کوهستان منطبق بوده و حد جنوب باختری رخنمون سطحی سازند آسماری را مشخص می کند. گسل لبه کوهستان زاگرس یک جبهه توپوگرافی اصلی است که در خاور گسل های راستالغز کازرون و برازجان در ناحیه فارس و در باختر کبیرکوه در ناحیه لرستان به وسیله منحنی کیزان 500 متر مشخص می شود. زمین لرزه هایی برروی نزدیک ترین قطعات مختلف گسل جبهه کوهستان به بوشهر رخ داده اند. در گستره مورد مطالعه بر پایه شواهد مختلف به ویژه شواهد ریخت شناسی، گسل لبه کوهستان زاگرس را به 3 قطعه اصلی تقسیم نموده 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 W-035



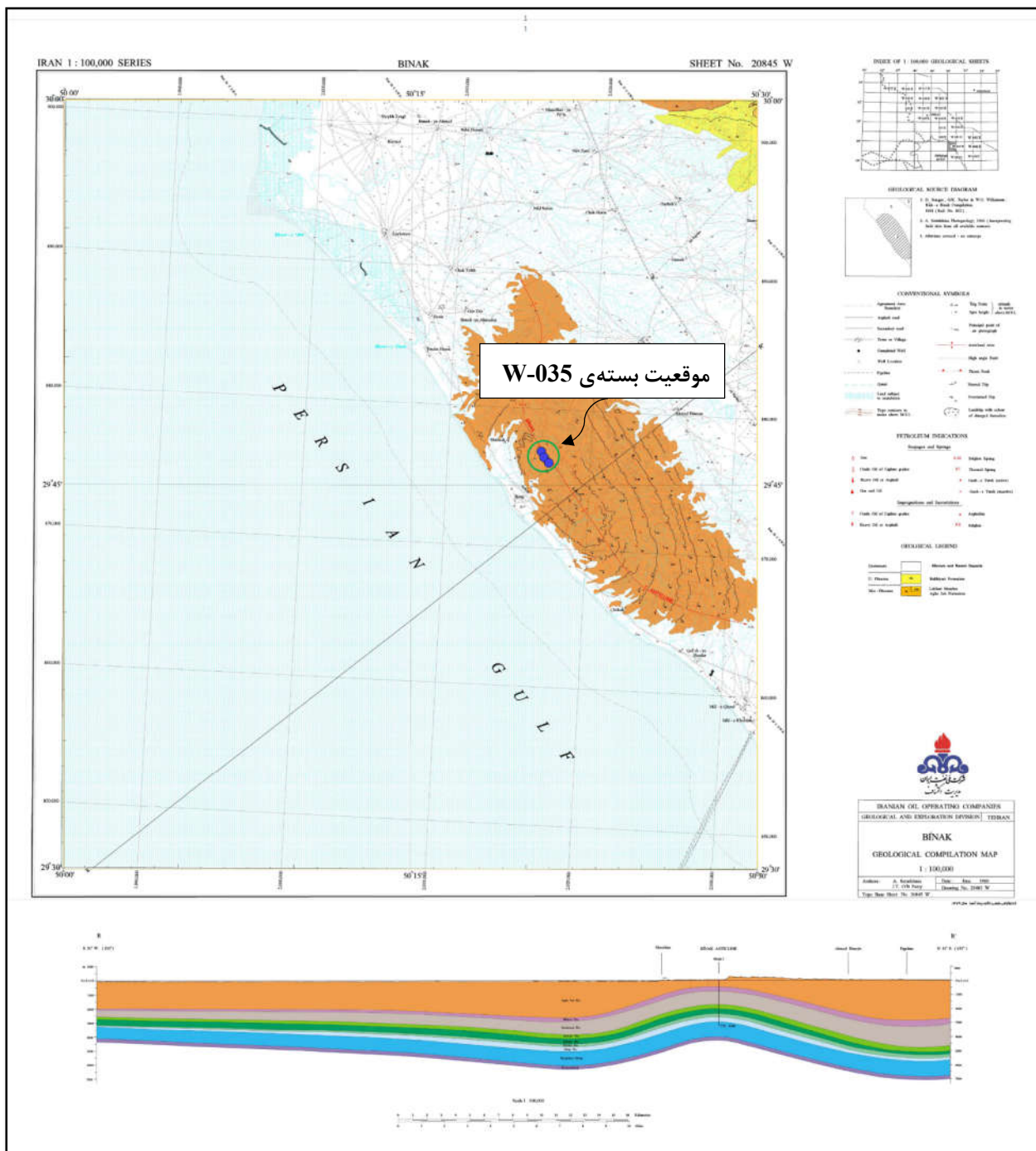
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035

| نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |
|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|
| D03  | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |

شماره صفحه : 18 از 52



شکل 2-4- موقعیت بسته‌ی W-035 در نقشه زمین‌شناسی بوشهر در منطقه بینک به مقیاس 1:100000

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |            |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |            |         |      |          |       | شماره صفحه : 19 از 52                                                              |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |

## فصل 3- کاوش های صحرائی

### 3-1- عملیات حفاری گمانه های ماشینی

حفاری 3 گمانه ماشینی به روش مغزه گیری ممتد در محل های مشخص شده توسط کارفرمای محترم در موقعیت بسته ی W-035 انجام گرفت. به منظور شناسایی لایه ها و تعیین پارامترهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک نسبت به اخذ نمونه های دست خورده و دست نخورده از قشرهای مختلف در حین حفر گمانه های ماشینی اقدام شد. در جدول 3-1 مشخصات کلی گمانه های ماشینی همچنین در شکل 3-1 الی 3-3 جانمایی آن ها در موقعیت بسته ی W-035 ارائه شده است.



شکل 3-1- جانمایی محل حفر گمانه های ماشینی در موقعیت بسته ی W-035



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 W-035



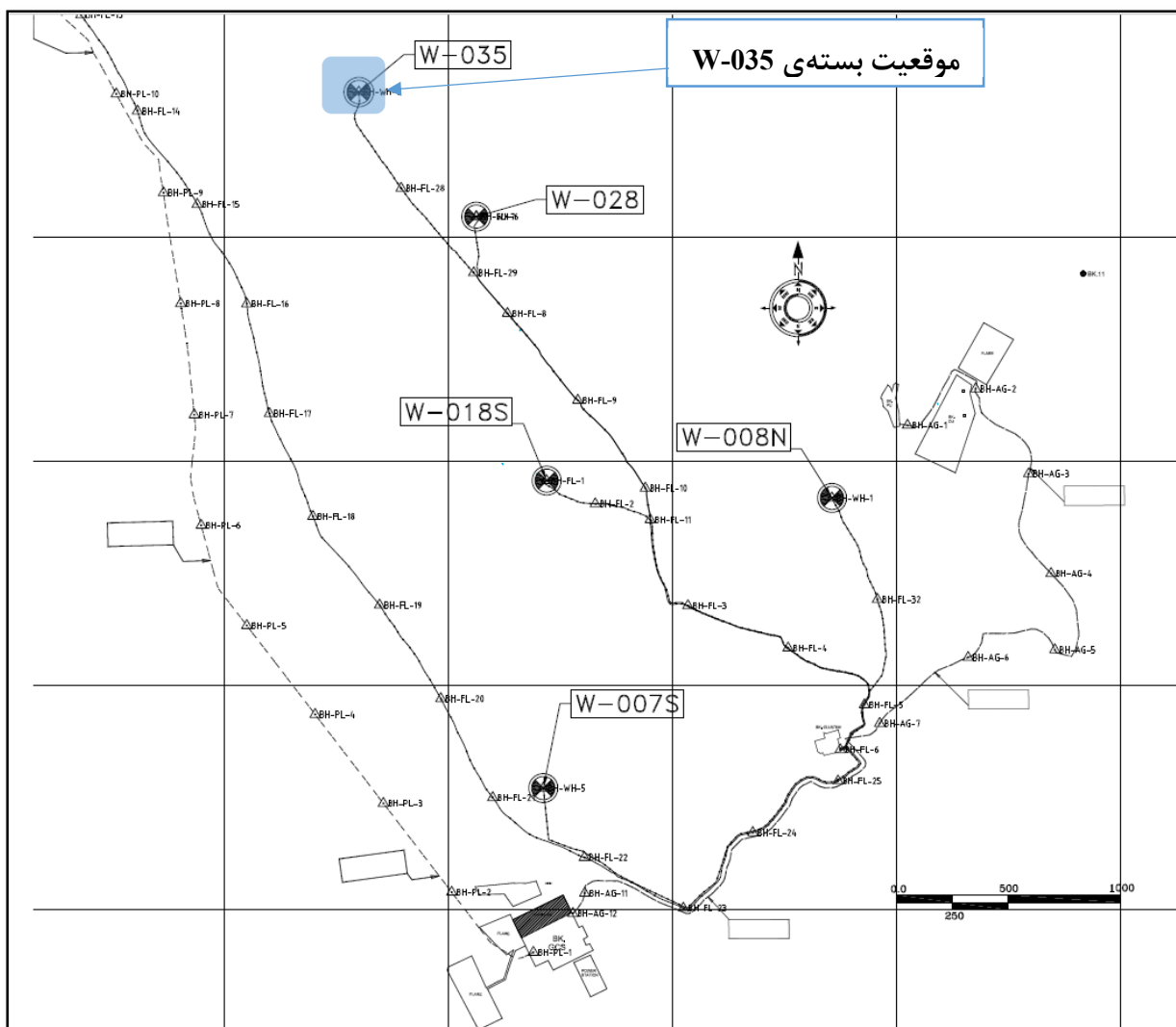
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035

| نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |
|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|
| D03  | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |

شماره صفحه : 20 از 52



شکل 3-2- جانمایی محل حفر گمانه‌های ماشینی در موقعیت بسته‌ی W-035 نسبت به مسیرهای خط لوله- نقشه ارسالی از کارفرمای محترم



|                                                                                            |                                                                                                                                                                                       |                   |                    |                |            |                |               |                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|------------|----------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |                   |                    |                |            |                |               |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                       | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035                                                                                                                                              |                   |                    |                |            |                |               | شماره صفحه : 21 از 52                                                              |
|                                                                                            | پروژه<br>BK                                                                                                                                                                           | بسته کاری<br>W035 | صادرکننده<br>PEDCO | تسهیلات<br>110 | رشته<br>GT | نوع مدرک<br>RT | سریال<br>0001 |                                                                                    |



شکل 3-3- موقعیت قرارگیری محل حفر گمانه‌های ماشینی در موقعیت بسته‌ی W-035 - نقشه‌ی ارسالی از کارفرمای محترم

جدول 3-1- مشخصات کلی گمانه‌های ماشینی موقعیت بسته‌ی W-035

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

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                               |  |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |            |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 22 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

## 3-2- آزمایش های برجا

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

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

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

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

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



|  | <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 W-035</p>                                                                         |  |      |         |           |           |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|
| شماره پیمان:                                                                     | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                                                                                                       | شماره صفحه : 23 از 52                                                              |      |         |           |           |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |
| 053 - 073 - 9184                                                                 | <table><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>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> |                                                                                    | نسخه | سریال   | نوع مدرک  | رشته      | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                         | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه   |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |
| D03                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                          | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK      |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |

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

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

نتایج حاصل از این آزمایش در اعماق مختلف در شرح گمانه‌های ماشینی (پیوست 2) آورده شده است. شکل 3-4 نمایش دهنده نمودار تغییرات نتایج آزمایش SPT اصلاح نشده ( $N_{SPT}$ ) و میزان نفوذ متناظر نسبت به عمق به تفکیک گمانه‌های ماشینی است. در گمانه‌ی ماشینی BH-FL-28 تا عمق 1/5 متری خاک ریزدانه رسی مشاهده شده است و در محدوده سخت (Hard) قرار می‌گیرد. در ادامه تا انتهای گمانه ماشینی توالی لایه‌های رس سنگ (ClayStone) مشاهده شده است. در گمانه‌های ماشینی BH-FL-29 و BH-WH-3 توالی لایه‌های رس سنگ (ClayStone)، مارن (Marl) و سنگ سیلتی (SiltStone) قرار دارد. لذا جهت بدست آوردن دید کلی از وضعیت تراکم و سفتی لایه‌ها، نتایج نفوذ استاندارد در گمانه‌های ماشینی براساس طبقه بندی ارائه شده توسط ترزاقی و پک

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |            |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |            |         |      |          |       | شماره صفحه : 24 از 52                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |      |

(جداول 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.

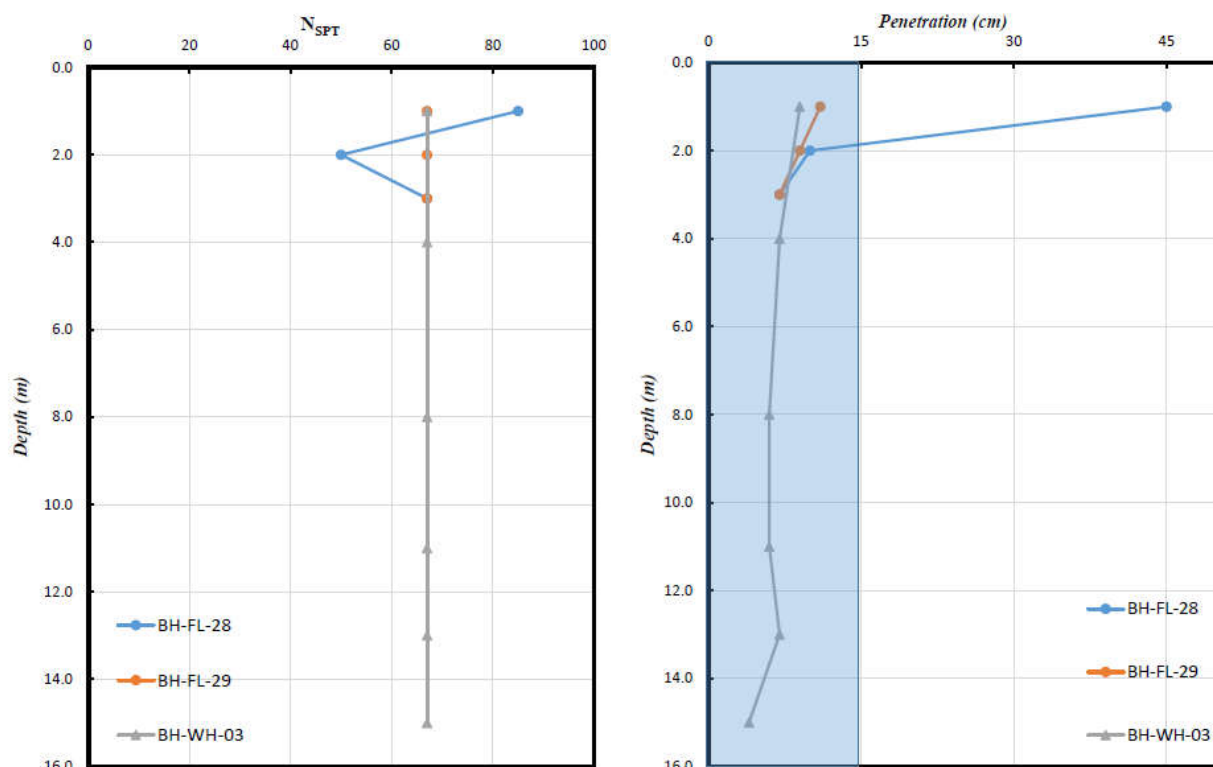
جدول 3-3. رابطه تراکم خاک درشت دانه و عدد  $N_{SPT}$  (ترزاقی و پک 1948)

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

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

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

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                               |  |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |            |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 25 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |



شکل 3-4- تغییرات نتایج ضربات SPT (اصلاح نشده) و میزان نفوذ متناظر برحسب عمق بسته ی W-035

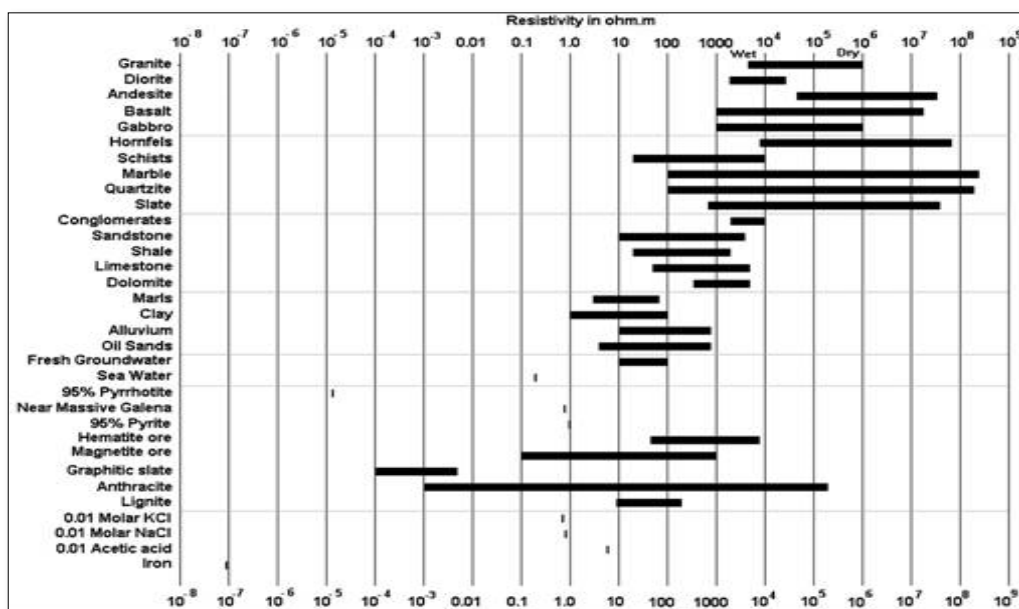
### 3-2-2- آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی (Goelectrical Resistivity Test)

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.

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |           |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:                                                                              | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 26 از 52                                                              |      |
| 053 - 073 - 9184                                                                          | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |      |

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



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

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

در هنگام آزمایش آرایش های متفاوتی را می توان برای قرار دادن الکترودهای جریان و پتانسیل در سطح زمین مورد استفاده قرار داد. در اغلب این آرایش ها هر دو مجموعه الکترودها در امتداد یک خط قرار داده می شوند. معمولاً الکترودهای جریان در بیرون الکترودهای پتانسیل قرار می گیرند، هر چند که معکوس قرار دادن الکترودها نیز هیچ تفاوتی را در نتایج حاصله ایجاد نخواهد کرد. آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی در 3 محل (Line) در بسته W-035 با عناوین BH-WH-3، BH-FL-28 و BH-FL-29 (در کنار مختصات هر گمانه ماشینی) با قرائت در اعماق یک و 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:

$a$  = فاصله الکترودها (متر)

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

=مقاومت اندازه گیری شده توسط دستگاه (اهم)



| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                              |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 27 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

$\rho_a$  = مقاومت الکتریکی ظاهری (اهم متر)

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

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

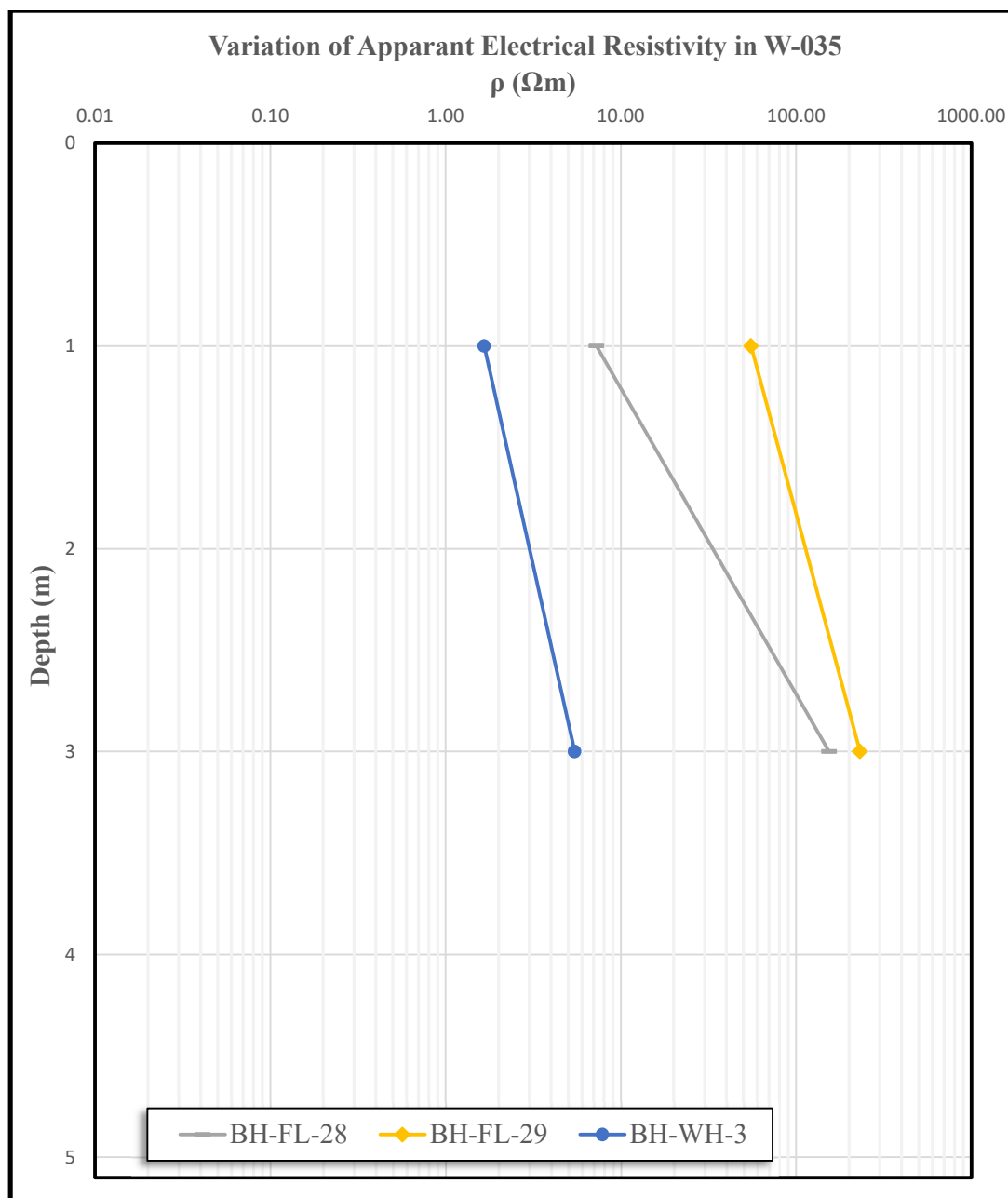
| Station No. | $\rho_a (\Omega m)$ |        |
|-------------|---------------------|--------|
|             | $a=1m$              | $a=3m$ |
| BH-WH-3     | 1.66                | 5.45   |
| BH-FL-28    | 7.26                | 154.04 |
| BH-FL-29    | 55.26               | 231.43 |

## ۲-۲-۳- خوردگی

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

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |           |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 28 از 52                                                              |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |



شکل 3-6- تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب عمق در بسته ی W-035

در جدول 3-6 محدوده پتانسیل خوردگی خاک ها ارائه گردیده است که می تواند در تفسیر نتایج اندازه گیری های انجام شده در محل پروژه مورد استفاده قرار گیرد. بررسی های به عمل آمده نشان می دهد که مقادیر مقاومت های ظاهری الکتریکی به صورت متغیر در بسته ی W-035 در گمانه BH-WH-3 کمتر از  $10 (\Omega m)$  در محدوده خورنده و

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                              |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سرپال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سرپال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 29 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سرپال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

در گمانه BH-FL-28 کمتر از 100( $\Omega.m$ ) در محدوده خوردندگی متوسط قرار دارد. پیشنهاد می شود در نقاطی که خوردندگی می تواند به سازه ها یا تأسیسات مرتبط، آسیب رسان باشد، با استفاده از روش های قیرپاشی یا سایر روش های مشابه، نسبت به محافظت (Coating) اقدام شود.

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

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

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

به منظور تعیین ضریب ارتجاعی (*Elastic Soil Modulus*) و دستیابی به پارامترهای نشست پذیری لایه های خاک، مطابق با درخواست کارفرمای محترم مقرر گردید یک آزمایش بارگذاری صفحه در محل تاسیسات سرچاهی بسته ی W-035 انجام شود، لذا این آزمایش بارگذاری صفحه در محل گمانه ی ماشینی BH-WH-3 انجام و نتایج آن در گزارش حاضر ارائه شده است. این آزمایش مطابق با استاندارد ASTM D1194-72 بر روی صفحه دایره ای شکل به قطر 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 3-7 خلاصه نتایج حاصل از آزمایش و در پیوست 3-2 نیز نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

جدول 3-7. مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

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

آزمایش CBR به منظور تعیین مقاومت نسبی لایه های رویه و اساس و خصوصیات تراکم پذیری خاک مطابق با استاندارد ASTM D4429 انجام می شود. در این راستا مجموعاً 2 آزمایش مذکور در مسیر دسترسی به تاسیسات سرچاهی بسته W-035 انجام شده است. خلاصه نتایج حاصل از آزمایش در محل موقعیت مذکور در جدول 3-8 و در پیوست 3-3 نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                              |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 30 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

جدول 3-8. مشخصات و نتایج آزمایش CBR

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

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

بر اساس نتیجه به دست آمده از آزمایش CBR، سطح کیفی مصالح خاکی خوب ارزیابی شده و برای استفاده در زیر اساس و اساس می تواند مناسب باشد.

### 3-2-5- اندازه گیری دمای خاک

اندازه گیری دمای خاک در 3 گمانه ماشینی BH-WH-3، BH-FL-28 و BH-FL-29 در بسته W-035 در عمق یک متری در سه زمان مختلف (صبح، ظهر، عصر) در بازه زمانی 22 دی ماه الی 29 بهمن ماه 1400 (24 Dec 2021-8 Jan 2022) و در تاریخ 8 خرداد 1401 (29 May 2022) انجام شد. و نتایج حاصل از اندازه گیری دمای خاک در پیوست 3-4 ارائه شده است.

### 3-3- وضعیت تراز سطح آب

با توجه به نتایج حاصل از حفر 3 گمانه ماشینی، سطح آب در زمان عملیات اجرایی در محل حفر گمانه های ماشینی BH-WH-3، BH-FL-28 و BH-FL-29 تا عمق حداکثر 15 متر، تراز آب زیر سطحی مشاهده نشده است. نظر به این که گذر زمان و تغییرات شرایط جوی در فصول مختلف سال می تواند منجر به تغییر در سطح آب ایستابی در محدوده پروژه شود، ضروری است تراز آب زیرزمینی پیش از شروع عملیات عمرانی و در حین آن به طور دقیق بررسی شود.



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |      |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |            |         |      |          |       |      |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |            |         |      |          |       |      | شماره صفحه : 31 از 52                                                              |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03  |                                                                                    |

## 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          |                                                                              |
| دانسیتته و درصد رطوبت | ASTM D2216          |                                                                              |
| تک محوری سنگ          | Publication No.737* |                                                                              |
| بار نقطه ای سنگ       | ASTM D5731          |                                                                              |
| برش مستقیم            | ASTM D3080          |                                                                              |
| شیمیایی خاک           | BS-1377             |                                                                              |

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

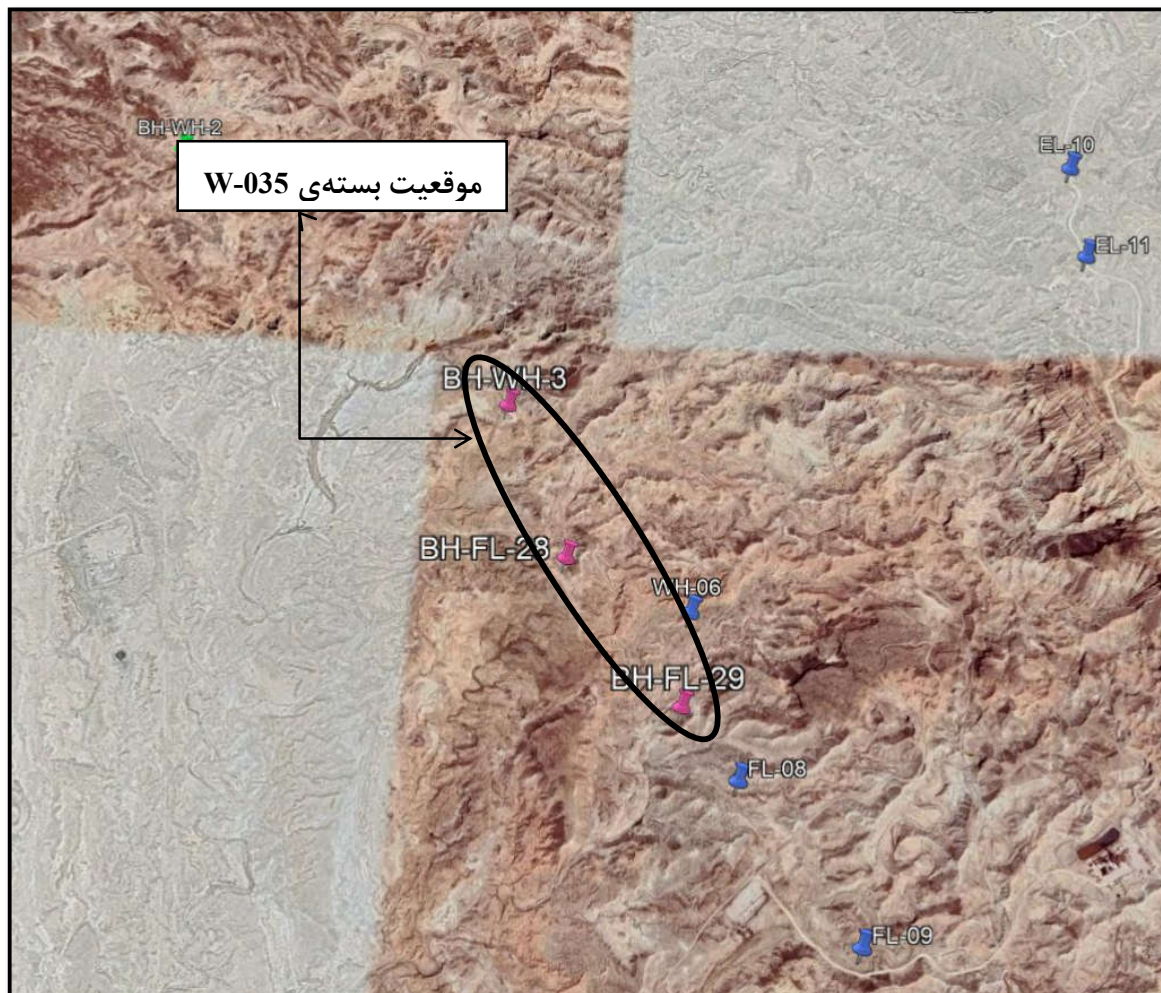
### 4-1- توصیف و طبقه بندی لایه های خاک

بر اساس تجزیه و تحلیل های انجام شده بر روی نمونه های اخذ شده از اعماق مختلف گمانه های ماشینی بسته ی W-035 با در نظر گیری نتایج آزمایش های آزمایشگاهی و فاصله گمانه های ماشینی از یکدیگر، لایه های موجود در محدوده این بسته را می توان مطابق شرح ارائه شده در ذیل، طبقه بندی نمود. جهت سهولت بررسی و مقایسه، در شکل 4-1 الی 4-3 محدوده مذکور ارائه و گمانه های ماشینی موجود در این محدوده معرفی شده است. لازم به ذکر تا زمان ارائه گزارش بسته ی W-035 نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه از سوی کارفرما ارائه نشده است.

براساس نتایج حاصل از حفاری های صورت گرفته و نتایج آزمایشات آزمایشگاهی، در گمانه های ماشینی BH-WH-29 و BH-FL-29 از ابتدا تا انتهای گمانه ماشینی تولی لایه های رس سنگ (ClayStone)، مارن (Marl) و سنگ سیلتی (SiltStone) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-28 تا عمق 1/5 متری خاک ریز دانه رسی و در ادامه تا انتهای گمانه های ماشینی فوق الذکر توالی لایه های سنگی، رس سنگ (ClayStone) قرار دارد. لایه های سنگی پس از 24 ساعت خیساندن در آب در طبقه بندی رس یا پلاستیسیته کم و سیلت دارای چسبندگی و بدون

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |           |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:                                                                              | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 32 از 52                                                              |
| 053 - 073 - 9184                                                                          | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |

چسبندگی قرار می گیرند. لایه های مذکور مطابق طبقه بندی متحد خاک (USCS) عمدتاً در رده  $CH$  و  $ML$  طبقه بندی می شوند.



شکل 4-1- گمانه های ماشینی در محدوده مورد مطالعه موقعیت بسته ی W-035



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 W-035



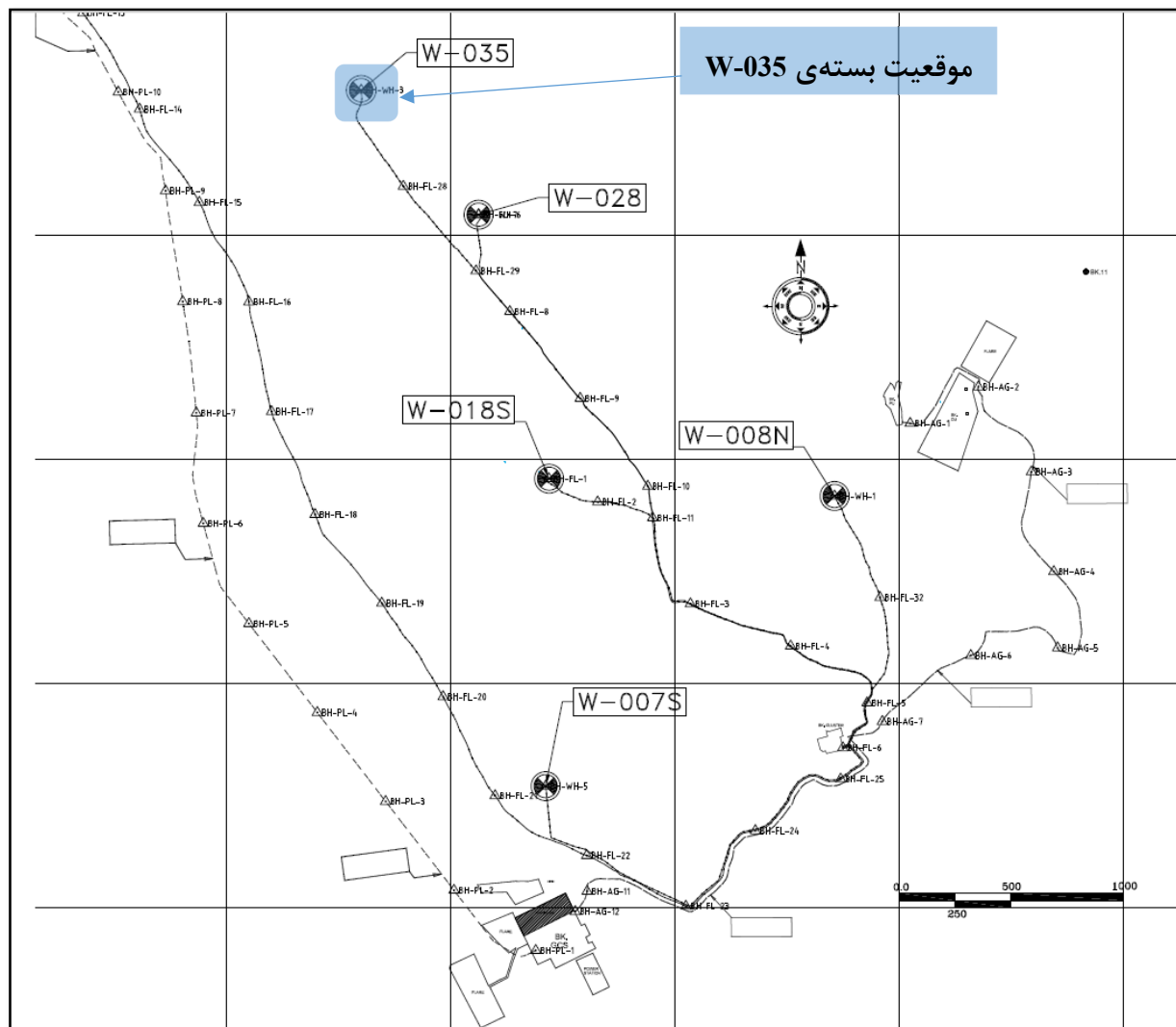
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035

| نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |
|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|
| D03  | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO      | W035      | BK    |

شماره صفحه : 33 از 52



شکل 4-2- موقعیت بسته‌ی W-035 - نقشه ارسالی از کارفرمای محترم



|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                |                   |                     |                |            |                |                                                                                    |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | <b>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</b><br><b>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</b><br><b>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</b><br><b>مربوط به موقعیت W-035</b> |                   |                     |                |            |                |  |             |
|                                                                                   | <b>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035</b>                                                                                                                                                |                   |                     |                |            |                | شماره صفحه : 34 از 52                                                              |             |
| شماره پیمان :<br>053 - 073 - 9184                                                 | پروژه<br>BK                                                                                                                                                                                    | بسته کاری<br>W035 | صادر کننده<br>PEDCO | تسهیلات<br>110 | رشته<br>GT | نوع مدرک<br>RT | سریال<br>0001                                                                      | نسخه<br>D03 |



شکل 3-4- موقعیت قرارگیری بسته ی W-035 نسبت به سایر بسته های بخش تحت الارض - نقشه ارسالی از کارفرمای محترم

### تعیین کیفیت سنگهای محدوده بر اساس معیار *RQD*:

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

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                               |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 35 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

مجموع طول مغزه های سنگی به دست آمده با طول بزرگتر از 100 میلیمتر

طول مغزه گیری =  $\frac{\text{کیفیت مغزه گیری (RQD)}}{100}$

مطابق نتایج حاصل از حفاری های صورت گرفته، سنگ ها در این بسته ی کاری W-035 در محدوده سنگ های Moderately Weathered تا Completely Weathered قرار دارند.



| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                               |  |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |            |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 36 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

## 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 3 گمانه ماشینی در بسته ی W-035، مقادیر پارامترهای فیزیکی و مکانیکی جهت تعیین مقاومت مجاز خاک طبیعی برای استفاده در طراحی های ژئوتکنیکی به شرح جدول 5-1 ارائه شده است. به دلیل اهمیت پروژه و فاصله بین گمانه های ماشینی اجرا شده، همانگونه که پیشتر نیز ذکر گردید، پارامترهای مذکور، در محدوده حفر گمانه های ماشینی قابل استفاده است و مسئولیت تعمیم آن به کل محدوده بر عهده مشاور نمی باشد. پارامترها و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و سنگ طبیعی در محدوده بسته ی W-035 در جدول 5-1 ارائه شده است. یاد آور می گردد اگرچه به دلیل سفتی لایه ها امکان اخذ نمونه دست نخورده و مناسب برای انجام آزمایش تحکیم وجود نداشت لیکن باتوجه به جنس لایه ها و ماهیت تحکیم پذیری آنها به دلیل احتمال نشت و رسوخ آب به زیر تراز شالوده ها، نشست تحکیم در شرایط غیراشباع برای خاک تا عمق حداکثر 2 متر از سطح زمین در محاسبات فرض شده است.

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

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

### 5-2- پتانسیل روانگرایی

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |      |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |            |         |      |          |       |      |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |            |         |      |          |       |      | شماره صفحه : 37 از 52                                                              |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03  |                                                                                    |

استعداد آبگونگی 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 3 گمانه ماشینی حفر شده در بسته‌ی W-035 در زمان عملیات اجرایی به سطح آب زیرزمینی برخورد نشده است و به دلیل عدم مشاهده لایه‌های سست و نیمه متراکم ماسه‌ای اشباع، پتانسیل وقوع روانگرایی، منتفی است. به علاوه طبق مراجعی چون نشریه 525 و مطابق با بند 6-2-1 آیین نامه 2800، استعداد روانگرایی نسبی خاک‌ها در لایه‌های دارای ضربات *SPT* بیش از 30 بسیار کم است و می‌توان از بررسی وقوع روانگرایی صرف نظر کرد. 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.

### 5-3- 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

### 5-4- برآورد پتانسیل تورم

طبق رابطه *Seed (1962)*،  $S = 2.16 \times 10^{-3} (PI)^{2.44}$  می‌باشد، میزان متوسط نشانه خمیری خاک تا عمق تقریبی 4 متری 18 می‌باشد. براساس رابطه مذکور پتانسیل تورم طبق جدول 5-2 در محدوده متوسط برآورد شده و پیشنهاد می‌گردد تمهیدات لازم در این زمینه پیش‌بینی شود. این تمهیدات می‌تواند حفاظت اطراف پی‌ها برای جلوگیری از نفوذ آب و برداشتن لایه خاک متورم شونده باشد.

جدول 5-2. طبقه‌بندی پتانسیل تورم

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |           |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 38 از 52                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سرپال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |      |

## فصل 6- ظرفیت باربری مجاز شالوده‌های سطحی

### 6-1- مقدمه

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

- گسیختگی برشی خاک
- نشست‌های قابل قبول پی

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

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

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

تراز قرارگیری کف شالوده به روی خاک طبیعی شالوده‌ها در عمق یک در نظر گرفته شده است. نسبت مدول الاستیسیته باربرداری به مدول الاستیسیته بارگذاری 3 در نظر گرفته شده است. لایه‌های موجود در حوزه تأثیر بار شالوده در زیر تراز پی مطابق لایه بندی پیشنهادی در جدول شماره 5-1 می‌باشد.

لازم به ذکر است محاسبات مزبور صرفاً در صورت استقرار کف پی بر روی خاک بکر معتبر خواهد بود و به عبارتی ظرفیت باربری برای خاک بکر و عدم وجود هر گونه حفره و فضای خالی تعیین شده است. با توجه به اهمیت پروژه

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                               |  |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |            |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 39 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

لازم است در صورت مشاهده تغییرات قابل توجه در وضعیت خاک و برخورد به حفره یا فضای خالی در تراز استقرار شالوده‌ها در مسیر خط لوله، ظرفیت باربری مجاز خاک مورد بازنگری قرار گیرد. جهت تعیین مقاومت مجاز خاک طبیعی محل، گسیختگی برشی خاک (*Shear Failure*) به روش *Hansen* و براساس روابط کلی محاسبه شده است. روابط کلی در پیوست 7 ارائه شده است.

### 3-6- نشست خاک

با در نظر گیری جنس خاک در محل حفاری گمانه‌های ماشینی، نشست شالوده‌ها عمدتاً ناشی از تغییر شکل ارتجاعی لایه‌های خاک (*Elastic Settlement*) و در 2 متر فوقانی از سطح زمین فرض بر رخداد تحکیم با شرایط غیر اشباع در نظر گرفته شده است. جهت محاسبه نشست‌های آنی از رابطه الاستیک *Timoshenko & Goodier* با اعمال ضریب *Stein Brenner* (با تأثیر ضریب عمق *Fox*) استفاده شده است. شایان ذکر است که طبق نظر مولفین متعدد و کتب مرجع از جمله *Bowles*، آیین نامه *U.S.S.R* و جداول مربوط به نشست مجاز در مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان- پی و پی سازی در سازه‌های معمولی حداکثر نشست مجاز پی نواری بر روی خاک‌های درشت دانه 1 اینچ و برای خاک‌های ریزدانه تا 2 اینچ در نظر گرفته می‌شود. همانگونه که در بندهای پیش‌تر اشاره گردید میزان نشست مجاز برای شالوده گسترده برابر 5/0 سانتیمتر و برای شالوده نواری برابر 2/5 سانتیمتر در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است محاسبات ظرفیت باربری با توجه به وضعیت موجود لایه‌ها انجام گرفته است. در صورت تغییر تراز آب زیرسطحی یا نشست آب به زیر پی، محاسبات می‌بایست مورد بازنگری قرار گیرد.

میزان نشست اختلافی (*Differential Settlement*) قابل قبول یک فونداسیون بستگی به رفتار سازه و میزان صلبیت و انعطاف پذیری آن و مشخصات معماری سازه دارد. لیکن مقدار آن برای یک شالوده عموماً بین 0/67 تا 0/75 نشست کلی برآورد می‌شود. بدیهی است که مقدار دقیق نشست نامساوی بستگی به صلبیت پی داشته و براساس سختی خاک و سازه و با استفاده از روش اجزاء محدود (*Finite Element*) قابل محاسبه است. لازم به ذکر است، میزان نشست نامساوی مجاز برای ساختمان‌های بتنی با فرض استقرار ستون‌ها بر روی پی‌های منفرد برابر 0/0015L و با فرض استقرار ستون‌ها بر روی پی گسترده 0/002L می‌باشد. همچنین برای ساختمان‌های اسکلت فلزی میزان نشست نامساوی مجاز برابر 0/0033L در نظر گرفته می‌شود (L فاصله دو ستون مجاور است). در بارگذاری زلزله می‌توان مقاومت مجاز خاک را به سبب ماهیت نیروها به میزان 33 درصد افزایش داد.

### 4-6- ظرفیت باربری مجاز شالوده‌های سطحی

به منظور سهولت طرح پی‌های سطحی، نمودارهای ظرفیت باربری مجاز و نشست متناظر برای پی‌های مربعی، مستطیلی با نسبت طول به عرض 2 و 5، شالوده نواری با نسبت طول به عرض 10 و پی گسترده با ابعاد 12×20 متر با فرض قرارگیری به روی خاک طبیعی در پیوست 5 آورده شده است. در شکل‌های مذکور D عمق خاکبرداری تا زیر پی و  $D_f$  عمق مدفون شالوده در نظر گرفته شده است. در محاسبات ظرفیت باربری گمانه‌های ماشینی 3-BH-WH



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |           |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 40 از 52                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |      |

BH-FL-28 و BH-FL-29 عمق گیرداری شالوده‌های مربعی، مستطیلی، نواری و شالوده گسترده برابر یک متر در نظر گرفته شده است. در صورتی که عمق گیرداری کمتر از یک متر اجرا گردد محاسبات ظرفیت باربری پی‌های سطحی می‌بایست مورد بازنگری قرار گیرد.

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

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

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

و رابطه  $R_e = 1 - 2 \frac{e}{B}$  برای خاک‌های چسبنده در مقادیر ظرفیت باربری مجاز ارائه شده در نمودارهای مربوطه اعمال

شود. در روابط فوق  $e$  خروج از مرکزیت بار برابر نسبت لنگر خمشی به نیروی محوری ( $M/P$ ) است. توصیه می‌شود حداکثر نسبت  $e/B$  برابر  $\frac{1}{6}$  در نظر گرفته شود. در صورت وجود نیروی افقی یا زاویه‌دار بودن بار وارده بر شالوده، اثر

میل بار باید در روابط تعیین ظرفیت باربری در نظر گرفته شود. در صورت استفاده از ضرایب میل بار روش Hansen

به منظور جلوگیری از لغزش شالوده، بایستی شرط  $H \leq Vtg\delta + A_f C_a + \frac{P_p}{SF}$  برقرار باشد.  $P_p$ ، فشار مقاوم خاک و

$\delta$ ، زاویه اصطکاک بین بتن و خاک می‌باشد.

#### ۶-۴-۱- ضریب عکس العمل بستر (Ks)

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

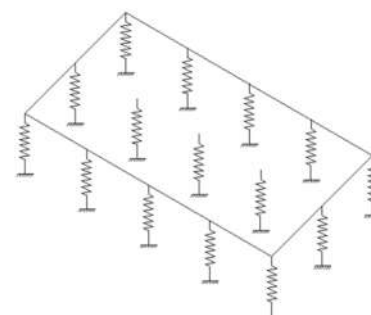
**شالوده‌های صلب:** برای شالوده‌های صلب می‌توان از مقدار  $K_s$  به طور یکنواخت در زیر پی استفاده نمود. این مقدار حدود 7/5 درصد بیش از مقدار  $K_s$  معرفی شده در جداول پیش‌رو خواهد بود (Das, 2008).

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  | <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 W-035</p> |           |            |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                             | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035                                                                                                                                              |           |            |         |      |          |       | شماره صفحه : 41 از 52                                                              |      |
|                                                                                  | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                  | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |      |

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

### روش وینکلر:

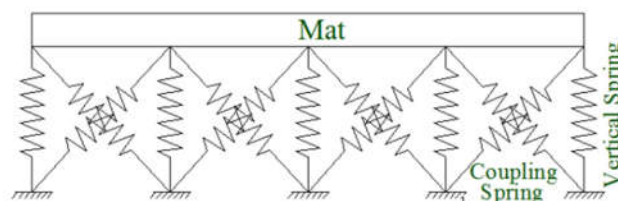
در تئوری اولیه وینکلر فرض بر عملکرد مستقل فنرها در شالوده انعطاف پذیر بوده که در واقعیت فنرها نمی توانند مستقل از یکدیگر عمل نمایند و فشار زیر پی در یک نقطه تحت تاثیر فنرهای مجاور خواهد بود. شکل 6-1



شکل 6-1. مدلسازی فنر وینکلر

### روش کوپل:

در این روش جهت مقابله با نواقص روش وینکلر از فنرهای اضافی مطابق شکل 6-2 استفاده می شود تا اندرکنش فنرها بر یکدیگر نیز در مدل اعمال گردد. مستقل عمل نکردن فنرهای قائم و اثرات متقابل آنها بر یکدیگر منجر به تغییر شکل واقعی تر شده ودقت محاسبات را افزایش می دهد. لیکن انتخاب مقدار  $K_s$  بخصوص برای فنرهای کوپل چندان ساده نیست و نیازمند مدلسازی های عددی توسط نرم افزارهای ویژه می باشد.



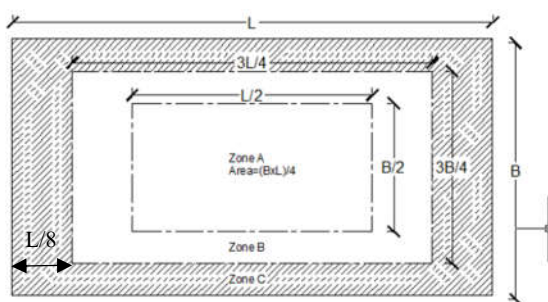
شکل 6-2. مدل سازی فنرهای کوپله

### روش شبه کوپل:

این روش در ابتدای دهه 90 میلادی با هدف کاهش خطاهای مدل وینکلر و ایجاد سهولت در مدل کوپل معرفی گردید. روش شبه کوپل در استاندارد ACI 2002 مورد تایید قرار گرفته است. در این روش فنرها به صورت مستقل به

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <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 W-035</p> |           |           |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                             | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W035                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 42 از 52                                                              |
|                                                                                  | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سرپال |                                                                                    |
|                                                                                  | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |

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



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

در هنگام تعریف سختی متغیر در پی های گسترده و شبکه ای، در مرز بین بخش هایی از پی که مدول سختی تغییر می کند، کانتور تنش زیر پی نیز پیوستگی خود را از دست داده و بصورت آنی و پله ای تغییر خواهد نمود. حالت 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.

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

جهت برآورد مدول عکس العمل بستر می توان از 2 روش استفاده از نتایج آزمایش بارگذاری صفحه یا از روی نمودار تغییرات ظرفیت باربری مجاز و نشست تعیین نمود. مطابق پیشنهاد مرجع مهندسی پی نوشته باولز همچنین نشریه بارگذاری صفحه بر روی خاک و سنگ نرم سازمان برنامه و بودجه کشور (نشریه شماره 736)، در صورتی استفاده از

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                              |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 43 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

نتایج آزمایش بارگذاری صفحه در تعیین مدول عکس العمل بستر پی های سطحی مجاز است که نسبت عرض پی به قطر صفحه بیشتر از ده نباشد. لذا با توجه به قطر صفحه و ابعاد شالوده های سطحی به ویژه گسترده استفاده از مدول عکس العمل حاصل از نتایج آزمایش بارگذاری صفحه توصیه نمی شود. جهت تعیین مدول عکس العمل بستر می توان از تقسیم تنش مجاز خاک ( $q_a$ ) بر مقدار نشست ( $s$ ) مدول عکس العمل خاک ( $K_s$ ) استفاده نمود. مدول عکس العمل بستر پی های مربعی، مستطیلی و نواری با نسبت طول به عرض 10 و برای پی های گسترده با ابعاد  $12 \times 20$  متر برای عمق استقرار یک متر در جداول 1-6 و 2-6 ارائه شده است. توصیه می گردد حداکثر مدول عکس العمل بستر به 4 کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب محدود گردد.

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

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

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

| $B \times L (m)$ | $S (cm)$ | مدول عکس العمل بستر پی گسترده ( $kg/cm^3$ ) |        |        |
|------------------|----------|---------------------------------------------|--------|--------|
|                  |          | گوشه پی                                     | لبه پی | وسط پی |
| 12x20            | 5        | 2.80                                        | 1.40   | 0.70   |

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

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



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |            |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |            |         |      |          |       | شماره صفحه : 44 از 52                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |      |

## فصل 7- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایدارسازی گود

### 7-1- بررسی فشار محرک و مقاوم خاک

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

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

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

در روابط فوق:

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

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

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

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

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

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |      |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |            |         |      |          |       |      |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |            |         |      |          |       |      | شماره صفحه : 45 از 52                                                              |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03  |                                                                                    |

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

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

در محاسبات ارائه شده  $\delta=0$  (زاویه اصطکاک بین دیوار و خاک) فرض گردیده است. لازم بذکر است مقدار زاویه  $\delta$  بر اساس معیارهایی مانند جنس مصالح پر کننده، تراکم لایه های خاکریز و نحوه اجرای دیوار در حین ساخت قابل تعیین می باشد و باید مشاور محترم بر اساس موارد فوق نسبت به مشخص نمودن آن اقدام نماید. به منظور عملکرد بهتر دیوار حائل توصیه می شود جهت پر کردن پشت دیوار از مصالح درشت دانه در رده خاک های  $GP, GW$  یا  $SP$  استفاده شود. همچنین تعبیه مجاری زهکشی طولی در پشت دیوار ضروری می باشد تا از تجمع آب و نتیجتاً افزایش فشار وارده به دیوارهای حائل جلوگیری به عمل آید.

در جدول 1-7، ضرایب فشار جانبی خاک در حالات مقاوم، محرک و سکون در محل بسته ی  $WH-BH-035$  با فرض پر کردن پشت دیوار با خاکریز دانه ای ارائه شده است. در شرایط زلزله عملکرد کوتاه مدت لایه های رسی ملاک بوده و با توجه به اینکه زاویه اصطکاک داخلی خاک در این حالت نزدیک صفر می باشد؛ ضرایب فشار جانبی خاک در حالت زلزله معادل یک خواهد بود. لیکن در محاسبه فشارهای جانبی چسبندگی خاک در کاهش نیروهای وارده موثر می باشد که باید از رابطه زیر محاسبه گردد.

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

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

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

| ضرایب فشار جانبی                      | علامت مشخصه | مقادیر عددی ضرایب فشار جانبی<br>$\Phi = 30^\circ$<br>برای لایه خاکریز درشت دانه |
|---------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| ضریب فشار جانبی سکون                  | $K_0$       | 0/50                                                                            |
| ضریب فشار جانبی محرک در حالت استاتیکی | $K_a$       | 0/33                                                                            |

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                              |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 46 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

|                                        |          |      |
|----------------------------------------|----------|------|
| ضریب فشار جانبی مقاوم در حالت استاتیکی | $K_p$    | 3/00 |
| ضریب فشار جانبی محرک در حالت زلزله     | $K_{ae}$ | 0/56 |
| ضریب فشار جانبی مقاوم در حالت زلزله    | $K_{pe}$ | 2/47 |

#### 4-7- گودبرداری و پایداری شیب

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

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

در معادله فوق داریم:

$H_C$  = حداکثر عمق گودبرداری قائم محاسباتی

$H_a$  = حداکثر عمق گودبرداری قائم مجاز

$c$  = چسبندگی زهکشی نشده

$N_s$  = فاکتور پایداری

$\gamma$  = وزن مخصوص خاک

F.S. = ضریب اطمینان

با در نظرگیری عمق خاکبرداری، شرایط خاک طبیعی محل و با در نظر گرفتن ضریب اطمینان ( $F.S.=1.5$ ) در صورت وجود ساختمان و هرگونه سربار، خاکبرداری قائم می بایست در فاصله ایمن حداقل 1/5 برابر عرض پی این سازه ها و عوارض انجام پذیرد. شیب مجاز خاکبرداری، در موقعیت W-035 برای لایه های خاک تا عمق حداکثر یک متری در گمانه های ماشینی BH-WH-35، BH-FL-28 و BH-FL-29 در محدوده میدان نفتی بینک بدون در نظر گرفتن اثر سربار سازه های مجاور، آب های جاری، اثر زلزله و با توجه به شرایط لایه های بستر به صورت قائم در کوتاه مدت برآورد شده است ولی در دراز مدت به دلیل کاهش قفل و بست میان ذرات، اثر هوازدگی همچنین تر و خشک شدن متوالی لایه ها، توصیه می شود عملیات محافظت بدنه ترانشه در نظر گرفته شود. پس از گذشت مدتی از گودبرداری به دلیل اثر هوازدگی، نفوذ رطوبت و کاهش قفل و بست میان ذرات، وقوع ریزش های موضعی محتمل می باشد. در دراز مدت با توجه به شرایط لایه های بستر، شیب مجاز خاکبرداری تا عمق حداکثر یک متری به صورت 75-80 درجه برآورد می شود و در لایه یک متری سنگ رس اگرچه شیب پایدار آن در کوتاه مدت به صورت قائم می باشد لیکن به دلیل وجود درز و شکاف در این لایه و در طول مسیر، احتمال روی دادن ریزش های موضعی وجود دارد. لذا لازم است پس از این مدت نسبت به کاهش شیب مجاز در صورت عدم احداث سازه نگهبان، اقدام گردد. برای پایداری درازمدت

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |      |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <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 W-035</p> |           |            |         |      |          |       |      |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                             | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |            |         |      |          |       |      | شماره صفحه : 47 از 52                                                              |
|                                                                                  | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |                                                                                    |
|                                                                                  | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03  |                                                                                    |

شیب های مذکور باید حفاظت های سطحی برای جلوگیری از رسوخ آب و شسته شدن لایه ها صورت گیرد، در غیر این صورت احتمال وقوع ریزش به صورت کلی و موضعی در ترانشه ها، در درازمدت وجود دارد.

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                              |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 48 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

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

### 8-1- جمع بندی و نتیجه گیری

- محدوده مورد مطالعه به شرح زیر است:

شامل 3 گمانه ماشینی به عمق حداکثر 15 متر می باشد. در گمانه های ماشینی BH-WH-3 توالی لایه های سنگی، سنگ سیلتی (SiltStone)، سنگ مارن (Marl) و رس سنگ (ClayStone) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-28 تا عمق 1/5 متری خاک رس و در ادامه لایه های سنگی رس سنگ (ClayStone) مشاهده شده است. در گمانه ماشینی BH-FL-29 لایه های سنگی، رس سنگ (ClayStone) به صورت کاملاً هوازده (Completely Weathered) قرار دارد.

- حین انجام عملیات حفاری گمانه های ماشینی BH-WH-3، BH-FL-28 و BH-FL-29 تا عمق حداکثر 15 متر، سطح آب زیرزمینی مشاهده نشده است. نظر به این که گذر زمان و تغییرات شرایط جوی در فصول مختلف سال می تواند منجر به تغییر در سطح آب ایستابی در محدوده پروژه شود، ضروری است تراز آب زیرزمینی پیش از شروع عملیات عمرانی و در حین آن به طور دقیق بررسی شود.
- نظر به اینکه در گمانه های ماشینی این سایت تراز آب زیرزمینی مشاهده است اما مطابق با آیین نامه به علت بالا بودن ضربات SPT، وقوع روانگرایی محتمل نمی باشد.
- جهت تعیین ضرائب زلزله، از ویرایش چهارم آئین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد 2800)، استفاده شده است. مطابق این آئین نامه، محل پروژه در محدوده با خطر نسبی زیاد قرار دارد که شتاب مبنای طرح معادل 0/3g معرفی شده است. براساس نتایج آزمایشات صحرایی SPT و بررسی های لایه های مشاهده شده در محل، آیین نامه ای استاندارد لرزه ای 2800 خاک منطقه مورد مطالعه در از نوع II می باشد.

### 8-2- توصیه فنی

- در اجرای شالوده ها می بایست کلیه اصول فنی از جمله اجرای صحیح درزهای اتصال سازه ای، مسطح بودن تراز شالوده در هنگام بتن ریزی، رعایت پوشش لازم بتنی و سایر موارد ایمنی رعایت شود. در محلهایی 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 بسته ی W-035 ناچیز و در حدود  $10^{-6}$  الی  $10^{-7}$  cm/s (Wyllie and Mah 2004) می باشد. لازم به ذکر است به دلیل تراکم بالای



|  | <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 W-035</p>                                                                                                                                               |  |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                 | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |            |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 49 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

لایه های خاکی و لایه های سنگی انجام آزمایش نفوذپذیری مقدور نمی باشد و برای دستیابی به این پارامتر باید آزمایشات صحرایی و در محل انجام شود.

- به منظور جلوگیری از اثر فرسایشی رطوبت بر خاک زیر شالوده توصیه می گردد شیب بندی اطراف شالوده ها به نحوی اجرا شود که از تجمع و نفوذ آب های سطحی به زیر شالوده جلوگیری شود و چنانچه احتمال نفوذ آب از بالادست وجود دارد با طرح زهکش های مناسب از نفوذ آب به محدوده شالوده جلوگیری شود.
- باتوجه به تعداد روزهای ناچیز یخبندان در ایستگاه های موجود در اطراف پروژه، عمق یخبندان ناچیز برآورد می شود.

- با توجه به قرارگیری محل پروژه در سواحل خلیج فارس و نتایج آزمایش شیمیایی، براساس جدول 9-پ1-1 و ضوابط طرح مخلوط و خواص بتن برای شرایط محیطی در سواحل جنوبی کشور مبحث نهم مقررات ملی ساختمان همچنین برمبنای آیین نامه بتن ایران - آبا (نشریه 120-1400) سازه های بتن آرمه موجود، در رده سازه های بتنی در معرض نمک های زیاد موجود در هوا و بدون تماس مستقیم با آب دریا یا پاشش و مشابه سازه های نزدیک ساحل قرار دارند. در صورت رعایت حداقل ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها و استفاده از مواد افزودنی شیمیایی و معدنی مناسب و اتخاذ سایر تدابیر حفاظتی ویژه به منظور افزایش پایداری بتن، سازه های بتن آرمه موجود، در رده سازه های بتنی در معرض نمک های کم موجود در هوا و مشابه سازه های دور از ساحل قرار می گیرند. با فرض استفاده از کاور و پوشش سطحی مناسب، می توان از سیمان پرتلند نوع II با مواد پوزولانی یا سرباره یا سیمان های آمیخته با حداقل مقدار مواد سیمانی  $325 \text{ kg/m}^3$  (نسبت آب به سیمان نباید از 0/5 تجاوز کند) و حداقل رده ی بتن (مقاومت مشخصه) C30 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 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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <br>NISOC | <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 W-035</p> |           |           |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                                                                                                               |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 50 از 52                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سرپال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W035      | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D03                                                                                |      |

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 نکنند.

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

باتوجه به نوع و مشخصات فنی بستر راه ها اصلاح و بهبود خاک ها به چند روش انجام می شود:

- ✓ تثبیت خاک و مصالح دانه ای با آهک
- ✓ تثبیت خاک و مصالح شنی با سیمان پرتلند

| <br>NISOC | <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 W-035</p>                                                                                                                                               |  |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D03</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W035</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                            |      |         |            |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D03 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W035 | BK | شماره صفحه : 51 از 52 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |
| D03                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W035      | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |      |    |                       |

- ✓ 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. توصیه های مورد نیاز برای عملیات خاکریزی و شرح کامل روش های تثبیت لایه های خاکریز و روسازی راهها به ترتیب در نشریات 101 و 268 سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور قابل مشاهده 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 جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W-035</p> |              |                 |             |                |                   |                  |              |  |
| <p>شماره پیمان:</p> <p>053 - 073 - 9184</p>                                       | <p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W035</p>                                                                                                                                        |              |                 |             |                |                   |                  |              | <p>شماره صفحه : 52 از 52</p>                                                       |
|                                                                                   | <p>نسخه</p>                                                                                                                                                                           | <p>سریال</p> | <p>نوع مدرک</p> | <p>رشته</p> | <p>تسهیلات</p> | <p>صادر کننده</p> | <p>بسته کاری</p> | <p>پروژه</p> |                                                                                    |
|                                                                                   | <p>D03</p>                                                                                                                                                                            | <p>0001</p>  | <p>RT</p>       | <p>GT</p>   | <p>110</p>     | <p>PEDCO</p>      | <p>W035</p>      | <p>BK</p>    |                                                                                    |

## فصل 9-

### پیوست ها

پیوست ۱

تصاویر و مستندات پروژه



| PRJ: <span>نقطة</span>                                          | RUN NO | DEPTH |      | CR % | R.G.D % | SIZE mm |         | R.M             |
|-----------------------------------------------------------------|--------|-------|------|------|---------|---------|---------|-----------------|
|                                                                 |        | FROM  | TO   |      |         |         |         |                 |
| B.H. B.H. 28<br>FL: FL-35<br>BOX: No 1<br>D: F.0.00<br>To: 3.00 | 1      | 0.00  | 0.20 | 100  | 0       | 101     | Bag →   | D: 0.50<br>1.00 |
|                                                                 | 2      | 0.20  | 0.50 | 100  | 0       | 101     | S.P.T → | D: 1.00<br>1.45 |
|                                                                 | 3      | 0.50  | 1.00 | 100  | 0       | 101     | Bag →   | D: 1.50<br>2.00 |
|                                                                 | 4      | 1.00  | 1.50 | 100  | 0       | 101     | S.P.T → | D: 2.00<br>2.50 |
|                                                                 | 5      | 1.50  | 2.00 | 100  | 0       | 101     | Bag →   | D: 2.50<br>3.00 |
|                                                                 | 6      | 2.00  | 2.50 | 100  | 0       | 101     |         |                 |
|                                                                 | 7      | 2.50  | 3.00 | 100  | 0       | 101     | C.P.T → | D: 3.00<br>3.00 |

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

| PR: <span>نقطة</span>                                 | RUN NO | DEPTH |      | CR % | R.G.D % | SIZE mm |         | R.M             |
|-------------------------------------------------------|--------|-------|------|------|---------|---------|---------|-----------------|
|                                                       |        | FROM  | TO   |      |         |         |         |                 |
| B.H. B.H. FL 29<br>BOX: No 1<br>D: F.0.00<br>To: 3.00 | 1      | 0.00  | 0.20 | 100  | 0       | 101     | Bag →   | D: 0.50<br>1.00 |
|                                                       | 2      | 0.20  | 0.40 | 100  | 0       | 101     | C.P.T → | D: 1.00<br>0.11 |
|                                                       | 3      | 0.40  | 1.00 | 100  | 0       | 101     | Bag →   | D: 1.50<br>2.00 |
|                                                       | 4      | 1.00  | 1.50 | 100  | 0       | 101     | C.P.T → | D: 2.00<br>2.09 |
|                                                       | 5      | 1.50  | 2.00 | 100  | 0       | 101     | Bag →   | D: 2.50<br>3.00 |
|                                                       | 6      | 2.00  | 2.50 | 100  | 0       | 101     |         |                 |
|                                                       | 7      | 2.50  | 3.00 | 100  | 0       | 101     | C.P.T → | D: 3.00<br>3.00 |

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



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



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





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



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

## پیوست ۲

شرح پیمایش گمانه های ماشینی و مقاطع عرضی

پیوست ۱-۲

شرح پیمایش طولی گمانه های ماشینی





Barangeotechnics

**BORING NUMBER BH-FL-28**

PAGE 1 OF 1

|                                                     |                        |                                         |                        |
|-----------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| <b>CLIENT</b> _____                                 |                        | <b>PROJECT NAME</b> <u>Binak-W-035</u>  |                        |
| <b>PROJECT NUMBER</b> <u>589</u>                    |                        | <b>PROJECT LOCATION</b> <u>Booshehr</u> |                        |
| <b>DATE STARTED</b> _____                           | <b>COMPLETED</b> _____ | <b>GROUND ELEVATION</b> _____           | <b>HOLE SIZE</b> _____ |
| <b>DRILLING CONTRACTOR</b> <u>Baran Geotechnics</u> |                        | <b>GROUND WATER LEVELS:</b>             |                        |
| <b>DRILLING METHOD</b> <u>Continuous Coring</u>     |                        | <b>AT TIME OF DRILLING</b> <u>---</u>   |                        |
| <b>LOGGED BY</b> <u>S.B.</u>                        |                        | <b>AT END OF DRILLING</b> <u>---</u>    |                        |
| <b>NOTES</b> <u>X:436791 Y:3293218</u>              |                        | <b>AFTER DRILLING</b> <u>---</u>        |                        |

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

Bottom of borehole at 3.07 meters.



Barangeotechnics

**BORING NUMBER BH-FL-29**

PAGE 1 OF 1

**CLIENT** \_\_\_\_\_ **PROJECT NAME** Binak-W-035  
**PROJECT NUMBER** 589 **PROJECT LOCATION** Booshehr  
**DATE STARTED** \_\_\_\_\_ **COMPLETED** \_\_\_\_\_ **GROUND ELEVATION** \_\_\_\_\_ **HOLE SIZE** \_\_\_\_\_  
**DRILLING CONTRACTOR** Baran Geotechnics **GROUND WATER LEVELS:**  
**DRILLING METHOD** Continuous Coring **AT TIME OF DRILLING** ---  
**LOGGED BY** S.B. **CHECKED BY** \_\_\_\_\_ **AT END OF DRILLING** ---  
**NOTES** X:437114 Y:3292840 **AFTER DRILLING** ---

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

Bottom of borehole at 3.07 meters.



Barangeotechnics

**BORING NUMBER BH-WH-3**

PAGE 1 OF 1

CLIENT \_\_\_\_\_

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED \_\_\_\_\_ COMPLETED \_\_\_\_\_

GROUND ELEVATION \_\_\_\_\_ HOLE SIZE \_\_\_\_\_

DRILLING CONTRACTOR Baran Geotechnics

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD Continuous Coring

AT TIME OF DRILLING ---

LOGGED BY S.B. CHECKED BY \_\_\_\_\_

AT END OF DRILLING ---

NOTES X:436603 Y:3293647

AFTER DRILLING ---

| DEPTH<br>(m)                        | GRAPHIC<br>LOG | MATERIAL DESCRIPTION                                                                                                                                                                                          | SAMPLE TYPE<br>NUMBER | RECOVERY %<br>(RQD) | BLOW<br>COUNTS<br>(N VALUE) | POCKET PEN.<br>(kPa) | DRY UNIT WT.<br>(Mg/m <sup>3</sup> ) | MOISTURE<br>CONTENT (%) | ATTERBERG<br>LIMITS |                  |                     | FINES<br>(%) |
|-------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------|
|                                     |                |                                                                                                                                                                                                               |                       |                     |                             |                      |                                      |                         | LIQUID<br>LIMIT     | PLASTIC<br>LIMIT | PLASTICITY<br>INDEX |              |
| 2                                   |                | Lean Clay with Gravel (completely weathered claystone), (CL) 21.3%gravel, 5.7%sand, 73%fines, brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with some gypsume particle | CR                    | 0                   | 67/0.09                     |                      | 1.72                                 | 13                      | 36                  | 20               | 16                  | 73           |
|                                     |                | SS                                                                                                                                                                                                            |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 4                                   |                | Lean Clay (completely weathered claystone), (CL) 0.0%gravel, 0.4%sand, 99.6%fines, brown, dry to moist, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL                                        | CR                    | 0                   | 67/0.07                     |                      | 1.73                                 | 14                      | 39                  | 24               | 15                  | 100          |
|                                     |                |                                                                                                                                                                                                               |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 6                                   |                | ClayStone, (CL) 0.8%gravel, 0.3%sand, 98.9%fines, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with some gypsume particle                       | CR                    | 20                  | 67/0.07                     |                      | 1.78                                 | 12                      | 43                  | 24               | 19                  | 99           |
|                                     |                |                                                                                                                                                                                                               |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 8                                   |                | SiltStone, (CL) 0.0%gravel, 0.6%sand, 99.4%fines, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL                                                   | CR                    | 20                  | 67/0.07                     |                      | 1.92                                 | 10                      | 41                  | 23               | 18                  | 99           |
|                                     |                | SS                                                                                                                                                                                                            |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 10                                  |                | SiltStone, (CL) 10.8%gravel, 25.6%sand, 63.6%fines, dark brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with some gypsume particle                | CR                    | 0                   | 67/0.06                     |                      | 1.87                                 | 10                      | 28                  | 20               | 8                   | 64           |
|                                     |                |                                                                                                                                                                                                               |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 12                                  |                | SiltStone, (GM) 32.5%gravel, 28.1%sand, 39.4%fines, dark brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as GM, with some gypsume particle                | CR                    | 10                  | 67/0.06                     |                      | 1.95                                 | 10                      | NP                  | NP               | NP                  | 39           |
|                                     |                |                                                                                                                                                                                                               |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 14                                  |                | Marl, (CL) 0.0%gravel, 1.3%sand, 98.7%fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, with some gypsume particle                             | CR                    | 10                  | 67/0.06                     |                      | 1.94                                 | 9                       | 39                  | 24               | 15                  | 99           |
|                                     |                | SS                                                                                                                                                                                                            |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 16                                  |                | Marl, (CL) 0.0%gravel, 0.3%sand, 99.7%fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL                                                         | CR                    | 0                   | 67/0.06                     |                      | 1.88                                 | 8                       | 42                  | 24               | 18                  | 100          |
|                                     |                |                                                                                                                                                                                                               |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 18                                  |                |                                                                                                                                                                                                               | UD                    | 7                   | 67/0.06                     |                      |                                      |                         | 41                  | 25               | 16                  | 100          |
|                                     |                |                                                                                                                                                                                                               |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 20                                  |                |                                                                                                                                                                                                               | SS                    |                     | 67/0.06                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|                                     |                | UD                                                                                                                                                                                                            | 65                    |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 22                                  |                | SiltStone, dark gray, dry to moist, completely to moderately weathered, after 24 hours soaking in water the sample did not decomposed                                                                         | UD                    | 20                  | 67/0.07                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|                                     |                | SS                                                                                                                                                                                                            |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 24                                  |                |                                                                                                                                                                                                               | CR                    | 0                   | 67/0.04                     |                      | 1.88                                 | 11                      | NP                  | NP               | NP                  | 57           |
|                                     |                |                                                                                                                                                                                                               |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| Bottom of borehole at 15.04 meters. |                |                                                                                                                                                                                                               | SS                    |                     | 67/0.04                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |

GEO TECH BH COLUMNS 14010302-589-BINAK-W035-REV02.GPJ CINT STD CANADA LAB.GDT 5/29/22



Barangeotechnics

## KEY TO SYMBOLS

CLIENT \_\_\_\_\_

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

### LITHOLOGIC SYMBOLS

*(Unified Soil Classification System)*



CH: Marl



CL: USCS Low Plasticity Clay



SILTSTONE: Siltstone

### SAMPLER SYMBOLS



Core Sample



Split Spoon



Undisturbed Sample

### WELL CONSTRUCTION SYMBOLS

### ABBREVIATIONS

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

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

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



Baran Geotechnics

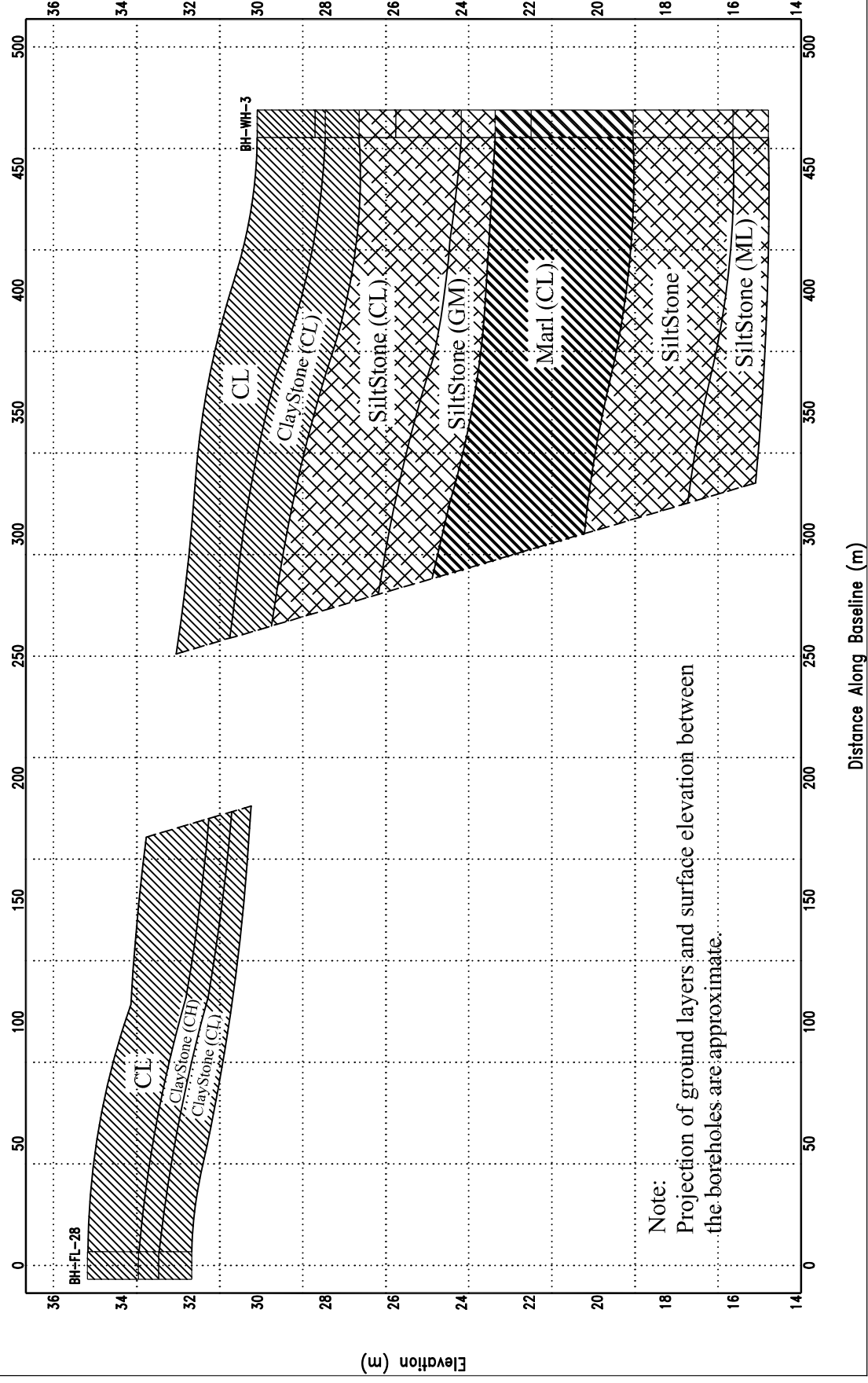
## SUBSURFACE DIAGRAM

CLIENT \_\_\_\_\_

PROJECT NUMBER 589

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT LOCATION Booshehr





پیوست ۳

آزمایشات صحرائی

پیوست ۱-۳

آزمایش ژئوالکتریک



## Geoelectrical Resistivity Test

CLIENT \_\_\_\_\_

PROJECT NAME \_\_\_\_\_

مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک

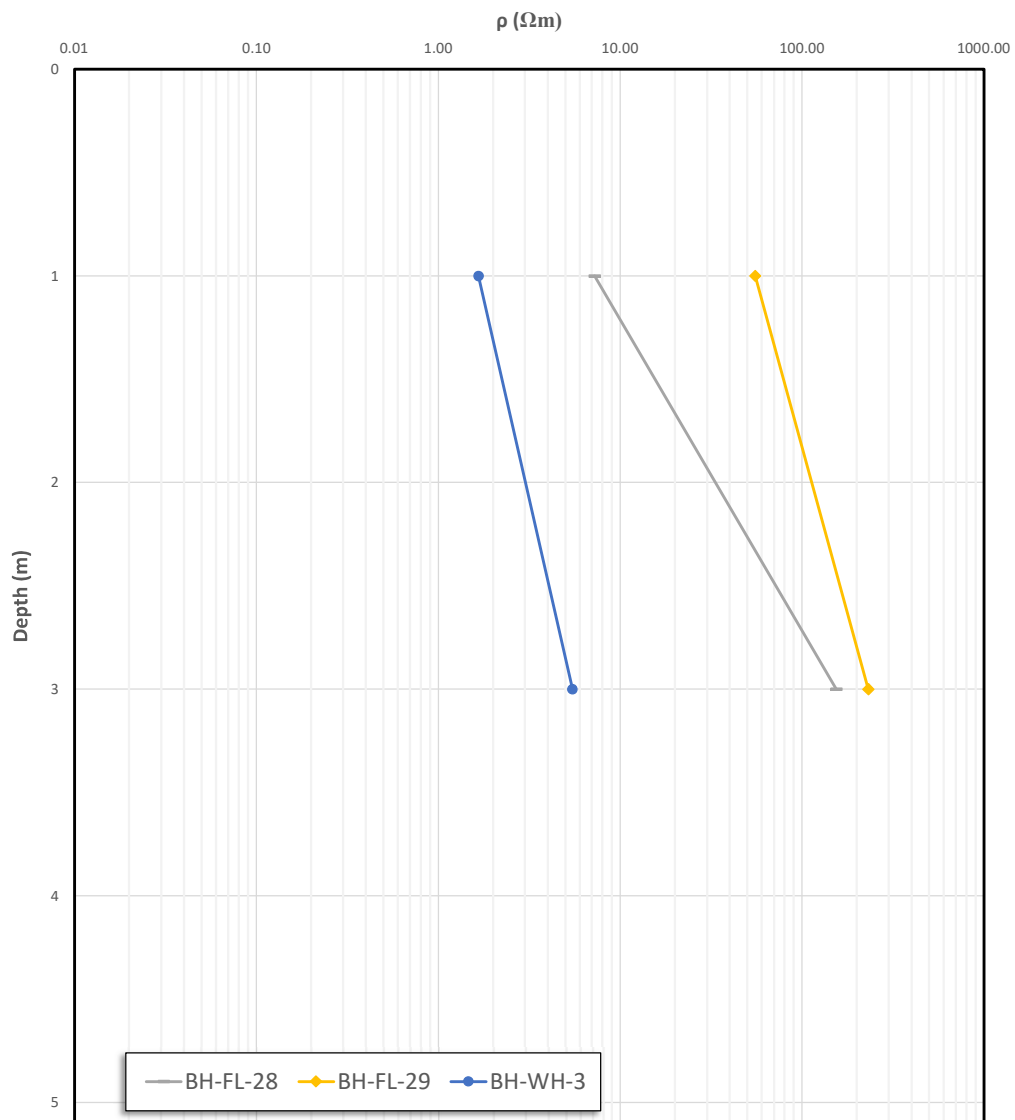
PROJECT NUMBER \_\_\_\_\_

589

PROJECT LOCATION \_\_\_\_\_

پوشهر

Variation of Apparent Electrical Resistivity in W-035



پیوست ۲-۳

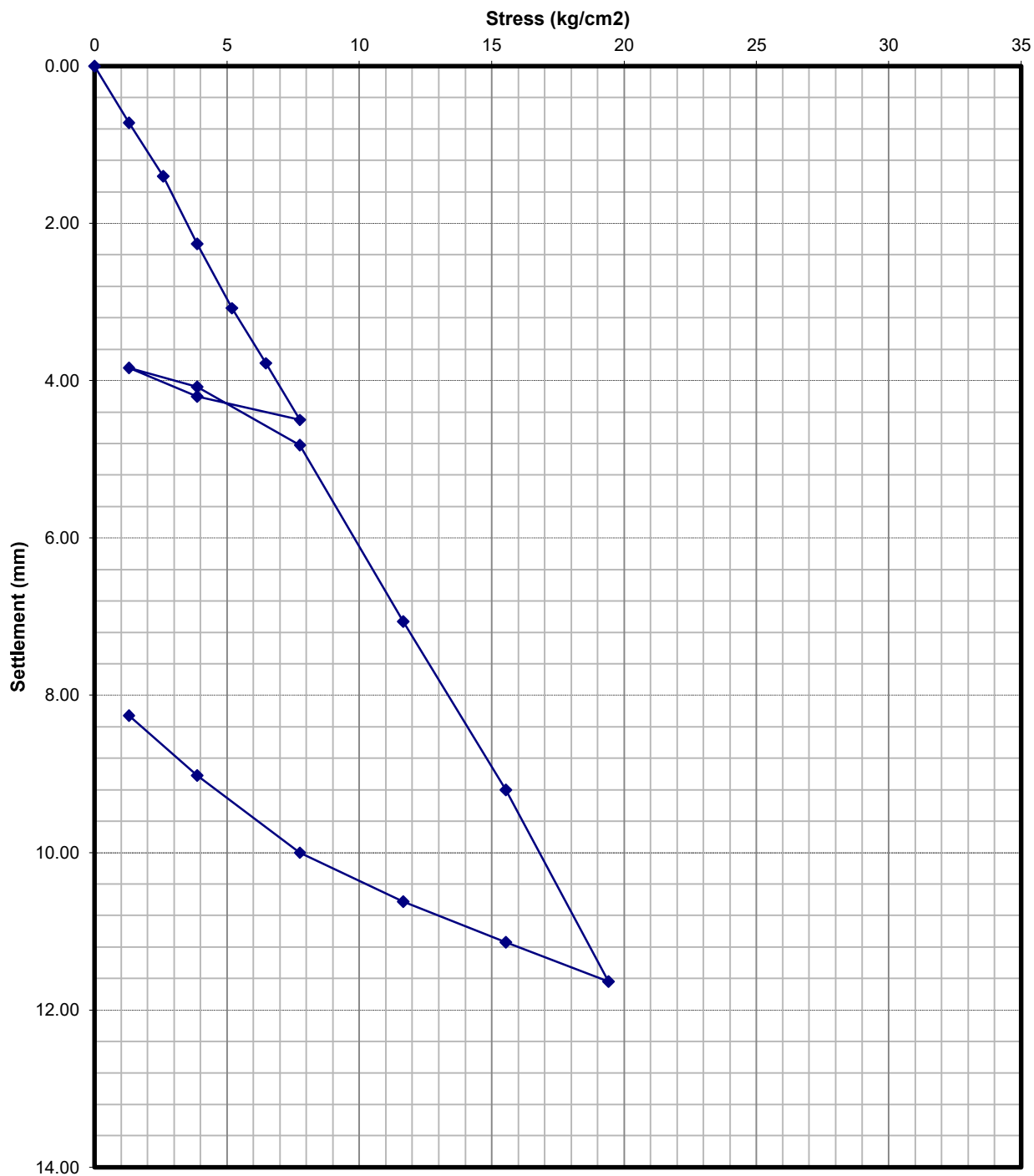
آزمایش بارگذاری صفحه



# Plate Load Test Results

**Client:**  
**Consultant:** شرکت مهندسين مشاور باران خاک و پی  
**Project:** مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک

**Plate dimension:** 30 cm  
**Testpit No.:** PLT-W-035(BH-WH-3)  
**Depth:** 1.0 m





پیوست ۳-۳

آزمایش CBR



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

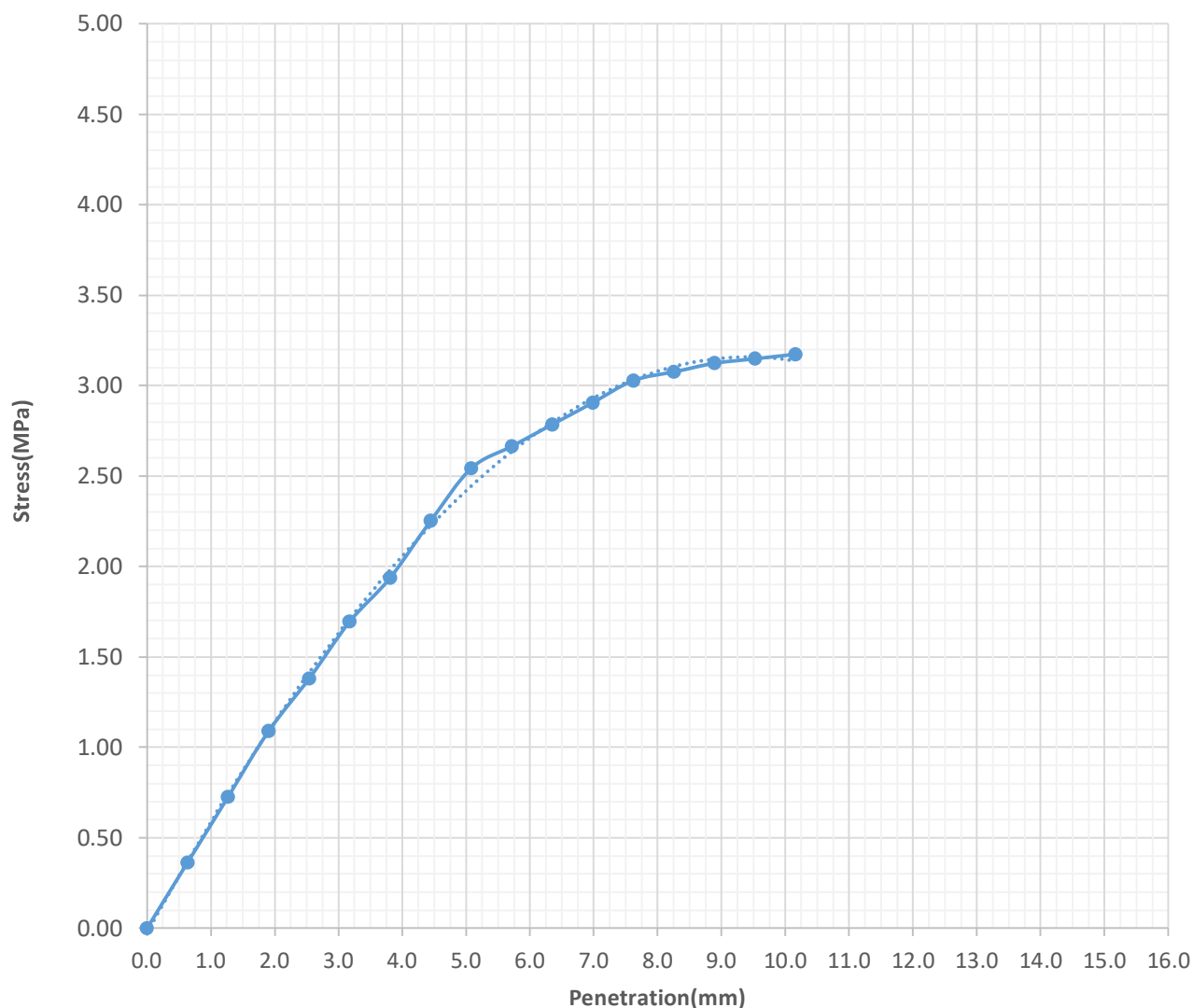
**Project Name:**

مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان  
نفی بینک

**Location:** CBR-1-W-035

**Client:**

**Depth:** 40 cm



**CBR VALUE:**

Penetration-2.54 mm

**20.0**

%

Penetration-5.08 mm

**24.7**

%



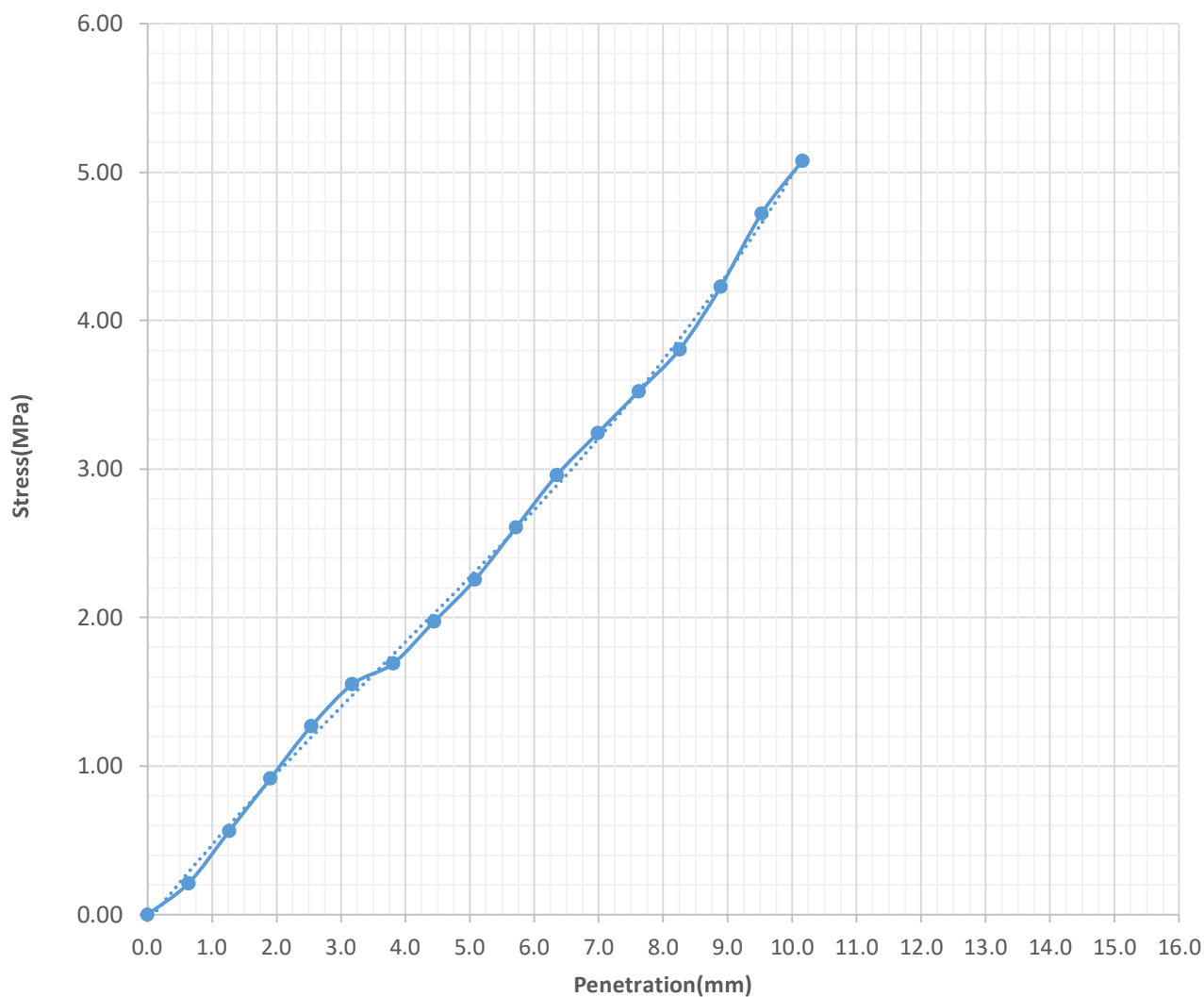
## Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place (ASTM D4429)

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

**Location:** CBR-2-W-035

**Client:**

**Depth:** 40 cm



**CBR VALUE:**

Penetration-2.54 mm

**18.4**

%

Penetration-5.08 mm

**21.9**

%

پیوست ۳-۴

آزمایش اندازه گیری دمای خاک



## Soil Temperature Measurement

**Client:**

**Project:**

**Date:**

**Site:**

مطالعات ژئو تکنیک پروژه بینک

24 Dec 2021-8 Jan 2022 / 29May2022

پوشہر

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



## پیوست ۴

آزمایشات آزمایشگاهی و مقادیر پیشنهادی  
پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

پیوست ۴-۱

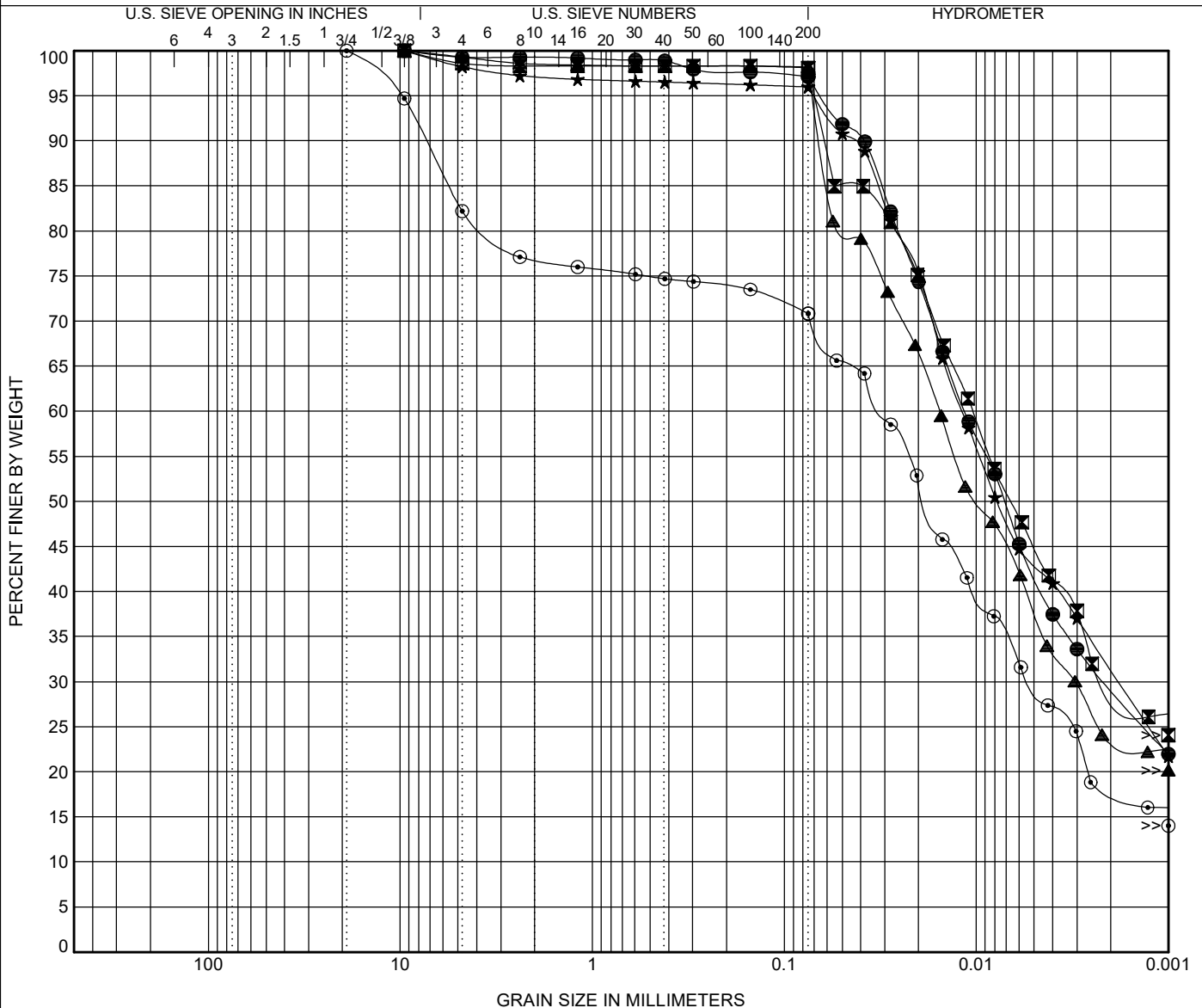
آزمایش دانه بندی



Barangeotechnics

**GRAIN SIZE DISTRIBUTION**

CLIENT \_\_\_\_\_

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

| COBBLES | GRAVEL |      | SAND   |        |      | SILT OR CLAY |
|---------|--------|------|--------|--------|------|--------------|
|         | coarse | fine | coarse | medium | fine |              |

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



Barangeotechnics

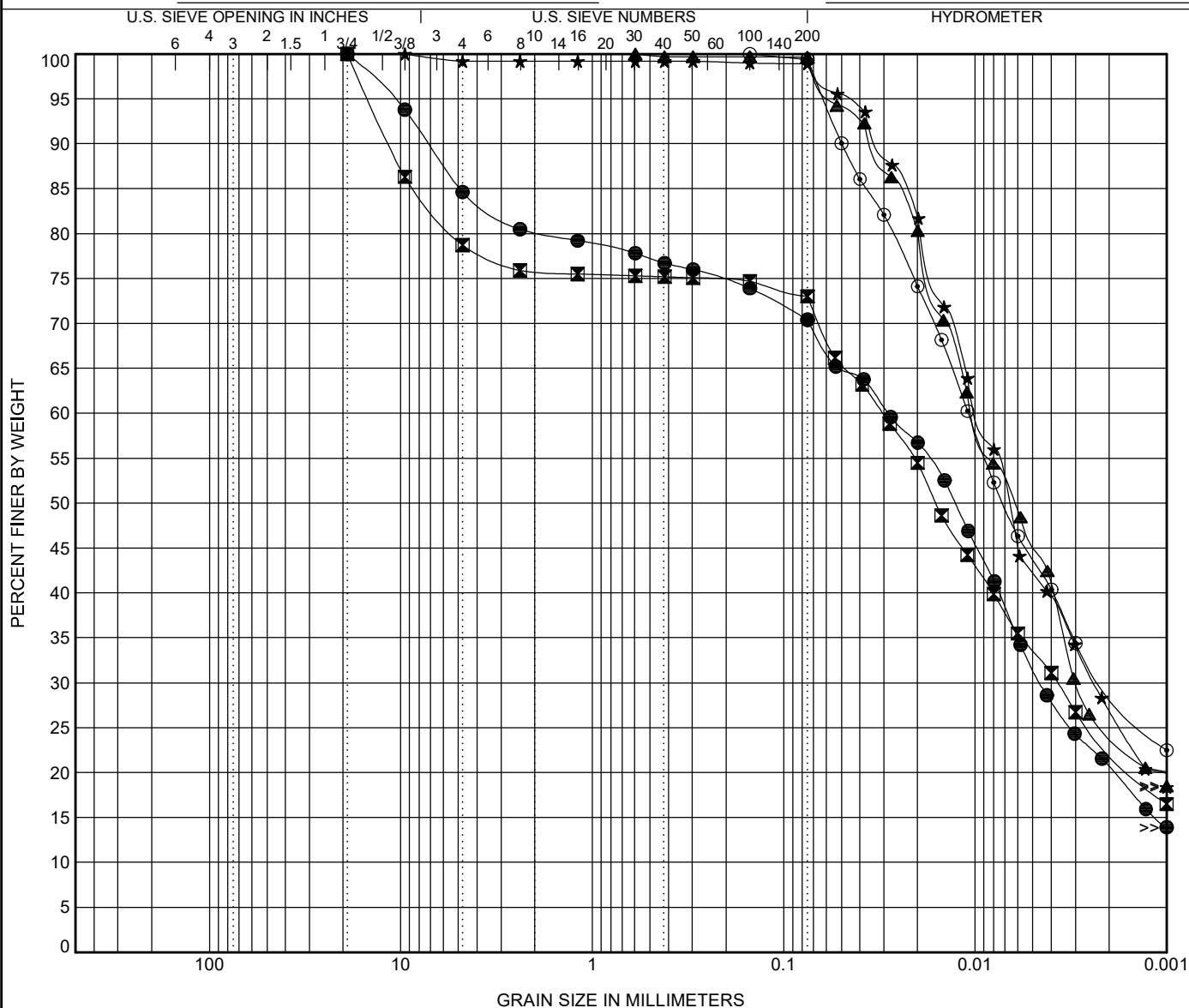
# GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



| COBBLES | GRAVEL |      | SAND   |        |      | SILT OR CLAY |
|---------|--------|------|--------|--------|------|--------------|
|         | coarse | fine | coarse | medium | fine |              |

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



Barangeotechnics

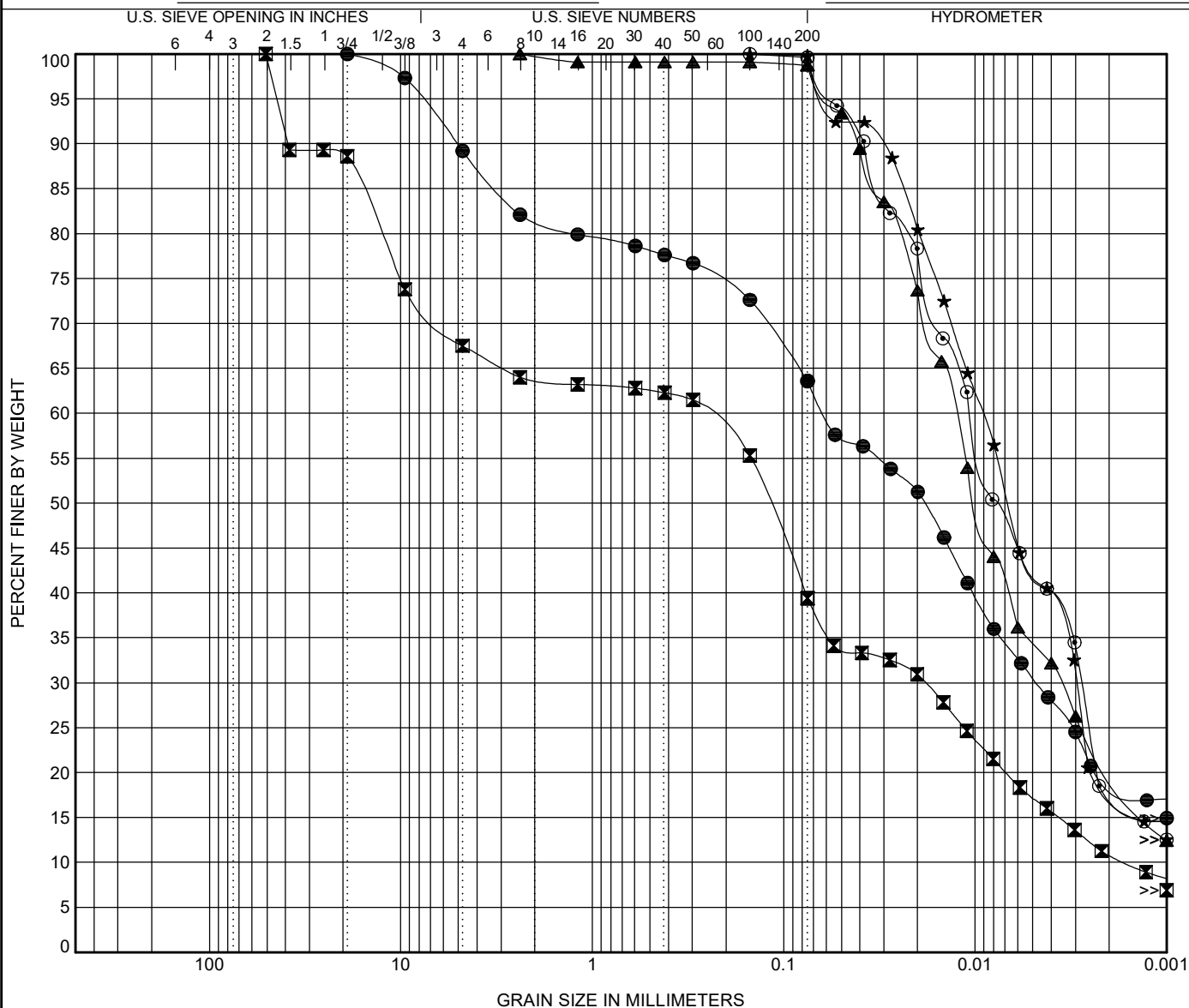
# GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



| COBBLES | GRAVEL |      | SAND   |        |      | SILT OR CLAY |
|---------|--------|------|--------|--------|------|--------------|
|         | coarse | fine | coarse | medium | fine |              |

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



Barangeotechnics

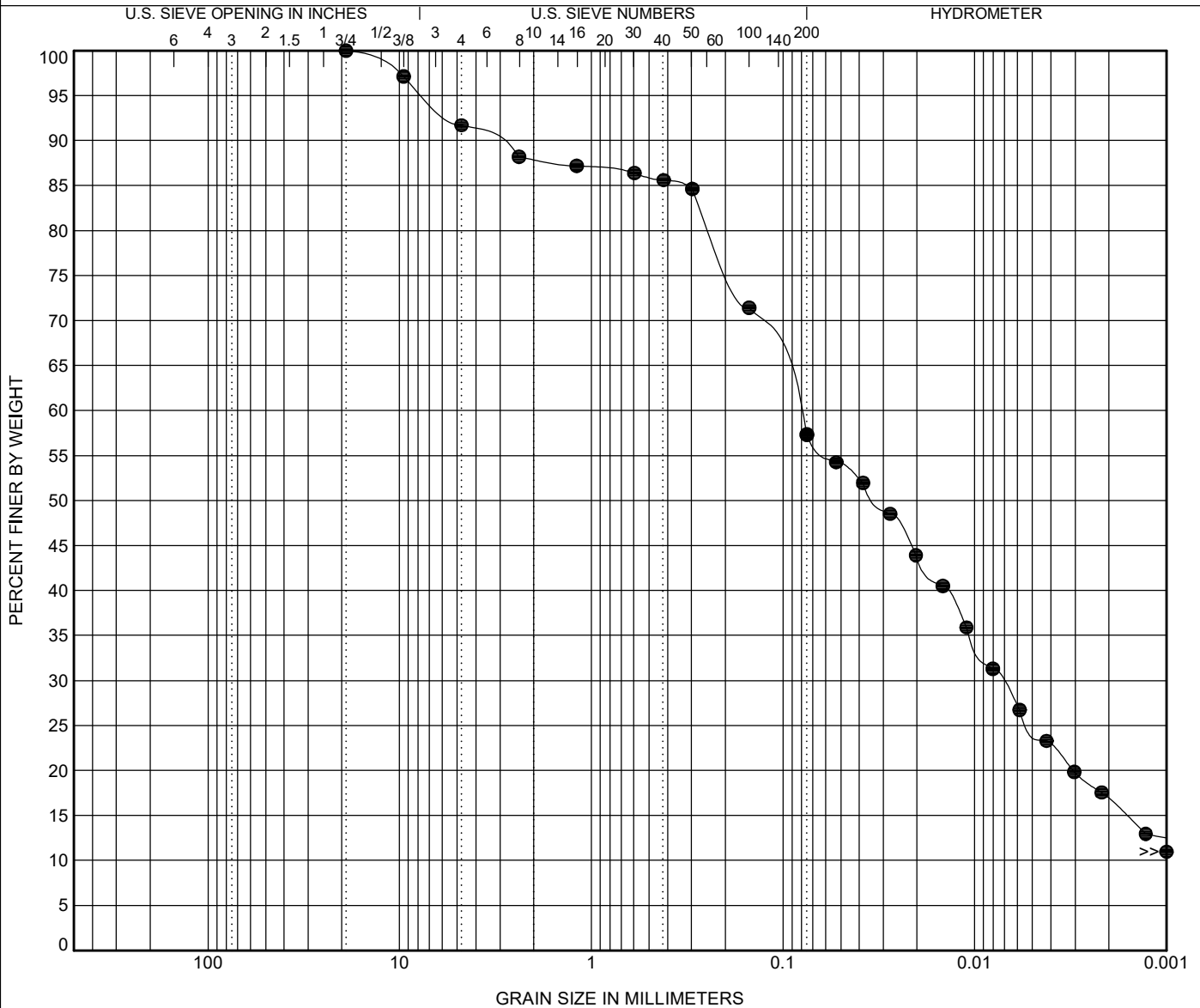
# GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



| COBBLES | GRAVEL |      | SAND   |        |      | SILT OR CLAY |
|---------|--------|------|--------|--------|------|--------------|
|         | coarse | fine | coarse | medium | fine |              |

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



پیوست ۲-۴

آزمایش حدود اتربرگ



Barangeotechnics

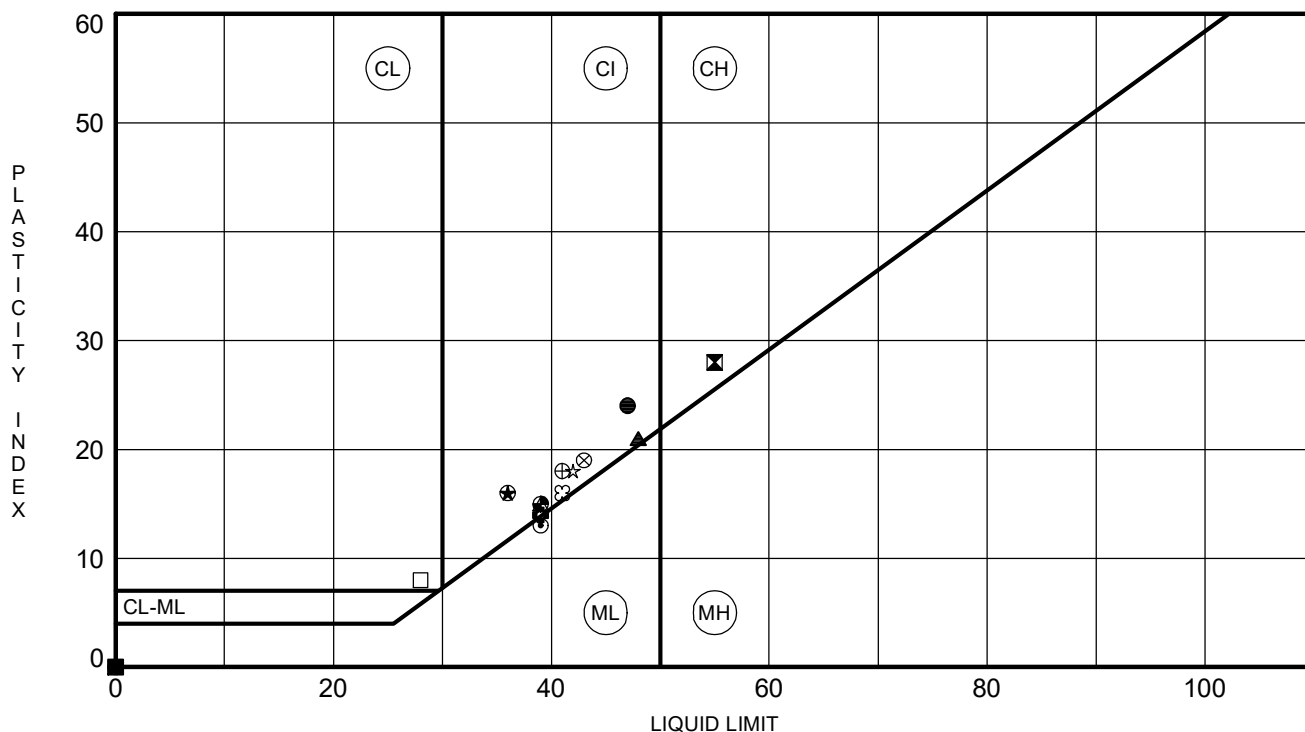
## ATTERBERG LIMITS' RESULTS

CLIENT

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



| Borehole   | Depth | LL | PL | PI | Fines | Classification             |
|------------|-------|----|----|----|-------|----------------------------|
| ● BH-FL-28 | 0.50  | 47 | 23 | 24 | 97    | LEAN CLAY(CI)              |
| ⊠ BH-FL-28 | 1.50  | 55 | 27 | 28 | 98    | FAT CLAY(CH)               |
| ▲ BH-FL-28 | 2.50  | 48 | 27 | 21 | 98    | LEAN CLAY(CI)              |
| ★ BH-FL-29 | 0.50  | 36 | 20 | 16 | 96    | LEAN CLAY(CI)              |
| ⊙ BH-FL-29 | 1.50  | 39 | 26 | 13 | 71    | SILT with GRAVEL(ML)       |
| ⊕ BH-FL-29 | 2.50  | 39 | 25 | 14 | 70    | LEAN CLAY with GRAVEL(CI)  |
| ○ BH-WH-3  | 0.50  | 36 | 20 | 16 | 73    | LEAN CLAY with GRAVEL(CI)  |
| △ BH-WH-3  | 1.70  | 39 | 24 | 15 | 100   | LEAN CLAY(CI)              |
| ⊗ BH-WH-3  | 2.60  | 43 | 24 | 19 | 99    | LEAN CLAY(CI)              |
| ⊕ BH-WH-3  | 3.60  | 41 | 23 | 18 | 99    | LEAN CLAY(CI)              |
| □ BH-WH-3  | 5.00  | 28 | 20 | 8  | 64    | SANDY LEAN CLAY(CL)        |
| ⊗ BH-WH-3  | 6.60  | NP | NP | NP | 39    | SILTY GRAVEL with SAND(GM) |
| ⊕ BH-WH-3  | 7.60  | 39 | 24 | 15 | 99    | LEAN CLAY(CI)              |
| ★ BH-WH-3  | 9.00  | 42 | 24 | 18 | 100   | LEAN CLAY(CI)              |
| ⊗ BH-WH-3  | 10.00 | 41 | 25 | 16 | 100   | LEAN CLAY(CI)              |
| ■ BH-WH-3  | 14.00 | NP | NP | NP | 57    | SANDY SILT(ML)             |
|            |       |    |    |    |       |                            |
|            |       |    |    |    |       |                            |
|            |       |    |    |    |       |                            |
|            |       |    |    |    |       |                            |

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

پیوست ۳-۴

آزمایش دانسیته و درصد رطوبت



Barangeotechnics

## SUMMARY OF LABORATORY RESULTS

CLIENT

PROJECT NAME Binak-W-035

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

Sheet 1 of 1

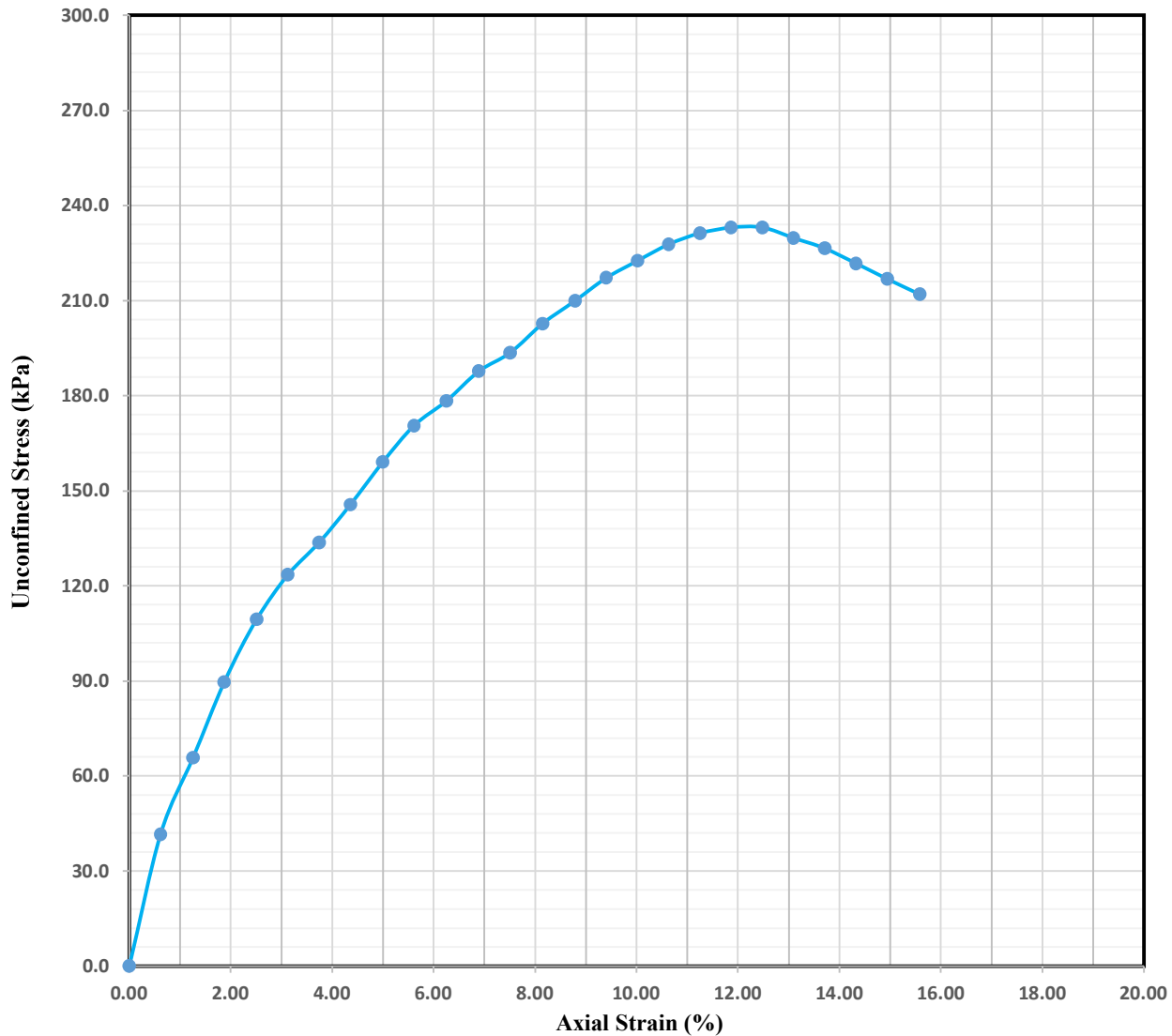
| Borehole | Depth | Liquid Limit | Plastic Limit | Plasticity Index | Maximum Size (mm) | %<0.075 Sieve | Classification | Water Content (%) | Dry Density (Mg/m <sup>3</sup> ) | Saturation (%) | Void Ratio |
|----------|-------|--------------|---------------|------------------|-------------------|---------------|----------------|-------------------|------------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

پیوست ۴-۴

آزمایش تک محوری سنگ

# Uniaxial Compression Test

CLIENT \_\_\_\_\_ PROJECT NAME \_\_\_\_\_ مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک  
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION \_\_\_\_\_ یوشهر



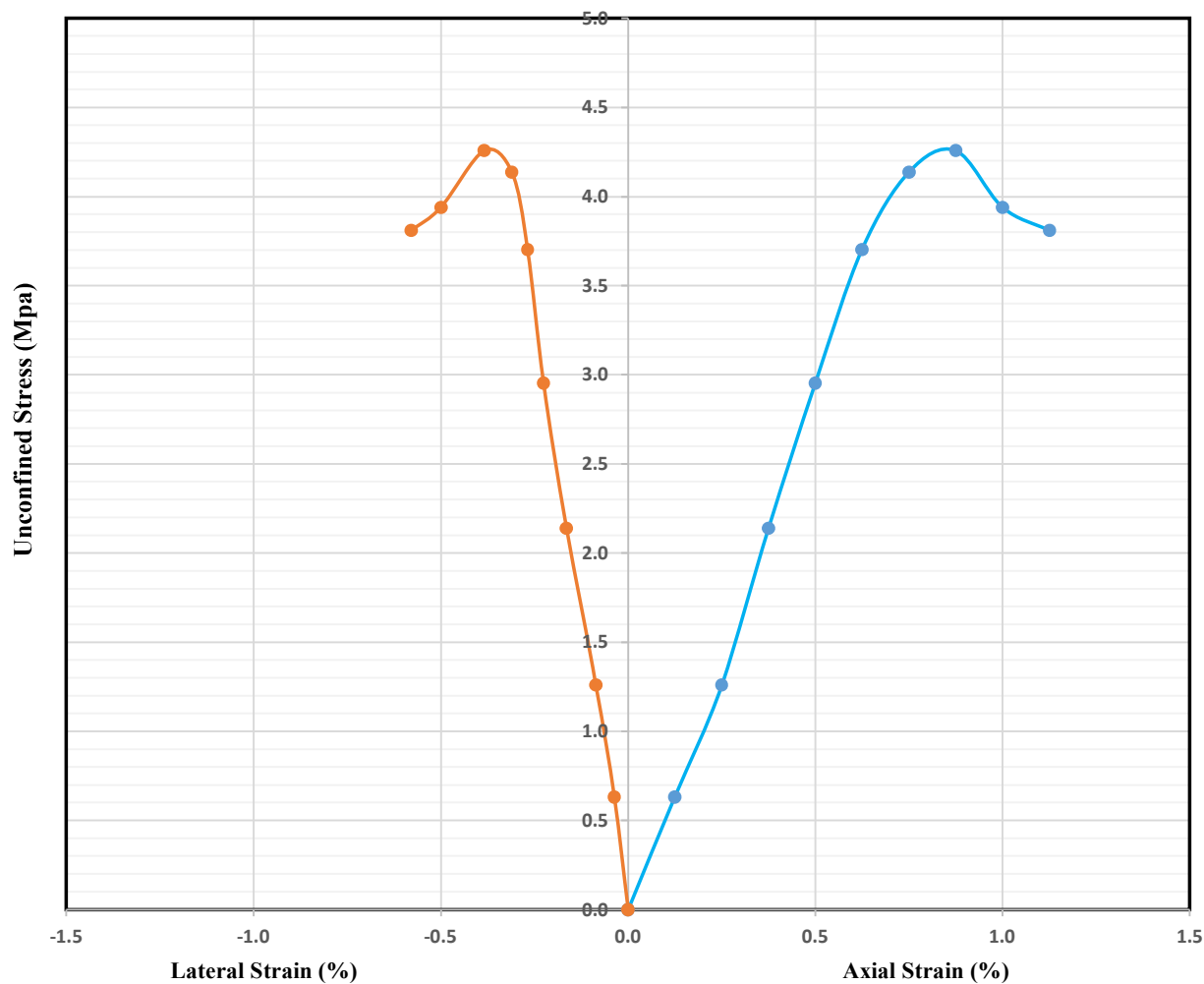
| Sample Specification |         | Initial Condition                  |       |
|----------------------|---------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-WH-3 | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 19.07 |
| Depth (m):           | 0.5-1.0 | Dry Density (kN/m <sup>3</sup>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

| Test Results                          |       |
|---------------------------------------|-------|
| Unconfined Compressive Strength(kPa): | 233.1 |



# Uniaxial Compression Test

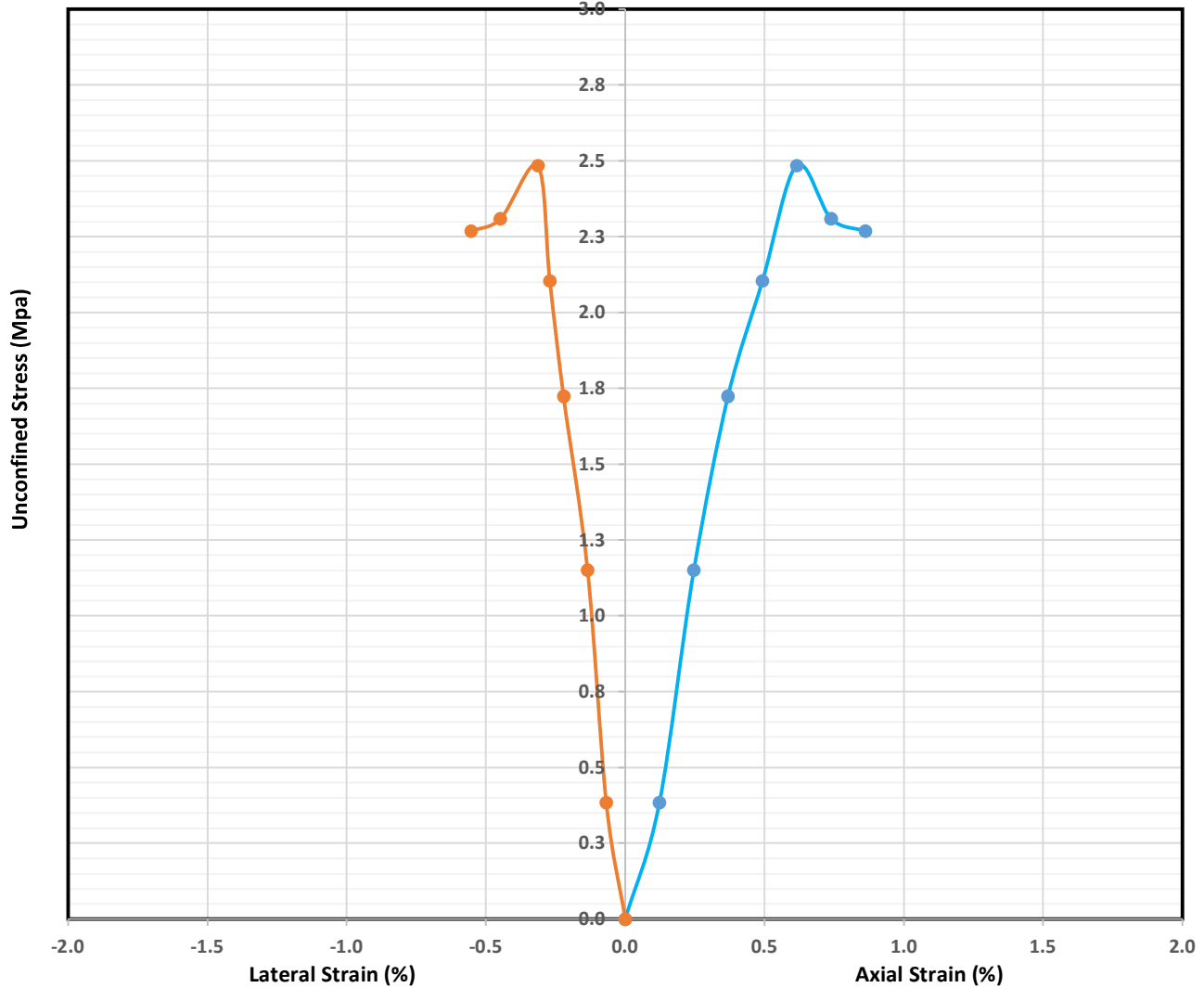
CLIENT \_\_\_\_\_ PROJECT NAME \_\_\_\_\_ مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک  
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION \_\_\_\_\_ یوشهر



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

| Test Results                          |     |
|---------------------------------------|-----|
| Unconfined Compressive Strength(MPa): | 4.3 |

CLIENT \_\_\_\_\_ PROJECT NAME مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک  
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION بوشهر

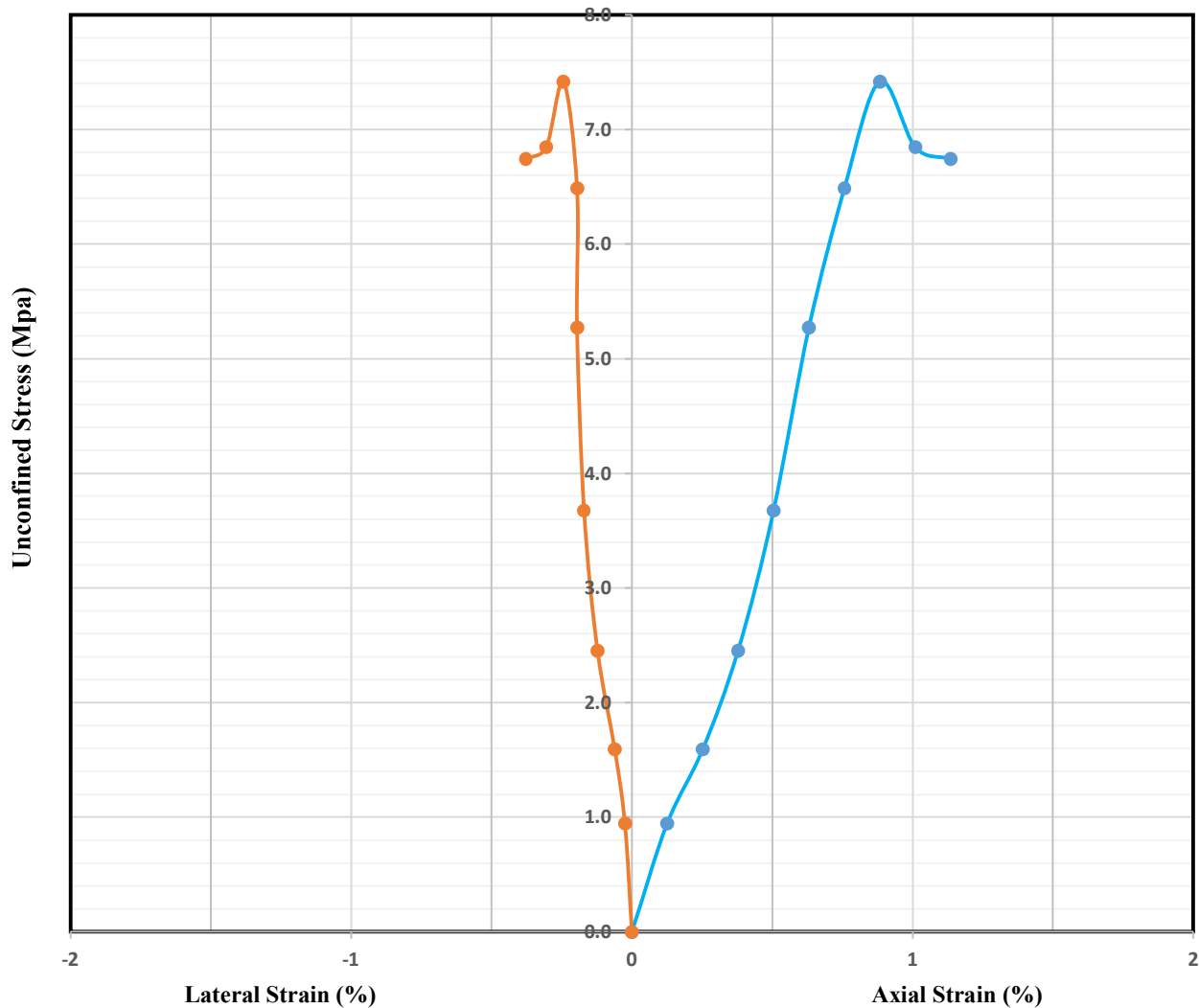


| Sample Specification |            | Initial Condition                  |       |
|----------------------|------------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-WH-3    | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 21.21 |
| Depth (m):           | 10.0-10.33 | Dry Density (kN/m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

| Test Results                          |      |
|---------------------------------------|------|
| Unconfined Compressive Strength(MPa): | 2.48 |

# Uniaxial Compression Test

CLIENT \_\_\_\_\_ PROJECT NAME \_\_\_\_\_ مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک  
PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION \_\_\_\_\_ بوشهر



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

| Test Results                          |      |
|---------------------------------------|------|
| Unconfined Compressive Strength(MPa): | 7.42 |

پیوست ۴-۵

آزمایش بار نقطه ای

## Point Load Test Result



Project Name: مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

Client :

Project No.: 589

| Borehole No. | Depth (m)   | Load (kgf) | W (mm) | D (mm) | Is (Mpa.) | F    | I <sub>50</sub> (Mpa.) | UCT ( approximately )<br>(Mpa.) |
|--------------|-------------|------------|--------|--------|-----------|------|------------------------|---------------------------------|
| BH-WH-3      | 5.00-5.50   | 65         | 82     | 61     | 0.10      | 1.09 | 0.11                   | 2.46                            |
| BH-WH-3      | 11.30-11.50 | 93         | 80     | 82     | 0.11      | 1.25 | 0.14                   | 3.06                            |
| BH-FL-28     | 2.50-3.00   | 42         | 81     | 80     | 0.05      | 1.24 | 0.06                   | 1.38                            |

Note:

$$D_e = 4A/\pi$$

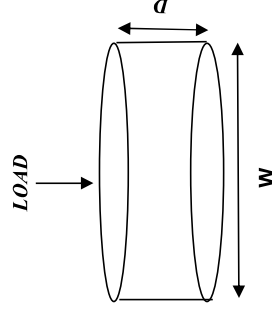
$$A = WD$$

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

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

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

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



پیوست ۴-۶

آزمایش برش مستقیم





# Direct Shear Test

CLIENT

PROJECT NAME

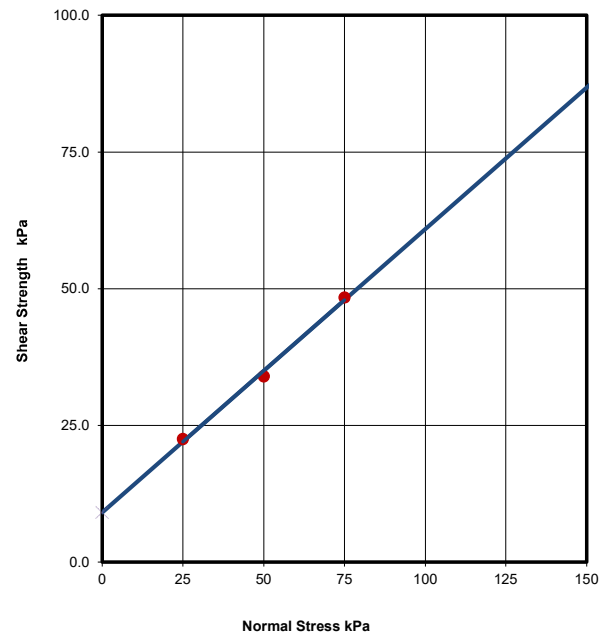
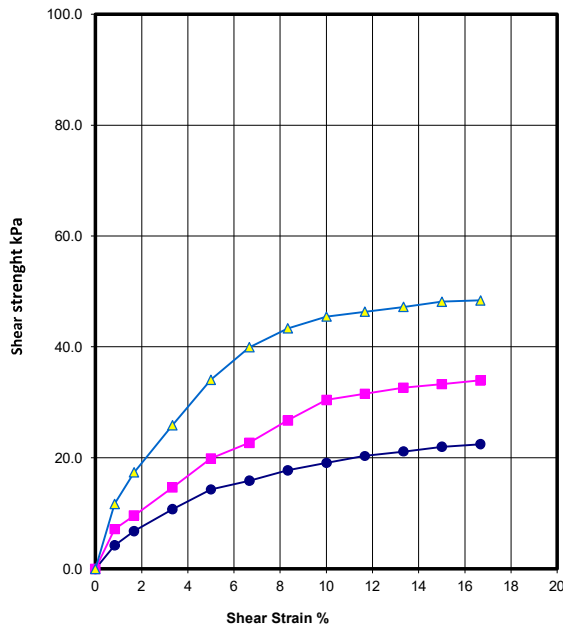
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



|                   |          |              |          |
|-------------------|----------|--------------|----------|
| Borehole ID:      | BH-FL-28 | Sample Type: | Remolded |
| Sample Depth (m): | 0.5-1.0  | Test Type:   | Slow     |

| Sample Specification             |       |       |       | Sample Condition Before Test |       |       |       | Sample Condition After Test |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|-------|
| Sample No.:                      | 1     | 2     | 3     | Sample No.:                  | 1     | 2     | 3     | Sample No.:                 | 1     | 2     | 3     |
| Height (cm):                     | 2.2   | 2.2   | 2.2   | Moisture (%):                | 12.5  | 12.9  | 12.5  | Moisture (%):               | 15.2  | 15.3  | 14.8  |
| B*L (cm*cm):                     | 6*6   | 6*6   | 6*6   | Saturation (%):              | 63.41 | 66.27 | 63.83 | Saturation (%):             | 92.67 | 96.99 | 98.98 |
| $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> ): | 17.42 | 17.46 | 17.41 | Void Ratio:                  | 0.52  | 0.52  | 0.52  | Void Ratio:                 | 0.44  | 0.42  | 0.40  |

| Test Results     |      |
|------------------|------|
| C (kPa):         | 9.07 |
| $\phi$ (Degree): | 27.4 |

CLIENT

PROJECT NAME

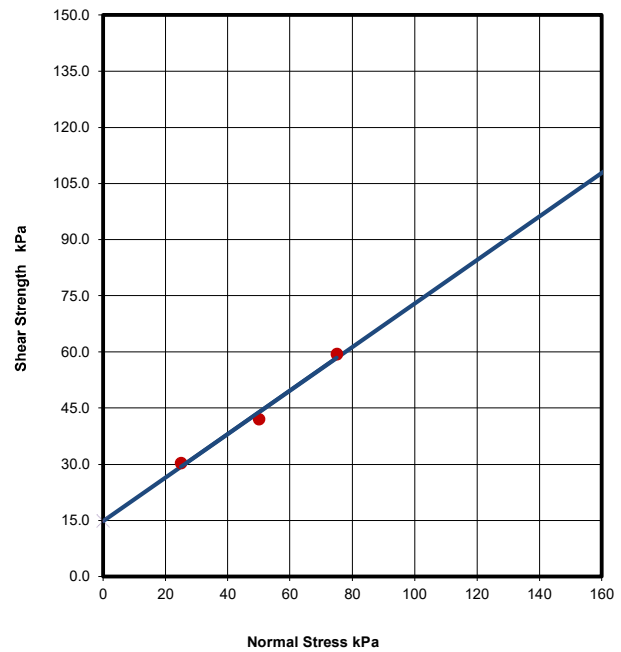
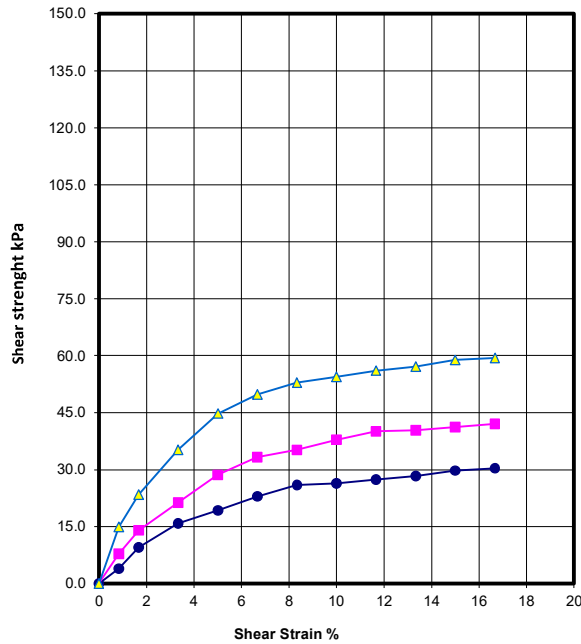
مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER

589

PROJECT LOCATION

بوشهر



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

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

## Test Results

C (kPa): 14.84

$\phi$  (Degree): 30.2



CLIENT

PROJECT NUMBER

589

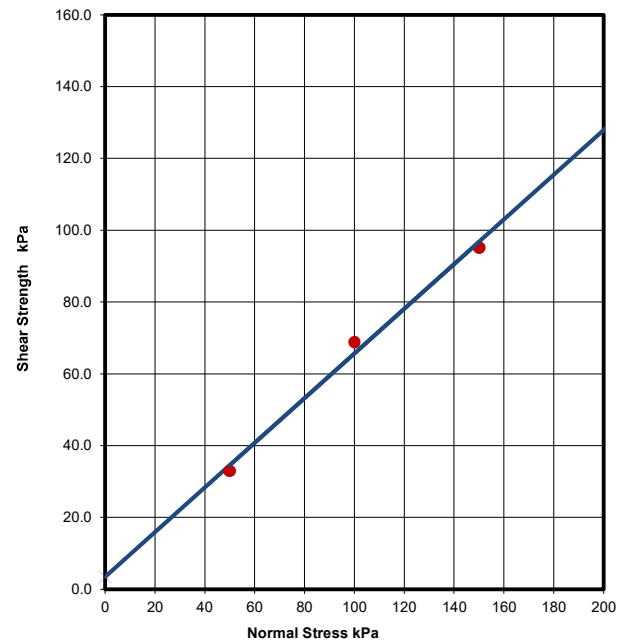
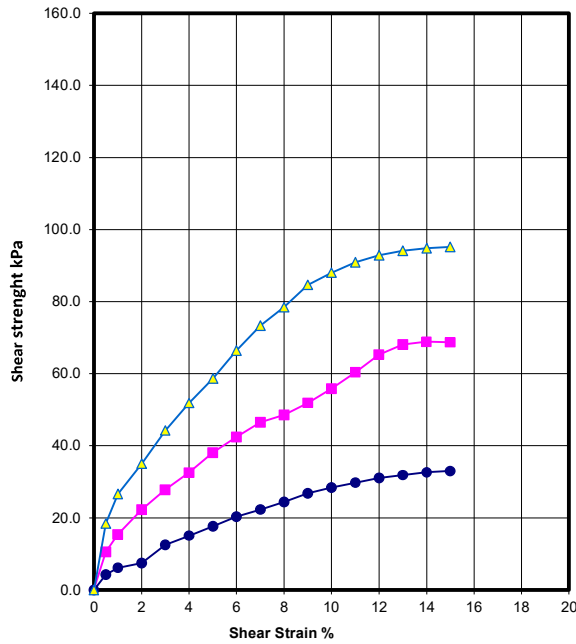
PROJECT NAME

PROJECT LOCATION

## Direct Shear Test

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

بوشهر



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

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

| Test Results     |      |
|------------------|------|
| C (kPa):         | 3.40 |
| $\phi$ (Degree): | 31.9 |

پیوست ۴-۷  
آزمایش شیمیایی

#### پیوست ۴-۸

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

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

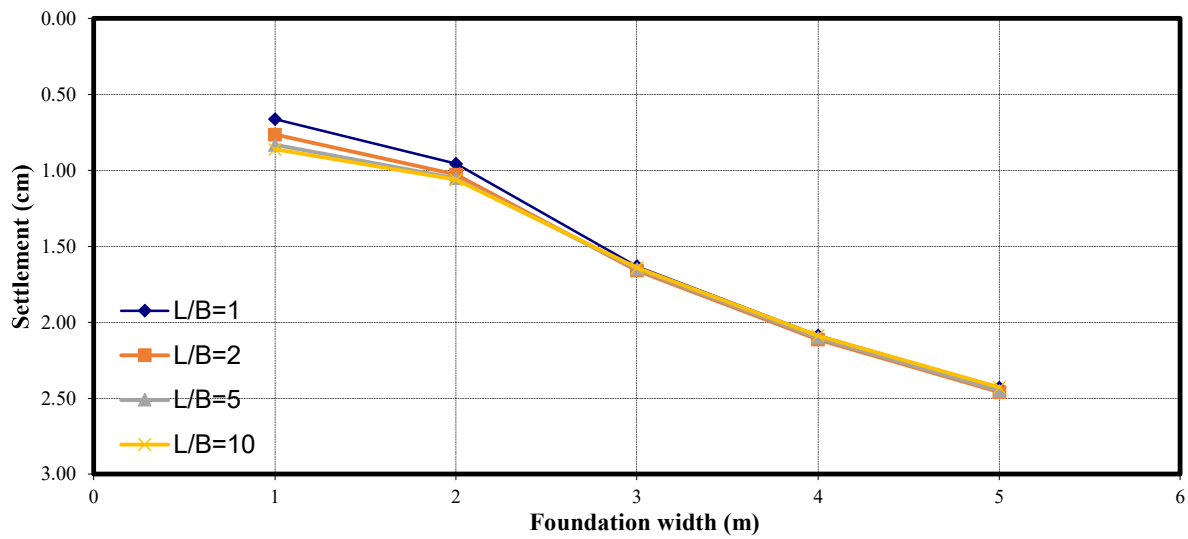
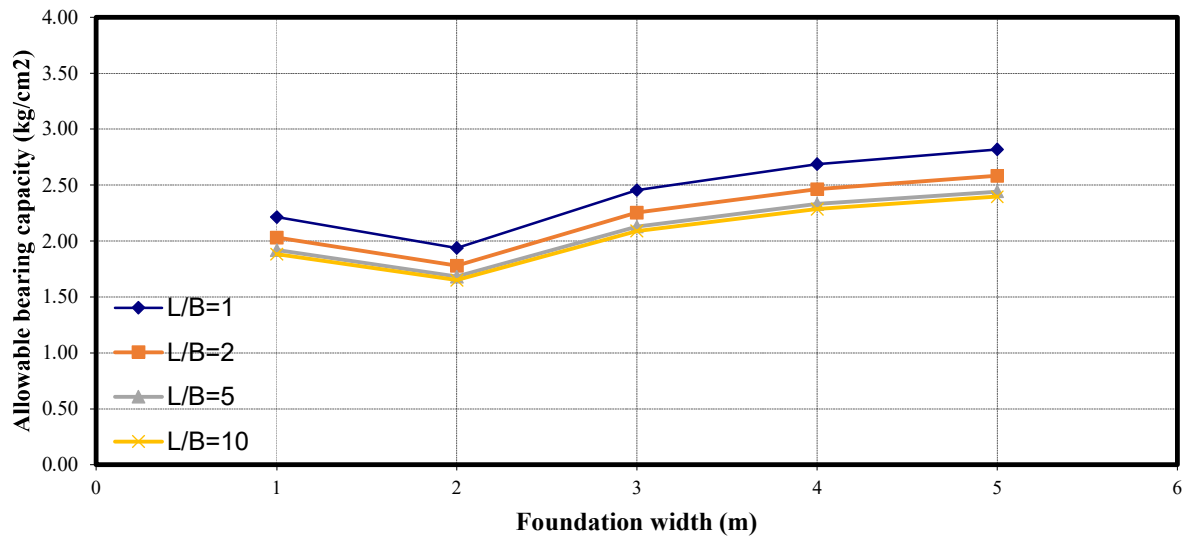
| <i>Layer type according to Unified method</i>   | <i>CL</i>        | <i>Marl/ClayStone (CL)</i> | <i>Sand</i>      | <i>Unit</i>   |
|-------------------------------------------------|------------------|----------------------------|------------------|---------------|
| <i>Depth</i>                                    | <i>0.0-2.0</i>   | <i>2.0-5.0</i>             | <i>5.0-15.0</i>  | <i>m</i>      |
| <i>Soil cohesion (Cu)</i>                       | <i>0.8-1.6</i>   | <i>2.0-3.0</i>             | <i>4.0-6.0</i>   | <i>kg/cm2</i> |
| <i>Soil wet density (<math>\gamma_w</math>)</i> | <i>1.95-2.00</i> | <i>2.05-2.10</i>           | <i>2.10-2.15</i> | <i>g/cm3</i>  |
| <i>Soil module of elasticity (Es)</i>           | <i>160-320</i>   | <i>400-600</i>             | <i>800-1200</i>  | <i>kg/cm2</i> |
| <i>Soil Poisson ratio (<math>\nu</math>)</i>    | <i>0.35-0.40</i> | <i>0.30-0.35</i>           | <i>0.30-0.35</i> | <i>-</i>      |

## پیوست ۵

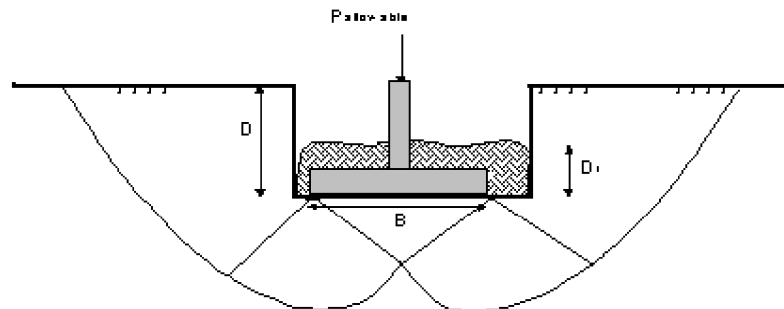
ظرفیت باربری پی های سطحی، مدول عکس العمل بستر و  
ضرایب فشار جانبی برای لایه های خاک طبیعی



## Shallow Foundation - W-035



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

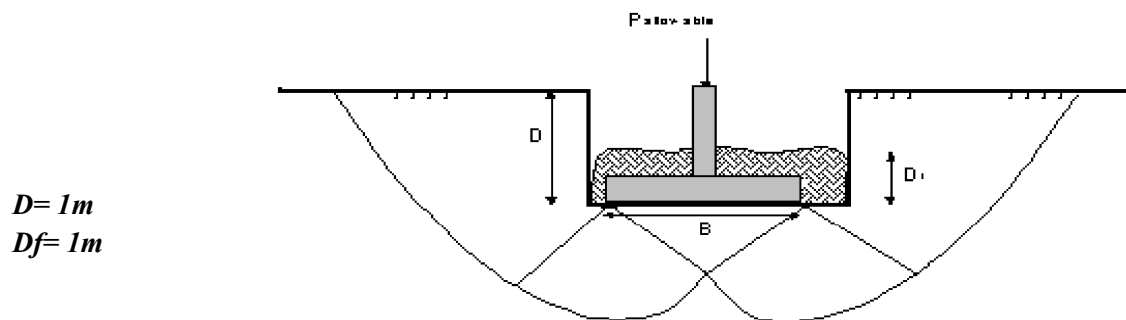
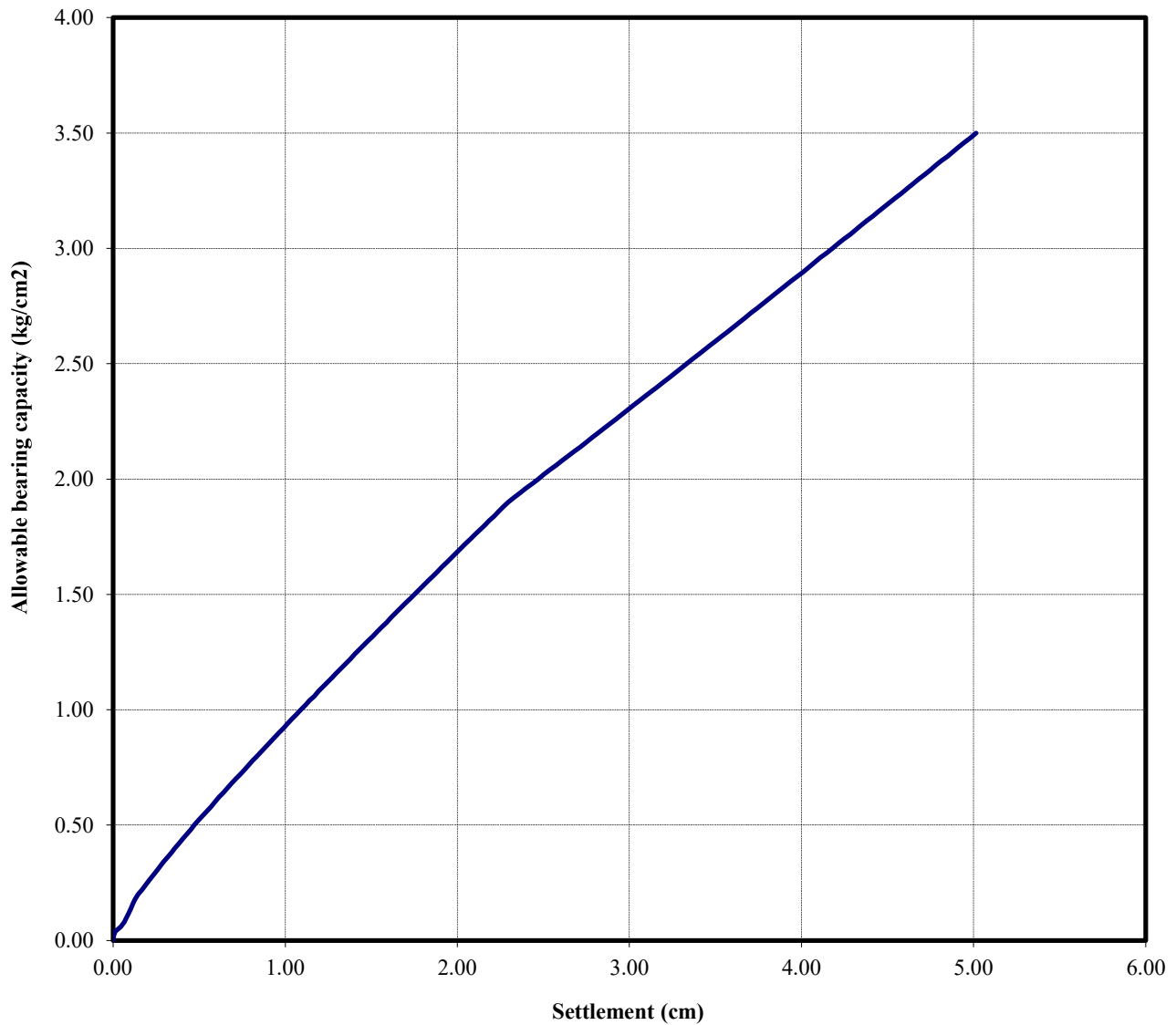


**Notes:**

$D$  : Depth of footing with respect to ground surface

$D_f$  : Depth of footing embedment

# **Mat Foundation-12m\*20m** **W-035**



***D= 1m***  
***Df= 1m***

***Notes:***

***D : Depth of footing with respect to ground surface***

***Df:Depth of footing embedment***

مدول عكس العمل بستر پي مربعي، مستطيلي و نواري براي عمق يك متر -W-035

| B(m) | مدول عكس العمل بستر پي سطحي (kg/cm <sup>3</sup> ) |       |       |        |
|------|---------------------------------------------------|-------|-------|--------|
|      | L/B=1                                             | L/B=2 | L/B=5 | L/B=10 |
| 1.0  | 3.35                                              | 2.66  | 2.31  | 2.19   |
| 2.0  | 2.03                                              | 1.73  | 1.60  | 1.55   |
| 3.0  | 1.51                                              | 1.36  | 1.29  | 1.27   |
| 4.0  | 1.29                                              | 1.17  | 1.11  | 1.09   |
| 5.0  | 1.16                                              | 1.05  | 1.00  | 0.99   |

مدول عكس العمل بستر پي گسترده براي عمق يك متر -W-035

| B×L (m) | S (cm) | مدول عكس العمل بستر پي گسترده (kg/cm <sup>3</sup> ) |        |        |
|---------|--------|-----------------------------------------------------|--------|--------|
|         |        | گوشه پي                                             | لبه پي | وسط پي |
| 12×20   | 5      | 2.80                                                | 1.40   | 0.70   |

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

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

پیوست ۶

گزارش منابع قرضه

|                                                                                            |                                                                                                                                 |          |            |           |         |     |                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <div>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</div> <div>سطح الارض</div> <div>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک</div> |          |            |           |         |     | <div></div> |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                                                |          |            |           |         |     |                                                                                                |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project                                                                                                                         | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۱ از ۱۱                                                                                 |
|                                                                                            | BK                                                                                                                              | W-035    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                                |

## ۱- مقدمه

به منظور شناسایی و بررسی مشخصات فنی منابع قرضه مورد نیاز در پروژه‌ها یک برداشت و بررسی ژئوتکنیکی از منطقه پروژه یا محدوده‌های اطراف آن در صورتی که فاصله حمل مصالح توجیه اقتصادی داشته باشد، مورد نیاز است. مصالح مورد نیاز در پروژه‌های راهسازی عمدتاً عبارتند از: شن، مصالح با سطوح شکسته، مصالح دانه‌ای بتن، مصالح سنگ چینی، معدن قرضه شن و مصالح مورد نیاز در خاکریزی و ... می‌باشد. گزارش منابع قرضه مصالح مورد نیاز در پروژه حاضر شامل مراحل شناسایی و بازدید میدانی، نمونه‌برداری و آزمایش‌های آزمایشگاهی می‌باشد که نتایج آن در بخش‌های پیش‌رو ارائه شده است.

## ۲- شرح مختصر پروژه

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 ۸ اینچ زیرزمینی انتقال گاز و ایستگاه تقویت فشار گازی تعریف شده است. بخش تحت الارض شامل ۵۵ گمانه ماشینی در ۱۰ سایت تاسیسات سرچاهی، مسیر خط لوله و مسیر برق رسانی می‌باشد. بخش سطح الارض شامل ۸۹ گمانه ماشینی در خط لوله زیرزمینی ۸ اینچ به طول ۴۴ کیلومتر و ۶ گمانه ماشینی در ایستگاه تقویت فشار جدید است. گزارش حاضر دربرگیرنده نتایج مطالعات ابلاغی ایستگاه تقویت فشار جدید در بخش سطح الارض می‌باشد. با توجه به نقشه‌ها در محدوده مختصات‌های ارسالی از سمت کارفرمای محترم، پی گسترده با ابعاد ۲۰×۱۲ متر و پی‌های سطحی مربعی، مستطیلی و نواری جهت طراحی در ایستگاه تقویت فشار گاز در نظر گرفته شده است. گزارش حاصل شامل نتایج بررسی‌های میدانی و آزمایشگاهی، شناسایی منابع قرضه می‌باشد که نتایج آن در بخش‌های پیش‌رو ارائه شده است.

## ۳- کاوش‌های صحرائی

در کاوش‌های صحرائی انجام شده در منبع قرضه مشخصات منبع قرضه شامل محل و مختصات منبع قرضه، جنس مصالح، سطح آب، شیب زمین و محدوده تقریبی آن مورد بررسی قرار گرفته است.

|                                                                                   |                                                                                                                          |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک<br>گزارش منابع قرضه |          |            |           |         |     |  |
|                                                                                   | Project                                                                                                                  | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۲ از ۱۱                                                                      |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                  | BK                                                                                                                       | W-035    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |



شکل ۳-۱- جانمایی منبع قرضه در Google Earth

جدول ۳-۱- مختصات محدوده منبع قرضه

| شماره محل | X      | Y       |
|-----------|--------|---------|
| 1         | 523762 | 3241831 |
| 2         | 523803 | 3241772 |
| 3         | 524056 | 3241649 |
| 4         | 524188 | 3241725 |
| 5         | 524295 | 3241864 |
| 6         | 524230 | 3242036 |
| 7         | 524118 | 3242019 |



|                                                                                   |                                                                                                                                 |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br><b>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک</b><br>گزارش منابع قرضه |          |            |           |         |     |  |
|                                                                                   | Project                                                                                                                         | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه ۳ از ۱۱                                                                        |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                  | BK                                                                                                                              | W-035    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |

| شماره محل | X      | Y       |
|-----------|--------|---------|
| 8         | 524033 | 3242081 |
| 9         | 524056 | 3242194 |
| 10        | 523943 | 324220  |
| 11        | 523780 | 3242193 |
| 12        | 523679 | 3242055 |

#### - محل منبع قرضه:

- در نزدیکی شهر برازجان واقع گردیده است.

- فاصله محدوده تا گناوه در حدود ۱۰۰ کیلومتر و تا سایت بینک در حدود ۱۲۰ کیلومتر می باشد.

- **جنس مصالح:** با توجه به مشاهدات انجام شده جنس مصالح محل غالباً بصورت شن بد دانه بندی شده همراه لای و شن همراه با لای مشاهده شده است.

- **سطح آب:** آب های سطحی در محل مشاهده نشده است. با توجه به عدم حفاری در محل منبع قرضه امکان اظهار نظر در خصوص سطح آب زیرزمینی وجود ندارد.

- **شیب زمین:** شیب زمین به صورت تپه ماهوری و کوهپایه ای است.

- **محدوده تقریبی منبع:** عرض تقریبی ۵۰۰ متر و به طول حدوداً ۷۰۰ متر

- **مختصات محل نمونه برداری:** دو نمونه جهت انجام آزمایش های مورد نظر از محدوده منبع قرضه تهیه شده است.

جدول ۳-۲- مختصات محل نمونه برداری

| نام نمونه | X      | Y       |
|-----------|--------|---------|
| TP-1      | 523984 | 3241927 |
| TP-2      | 524112 | 3241825 |

|                                                                                            |                                                                                                      |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک |          |            |           |         |     |  |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                     |          |            |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project                                                                                              | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۴ از ۱۱                                                                      |
|                                                                                            | BK                                                                                                   | W-035    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |



شکل ۳-۲-نمایی از محل منبع قرضه



شکل ۳-۳- نمایی از محل منبع قرضه

|                                                                                            |                                                                                                      |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک |          |            |           |         |     |  |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                     |          |            |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project                                                                                              | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۵ از ۱۱                                                                      |
|                                                                                            | BK                                                                                                   | W-035    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |



شکل-۳-۴- نمایی از محل منبع قرضه



شکل-۳-۵- نمایی از محل منبع قرضه



|                                                                                            |                                                                                                      |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک |          |            |           |         |     |  |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                     |          |            |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:                                                                               | Project                                                                                              | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه ۶ از ۱۱                                                                        |
| ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                                           | BK                                                                                                   | W-035    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |



شکل-۳-۶- نمایی از محل منبع قرضه



شکل-۳-۷- نمایی از محل منبع قرضه

|                                                                                            |                                                                                                      |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک |          |            |           |         |     |  |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                     |          |            |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project                                                                                              | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۱۷ از ۱۱                                                                     |
|                                                                                            | BK                                                                                                   | W-035    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |



شکل-۳-۸- نمایی از محل منبع قرضه



شکل-۳-۹- نمایی از محل منبع قرضه

|                                                                                            |                                                                                                      |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک |                   |                     |           |         |     |  |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                     |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project<br>BK                                                                                        | Unit No.<br>W-035 | Disc. Code<br>PEDCO | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۸ از ۱۱                                                                      |

### ۳-۱- منابع تامین سایر مصالح:

- معدن سنگ لاشه جعفریان و معدن سنگ لاشه بزرگ مهر در منطقه چهارراه واقع شده‌اند.

جدول ۳-۲-مختصات سایر منبع قرضه

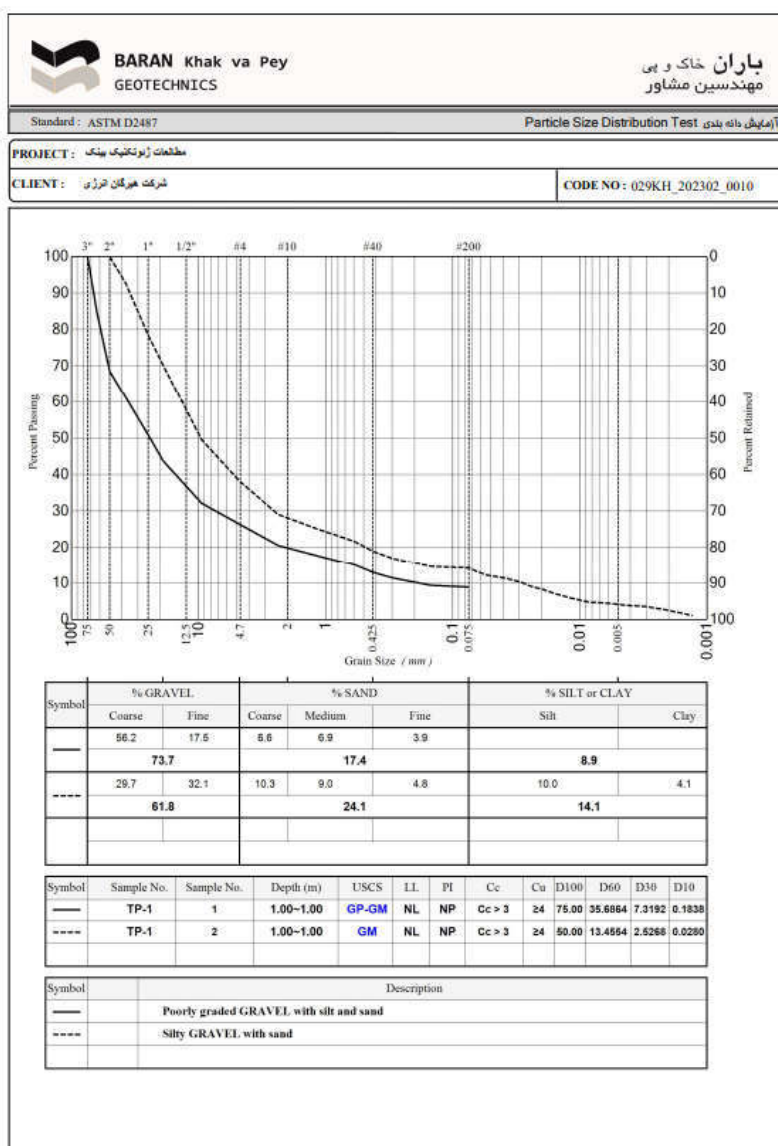
| محل          | X      | Y       |
|--------------|--------|---------|
| معدن جعفریان | ۴۲۲۱۶۰ | ۳۳۴۴۵۸۰ |
| معدن بزرگمهر | ۴۳۹۳۳۷ | ۳۳۳۷۱۶۵ |

- جهت تهیه سیمان، کارخانه سیمان دشتستان شناسایی شده است. در این کارخانه سیمان‌های تیپ ۲، تیپ ۵، پرتلند ۴۲۵-۱، پرتلند cem 11 و پرتلند سرباره‌ای تولید می‌شود.
- کارخانه فولاد اکسین در فاصله حدود ۳۰۰ کیلومتری سایت بینک و در استان خوزستان واقع شده است.

|                                                                                            |                                                                                                      |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک |          |            |           |         |     |  |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                     |          |            |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project                                                                                              | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۹ از ۱۱                                                                      |
|                                                                                            | BK                                                                                                   | W-035    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |

#### ۴- آزمایش دانه بندی

آزمایش دانه بندی بر روی ۲ نمونه اخذ شده از محل منبع قرضه انجام و نتایج آن در شکل های زیر ارائه شده است.



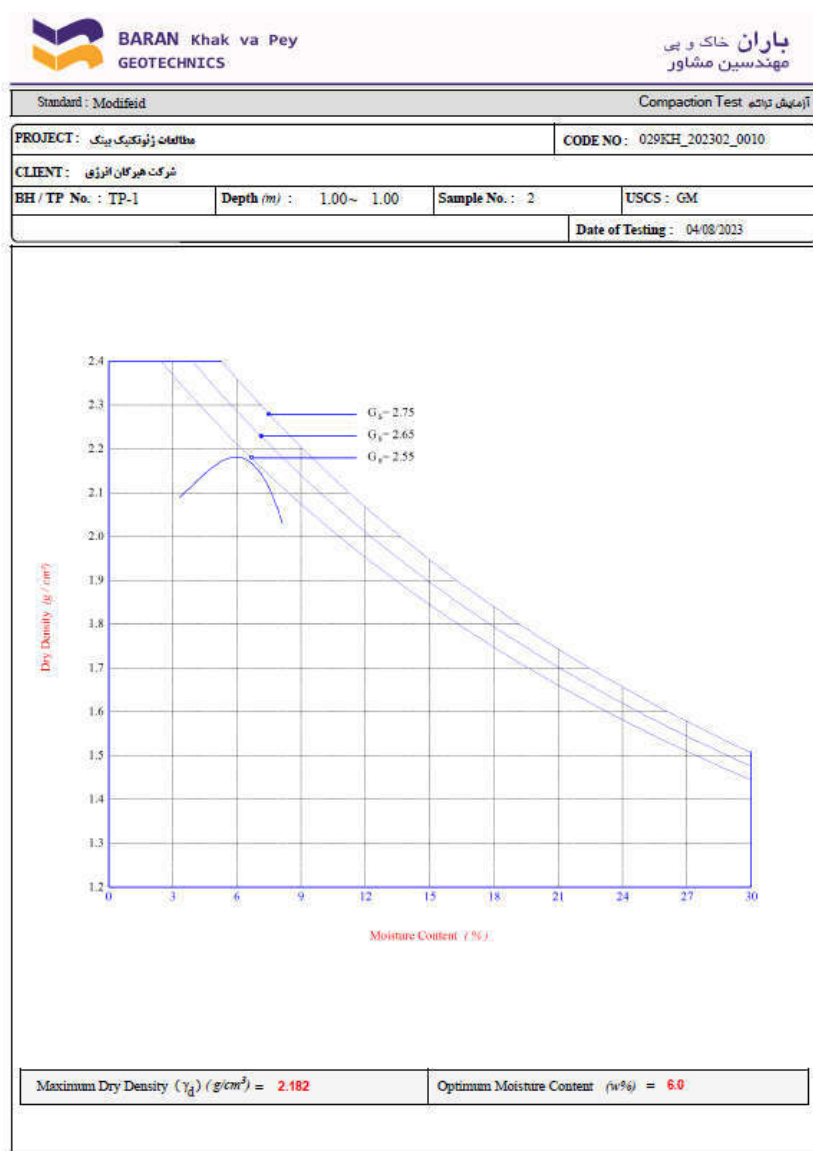
شکل ۴-۱- نتایج آزمایش دانه بندی



|                                                                                            |                                                                                                      |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک |          |            |           |         |     |  |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                     |          |            |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project                                                                                              | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۱۰ از ۱۱                                                                     |
|                                                                                            | BK                                                                                                   | W-035    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |

## ۵- آزمایش تراکم

آزمایش تراکم بر روی نمونه TP-1 اخذ شده از محل منبع قرضه انجام و نتایج آن در شکل‌های زیر ارائه شده است.

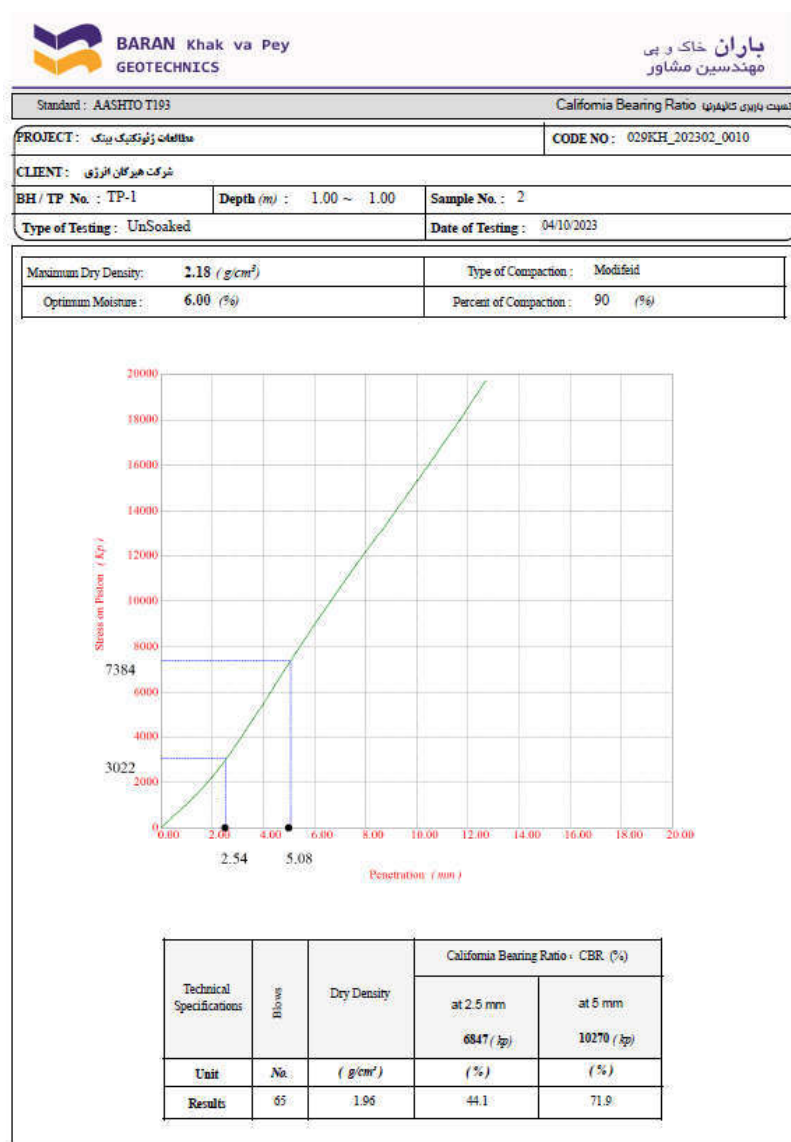


شکل ۵-۱- نتایج آزمایش تراکم

|                                                                                            |                                                                                                                     |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>سطح الارض</p> <p>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک</p> |          |            |           |         |     |  |
|                                                                                            | <p>گزارش منابع قرضه</p>                                                                                             |          |            |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:                                                                               | Project                                                                                                             | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۱۱ از ۱۱                                                                     |
| ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                                           | BK                                                                                                                  | W-035    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |

## ۶- آزمایش CBR

آزمایش CBR بر روی نمونه TP-1 اخذ شده از محل منبع قرضه انجام و نتایج آن در شکل‌های زیر ارائه شده است.



شکل ۶-۱- نتایج آزمایش CBR

## پیوست ۷

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

Bearing capacity and Settlements are computed using the following computations.

### 1. The Ultimate Bearing Capacity Calculation

Hansen's Method:

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

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:

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

$\Delta H$  = 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

$\mu$  = 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  $\Delta H$  and  $B'$ , and also  $q_0$  and  $E_s$  are similar.

TABLE 4-5a

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

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

TABLE 4-5b

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

| Inclination factors                                                                                      | Ground factors (base on slope)                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| $i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f C_a}}$                                                            | $g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$                |
| $i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$                                                                    | $g_c = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$           |
| $i_q = \left[ 1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_1}$                              | $g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^\beta$         |
| $2 \leq \alpha_1 \leq 5$                                                                                 |                                                       |
| Base factors (tilted base)                                                                               |                                                       |
| $i_\gamma = \left[ 1 - \frac{0.7 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_2}$                         | $b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $(\phi = 0)$    |
| $i_\gamma = \left[ 1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ/45^\circ) H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{\alpha_2}$ | $b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $(\phi > 0)$ |
| $2 \leq \alpha_2 \leq 5$                                                                                 | $b_q = \exp(-2\eta \tan \phi)$                        |
|                                                                                                          | $b_\gamma = \exp(-2.7\eta \tan \phi)$                 |
|                                                                                                          | $\eta$ 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  $\eta$  and  $\beta$ , 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  $H_i$ .



## Calculation of consolidation settlement for fully saturated clays

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

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

Pre- consolidated clays:

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

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

$S_c$  = Consolidation settlement for clay layer

$C_c$  = Compressibility index

$C_r$  = Rebound coefficient

$H$  = Thickness of clay layer

$e_0$  = Initial void ratio

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

$\Delta P$  = 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  $\Delta H$   
 $I_i$  = influence factors, which depend on  $L'/B'$ , thickness of stratum  $H$ , Poisson's ratio  $\mu$ , and base embedment depth  $D$   
 $E_s, \mu$  = 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.

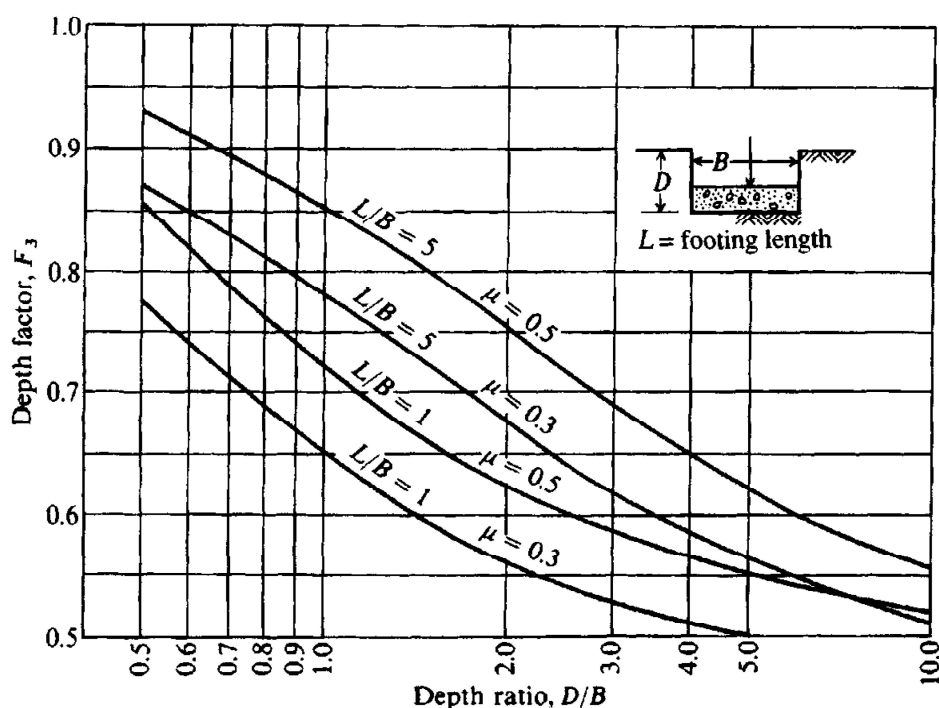


TABLE 5-2

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 |

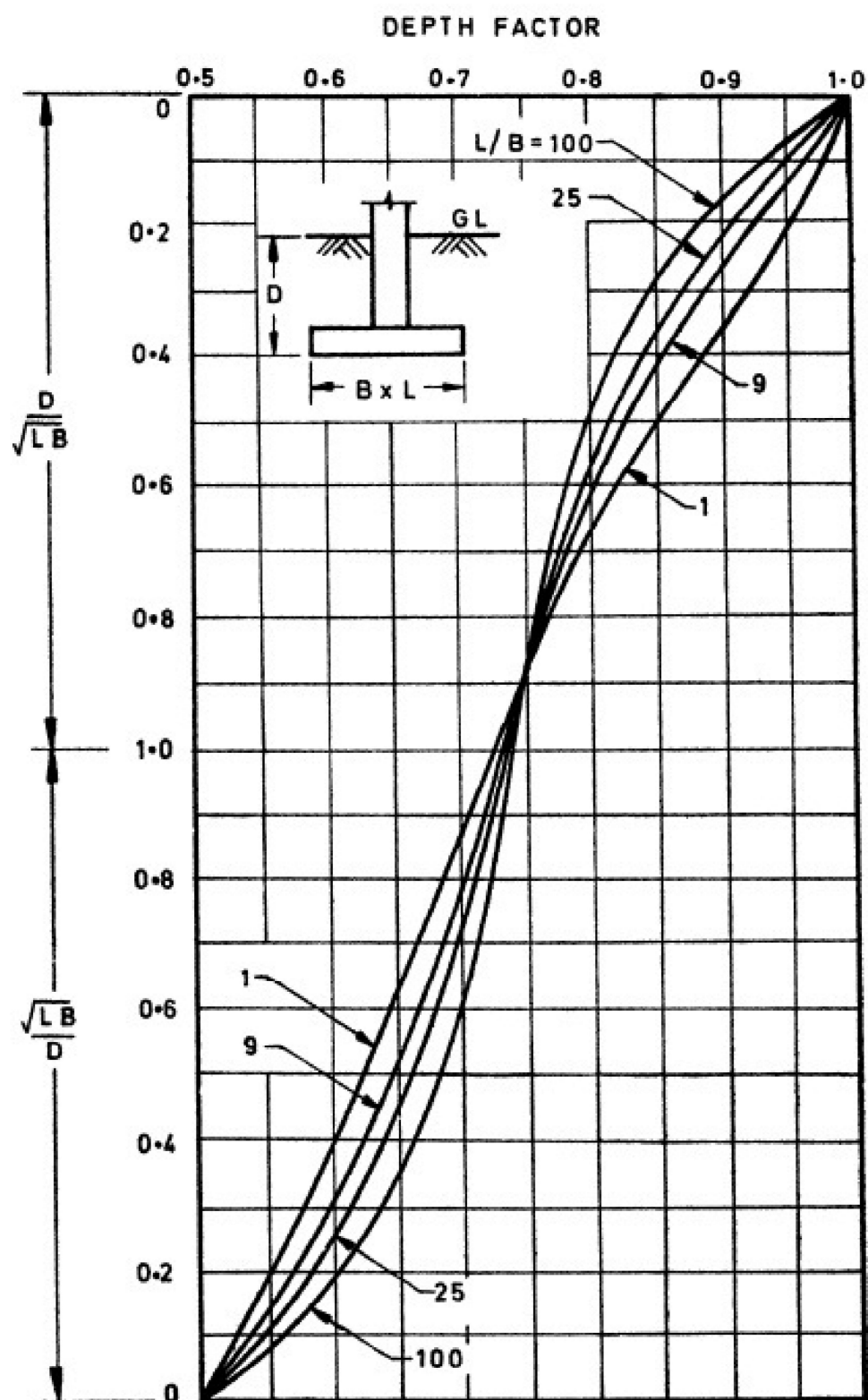


FIG. 12 FOX'S CORRECTION CURVES FOR SETTLEMENTS OF FLEXIBLE RECTANGULAR FOOTINGS OF  $L \times B$  AT DEPTH  $D$

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

#### Structures on permafrost

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

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



طبقه زمین بر اساس آیین نامه UBC

TABLE 16-J—SOIL PROFILE TYPES

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

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

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

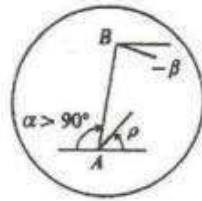
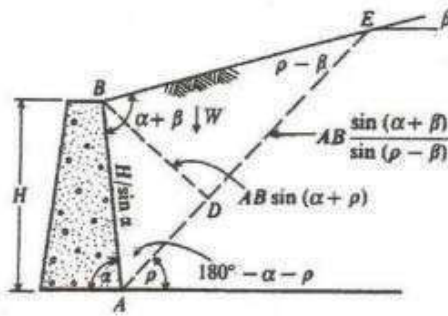
| نوع زمین | توصیف لایه بندی زمین                                                                                                                                                                                                         | $\bar{V}_s$ (m/s) | $\bar{N}_{1(60)}$ | $\bar{C}_u$ (kPa) |
|----------|--------------------------------------------------------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



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

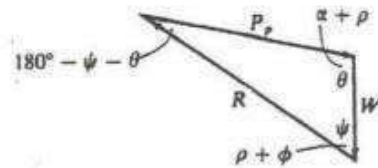
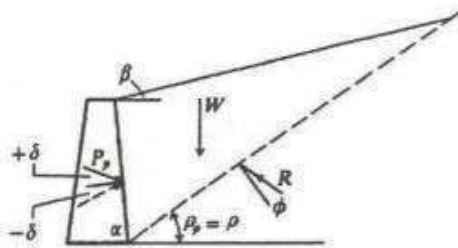
$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

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



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

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



(c) گوه گسیختگی برای فشار مقاوم خاک

(b) چند ضلعی نیرو برای تعیین نیروی مقاوم خاک

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

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

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

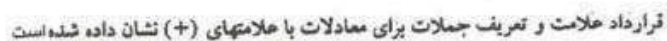
| $\Phi(deg)$ | $\delta(deg)$ |       |       |       |        |
|-------------|---------------|-------|-------|-------|--------|
|             | 0             | 5     | 10    | 15    | 20     |
| 15          | 1.698         | 1.900 | 2.130 | 2.405 | 2.735  |
| 20          | 2.040         | 2.313 | 2.636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

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

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

$$\theta = \text{Arctg}(\frac{Kh}{1 - Kv})$$

Kv: Earthquake Vertical Coefficient



پیوست ۸

مراجع

## References:

ASTM:

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

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

API650: API Standard 650 welded tanks for oil storage

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

UBC97: 1997 UNIFORM BUILDING CODE

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

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

ACI: Concrete, Aggregate. "American concrete institute

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

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

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

Wyllie, D. C., & Mah, C. (2004). *Rock slope engineering*. CRC Press.

- 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