



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Class: 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>CLIENT Doc. Number: F0Z-707468</b> |
| <b>Status:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       |
| IDC: Inter-Discipline Check<br>IFC: Issued For Comment<br>IFA: Issued For Approval<br>AFD: Approved For Design<br>AFC: Approved For Construction<br>AFP: Approved For Purchase<br>AFQ: Approved For Quotation<br>IFI: Issued For Information<br>AB-R: As-Built for CLIENT Review<br>AB-A: As-Built –Approved |                                       |

|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                    |       |          |           |           |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|----------------------------|
|  <p>NISOC</p> | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p>                                                                                                                                                          |  |       |          |           |           |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                            |
| <p>شماره پیمان:</p> <p>053 - 073 - 9184</p>                                                    | <p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</p> <table border="1"> <tr> <td>نسخه</td> <td>سریال</td> <td>نوع مدرک</td> <td>رشته</td> <td>تسهیلات</td> <td>صادرکننده</td> <td>بسته کاری</td> <td>پروژه</td> </tr> <tr> <td>D01</td> <td>0001</td> <td>RT</td> <td>GT</td> <td>110</td> <td>PEDCO</td> <td>W018S</td> <td>BK</td> </tr> </table> | نسخه                                                                               | سریال | نوع مدرک | رشته      | تسهیلات   | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | <p>شماره صفحه: 2 از 51</p> |
| نسخه                                                                                           | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | نوع مدرک                                                                           | رشته  | تسهیلات  | صادرکننده | بسته کاری | پروژه     |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                            |
| D01                                                                                            | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | RT                                                                                 | GT    | 110      | PEDCO     | W018S     | BK        |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                            |

### REVISION RECORD SHEET

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

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

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|---------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه: 3 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |

## فهرست مطالب

|         |                                                                            |
|---------|----------------------------------------------------------------------------|
| 4.....  | مقدمه                                                                      |
| 6.....  | فصل 1 - مشخصات عمومی پروژه                                                 |
| 6.....  | 1-1-اهداف مطالعات                                                          |
| 6.....  | 1-2-محدودیت ها                                                             |
| 7.....  | 3-1-مشخصات کلی طرح                                                         |
| 11..... | فصل 2- زمین شناسی عمومی، زمین ساخت گستره طرح و وضعیت کلی لرزه خیزی ساختگاه |
| 11..... | 2-1-مطالعات زمین شناسی عمومی منطقه                                         |
| 14..... | 2-2- لرزه خیزی عمومی منطقه                                                 |
| 16..... | فصل 3-کاوش های صحرائی                                                      |
| 16..... | 3-1-عملیات حفاری گمانه های ماشینی                                          |
| 17..... | 3-2-آزمایش های برجا                                                        |
| 26..... | 3-3-وضعیت تراز سطح آب                                                      |
| 27..... | فصل 4 - آزمایشهای آزمایشگاهی                                               |
| 27..... | 4-1-توصیف و طبقه بندی لایه های خاک                                         |
| 32..... | فصل 5 - پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی                         |
| 32..... | 5-1-خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و پارامترهای طراحی               |
| 34..... | 5-2-پتانسیل روانگرایی                                                      |
| 34..... | 5-3-برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش)                                       |
| 35..... | 5-4-برآورد پتانسیل تورم                                                    |
| 36..... | فصل 6 - ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی                                  |
| 36..... | 6-1-مقدمه                                                                  |
| 37..... | 6-2-تعیین ظرفیت باربری نهایی و مجاز بر اساس گسیختگی برشی                   |
| 37..... | 6-3-نشست خاک                                                               |
| 38..... | 6-4-ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی                                      |
| 39..... | 6-5-ضریب عکس العمل بستر (KS)                                               |
| 44..... | فصل 7- تعیین ضرایب فشار جانبی و نحوه پایداری سازی گود                      |
| 44..... | 7-1-بررسی فشار محرک و مقاوم خاک                                            |
| 44..... | 7-2-تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت استاتیکی                            |
| 45..... | 7-3-تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله)               |
| 46..... | 4-7-گودبرداری و پایداری شیب                                                |
| 48..... | فصل 8- جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی                                |
| 48..... | 8-1-جمع بندی و نتیجه گیری                                                  |
| 49..... | 8-2-توصیه فنی                                                              |
| 51..... | پیوست ها                                                                   |

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 W018S</p> |           |           |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه: 4 از 51                                                                |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D01                                                                                |

## مقدمه

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|---------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه: 5 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |

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

جلد یازدهم: ایستگاه تقویت فشار جدید- بخش سطح الارض

جلد دوازدهم: مسیر خط لوله 4 و 8 اینچی

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

D01

این گزارش، حاوی نتایج حاصل از حفاری 6 گمانه ماشینی، آزمایشات صحرایی و آزمایشات آزمایشگاهی به همراه مشاهدات و بازدیدهای میدانی در بسته های W018S (BH-FL-1, BH-FL-2, BH-FL-3, BH-FL-4, BH-FL-5, BH-FL-6) است. بر اساس نتایج حاصل از این عملیات و انجام آزمایش های آزمایشگاهی، پارامترهای مربوط به لایه های خاک در محل پروژه برآورد و در پایان نیز ضمن جمع بندی و نتیجه گیری، توصیه های فنی مرتبط با پروژه ارائه شده است. این گزارش در قالب 9 فصل تهیه و ارائه شده است که به صورت خلاصه به شرح زیر می باشد:

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

فصل دوم، وضعیت زمین شناسی عمومی منطقه.

فصل سوم، نتایج بدست آمده از عملیات صحرایی.

فصل چهارم، شرح آزمایش های آزمایشگاهی.

فصل پنجم، پارامترهای طراحی.

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

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

فصل هشتم، جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی.

فصل نهم، پیوست های گزارش.

| <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 W018S</p>                                                                                                                                               |  |      |         |           |           |       |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|---------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سرال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سرال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه: 6 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| نسخه                                                                                      | سرال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |

## فصل 1 - مشخصات عمومی پروژه

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

### 1-1- اهداف مطالعات

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

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



### 1-2- محدودیت ها

این گزارش بر مبنای قرارداد منعقد 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

|  | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|---------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                 | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه: 7 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| D01                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |

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

این گزارش برای استفاده انحصاری در ارتباط با پروژه طرح نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک در بخش تحت الارض، موقعیت بسته W018S می باشد که براساس درخواست کارفرمای محترم -شرکت مهندسی هیرگان انرژی- تهیه شده است. استفاده از این گزارش توسط شخص یا شرکت دیگری غیر از کارفرمای محترم و اعضای تیم طراحی مرتبط با آن جهت اهداف و کاربردهای دیگر مگر با مجوز کتبی از کارفرمای محترم ممنوع می باشد؛ در غیر این صورت هیچ گونه مسئولیت حقوقی و قانونی بر عهده این شرکت نمی باشد. یادآور می گردد تعداد، عمق و نحوه چیدمان گمانه های ماشینی مطالعاتی طبق شرح خدمات ابلاغی کارفرمای محترم انجام گرفته است.

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

### 1-3- مشخصات کلی طرح

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



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



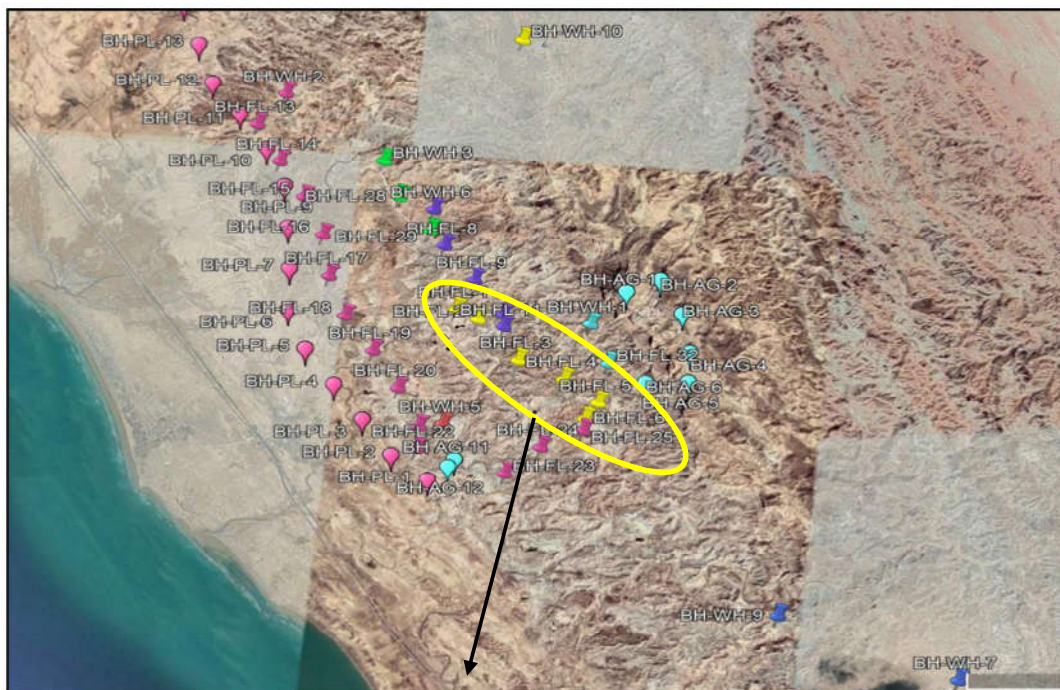
شماره پیمان:

053 - 073 - 9184

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S

| نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |
|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|
| D01  | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |

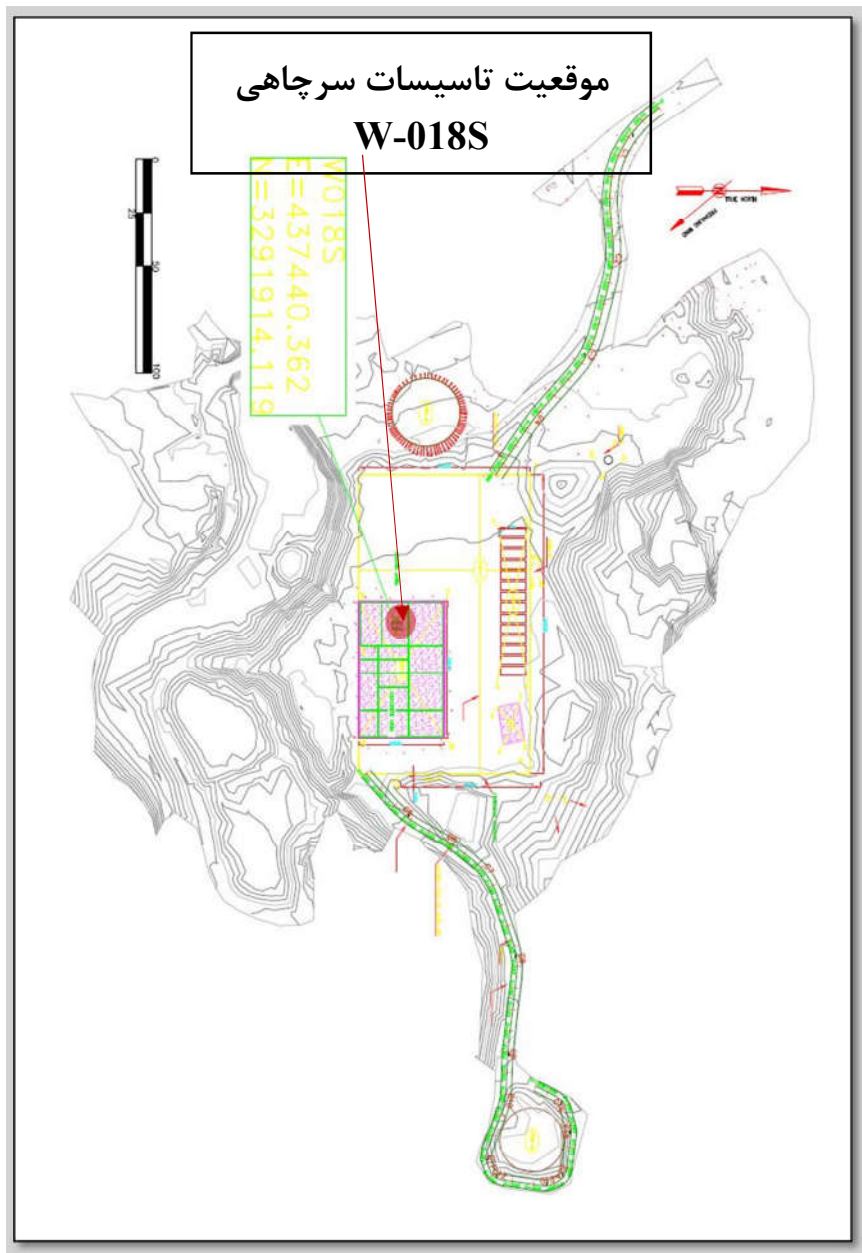
شماره صفحه: 8 از 51



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

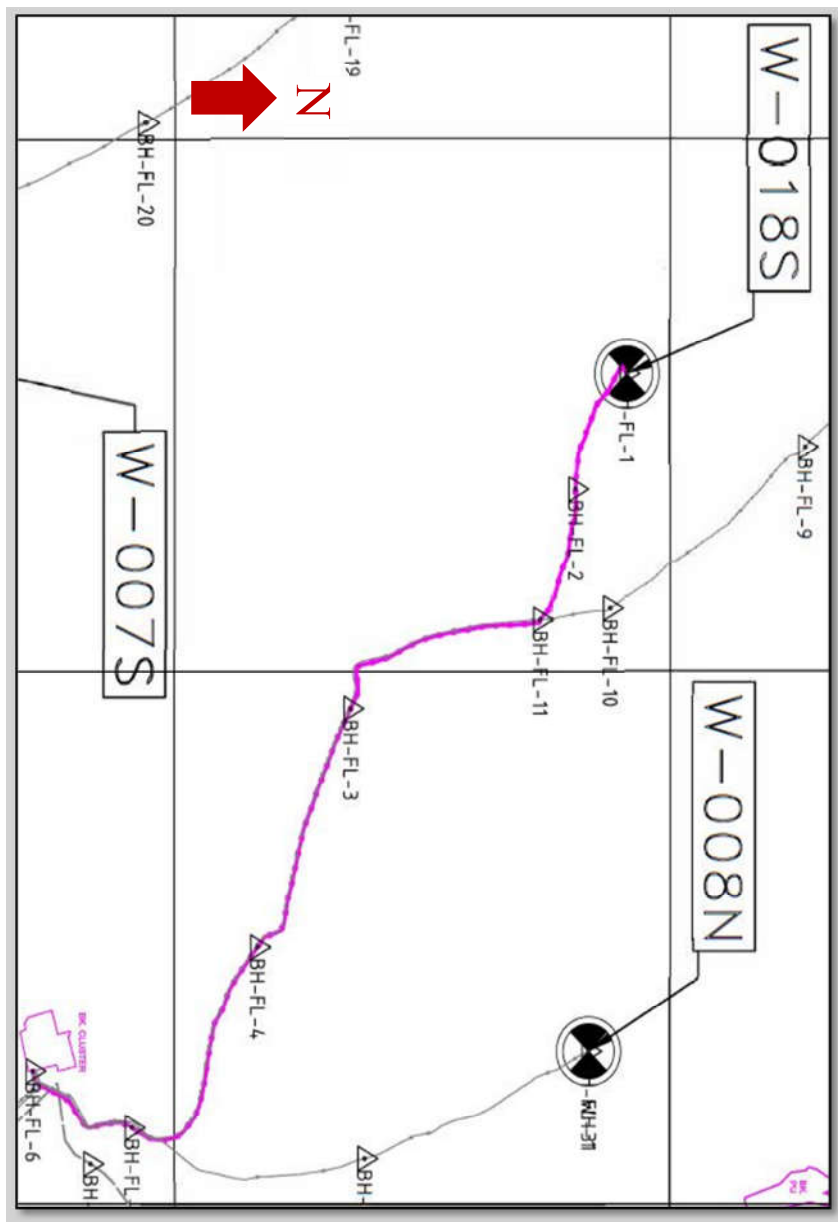


| <br>NISOC | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p>                                                                                                                                                 |  |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|---------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |            |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه: 9 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |



شکل 1-1-ب. موقعیت قرارگیری تاسیسات سرچاهی در موقعیت W-018S در 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 W018S</p>                                                                                                                                                 |  |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |            |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 10 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |



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

محترم

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <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 W018S</p> |           |           |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 11 از 51                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D01                                                                                |      |

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

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

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <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 W018S</p> |           |           |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 12 از 51                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D01                                                                                |      |

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

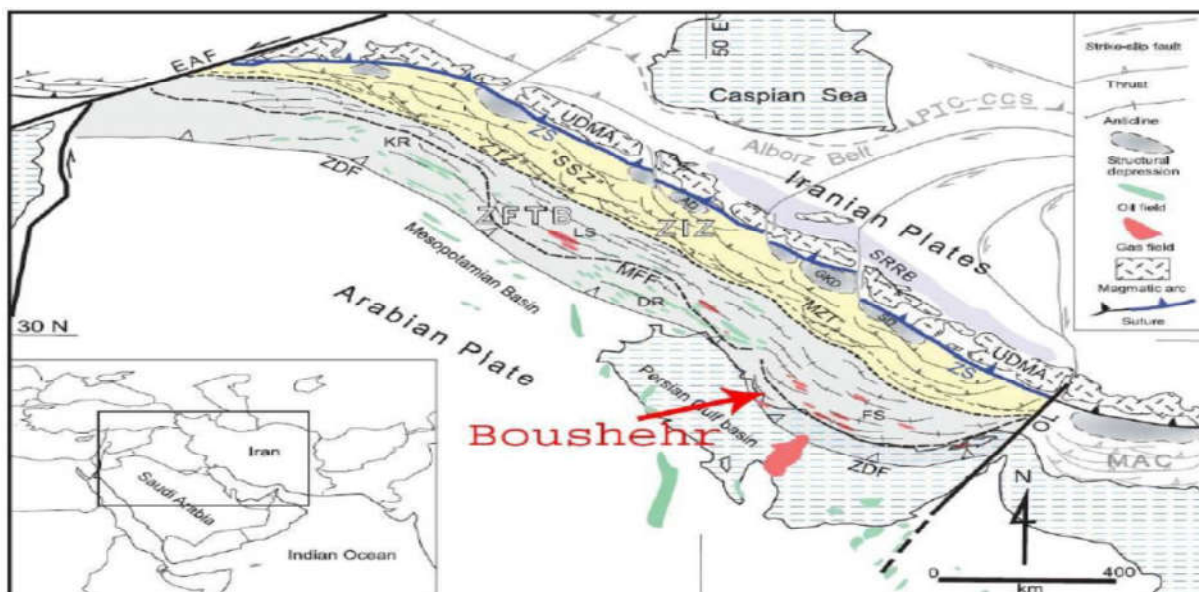
قسمت کوهستانی: استان بوشهر از دو رشته کوه عمده تشکیل می‌شود که در سراسر طول استان به موازات هم امتداد یافته‌اند. این رشته‌کوه‌ها مشتمل بر ارتفاعات گچ ترش و ارتفاعات نوکند است که به ترتیب در محدوده شمالی و شرق استان قرار دارند. با توجه به استقرار استان بوشهر در منطقه فوق حاره‌ای، مهم‌ترین پدیده و فرآیند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



شکل 2-1- نمایش تقریبی محور خلیج فارس



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 W018S</p> |           |            |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |            |         |      |          |       | شماره صفحه : 13 از 51                                                              |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D01                                                                                |



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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 14 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | 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، برگه بوشهر بخشی از حاشیه جنوب باختری کوه های زاگرس است که در جبهه کوهستانی این ارتفاعات و در کنار خلیج فارس قرار دارد. براساس مطالعات صورت گرفته، بوشهر را بخشی از فروافتادگی دزفول در نظر می گیرند و گسیختگی قطر-کازرون که مرز جداکننده فروبار دزفول از پلاتفرم فارس است در خاور بوشهر فرض شده است. در شکل 2-3 نمایی از گسل های محدوده مورد مطالعه مشاهده می گردد.

#### 2-2-1-1- گسل کازرون

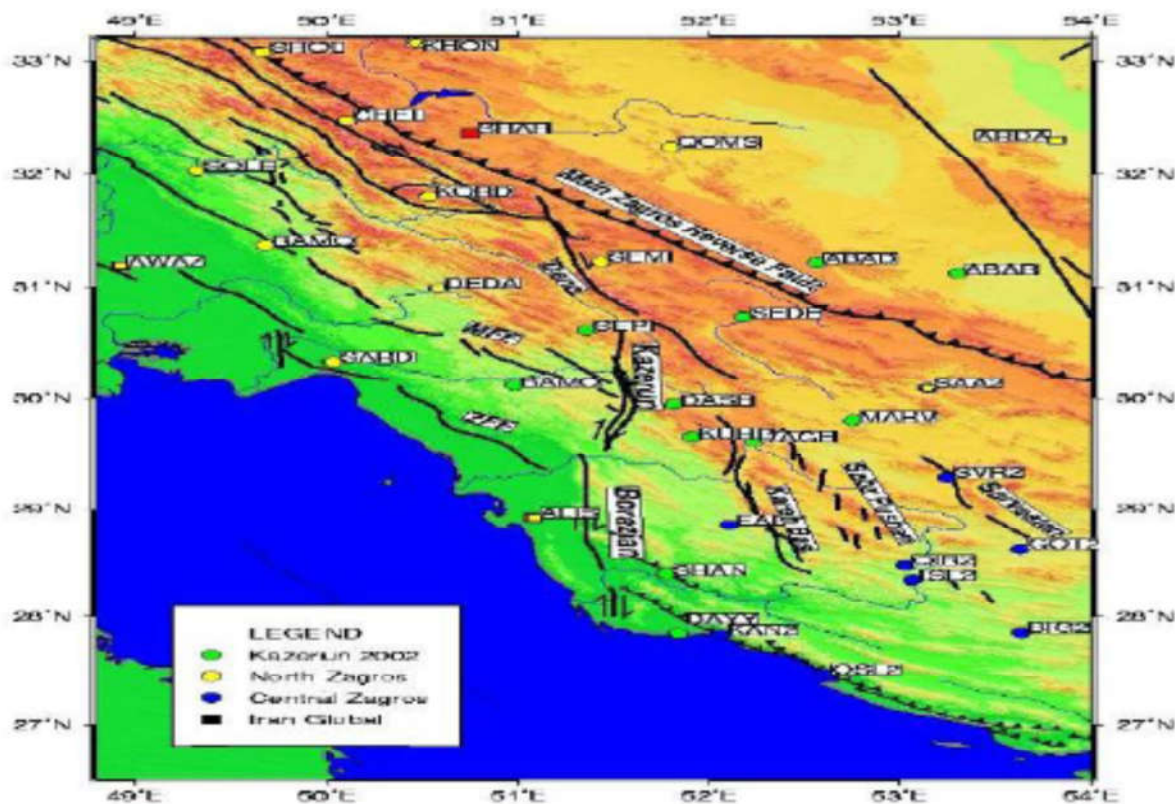
گسل کازرون به عنوان یکی از ساختارهای خطی و کهن ایران، طولی نزدیک به 235 کیلومتر دارد و از شمال به گسیختگی دنا و از جنوب تا خلیج فارس ادامه می یابد. گسل کازرون با راستای متغیر شمالی تا جنوبی و آزمون بین 25 تا 340 درجه امتداد دارد و براین اساس به قطعه های متعددی قابل جدایش است. تقریباً در تمام تقسیمات 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.

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p> |           |           |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:                                                                     | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 15 از 51                                                              |
| 053 – 073 – 9184                                                                 | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                  | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  |                                                                                    |
|                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          | D01   |                                                                                    |

## گسل زاگرس

D01

اصلی ترین گسل های معکوس گستره مورد بررسی، جهت ارزیابی خطر زمین لرزه، براساس سابقه لرزه خیزی مهمی مقاطع 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. این قطعه های گسلی از خاور به باختر عبارتند از قطعات شماره 17، 21 و 3. کمینه فاصله این قطعات با بوشهر، به ترتیب 92، 49 و 145 کیلومتر برآورد می شود.



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



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |       |          |      |         |           |           |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 W018S</p> |       |          |      |         |           |           |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |       |          |      |         |           |           | شماره صفحه : 16 از 51                                                              |
|                                                                                           | نسخه                                                                                                                                                                                  | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری |                                                                                    |
|                                                                                           | D01                                                                                                                                                                                   | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK                                                                                 |

## فصل 3 - کاوش های صحرائی

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

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



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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |       |          |      |         |           |           |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 W018S</p> |       |          |      |         |           |           |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |       |          |      |         |           |           | شماره صفحه : 17 از 51                                                              |
|                                                                                           | نسخه                                                                                                                                                                                  | سرپال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری |                                                                                    |
|                                                                                           | D01                                                                                                                                                                                   | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK                                                                                 |

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

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

## 2-3- آزمایش‌های برجا

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

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

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

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

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 18 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

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

نتایج حاصل از این آزمایش در اعماق مختلف در شرح گمانه های ماشینی (پیوست 2) آورده شده است. شکل 2-3 نمایش دهنده نمودار تغییرات نتایج آزمایش SPT اصلاح نشده ( $N_{SPT}$ ) و میزان نفوذ متناظر نسبت به عمق به تفکیک گمانه های ماشینی است. در گمانه ماشینی BH-FL-1، لایه های ریزدانه تا عمق 2 متری به طور غالب در محدوده خیلی سفت تا سخت (Very Stiff to Hard) قرار می گیرند. لذا جهت بدست آوردن دید کلی از وضعیت تراکم و سفتی لایه ها، نتایج نفوذ استاندارد در گمانه های ماشینی در دو ناحیه متفاوت براساس طبقه بندی ارائه شده توسط ترزاقی و پک (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 2-3. رابطه تراکم خاک درشت دانه و عدد  $N_{SPT}$  (ترزاقی و پک 1948)

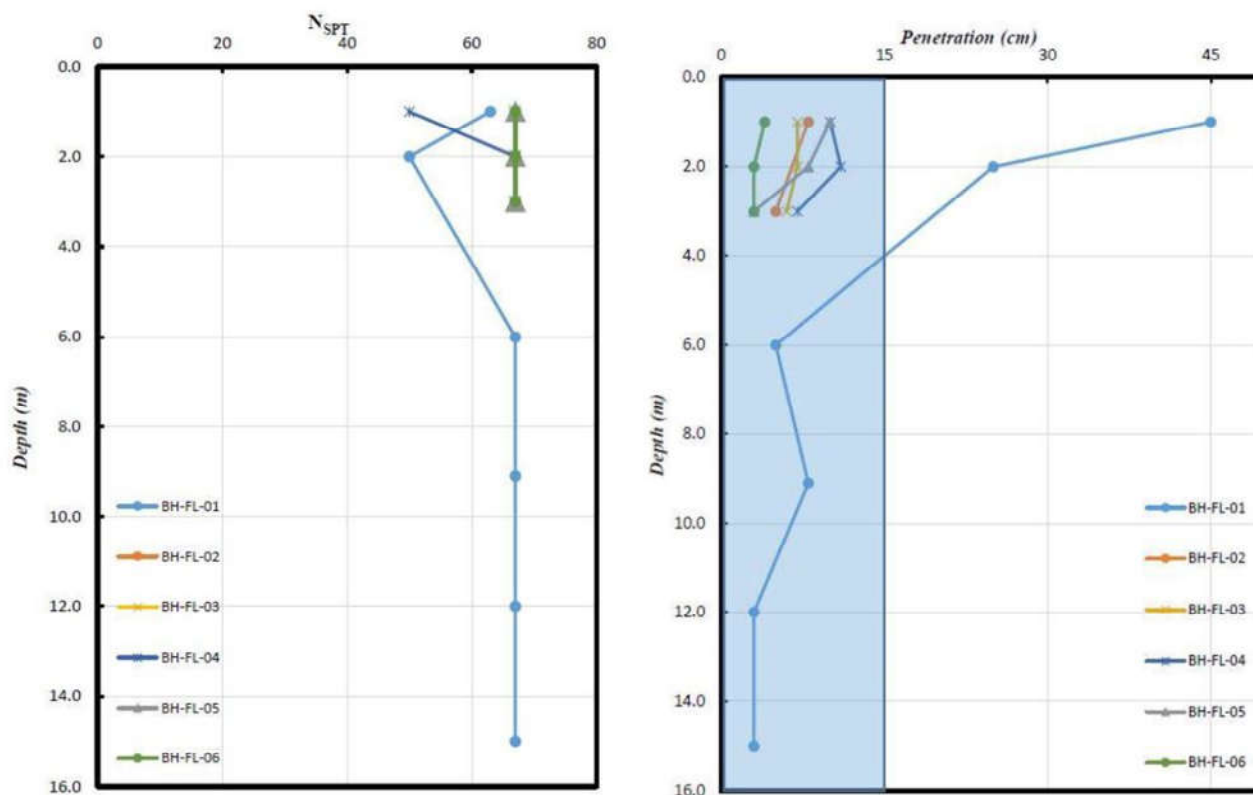
| SPT resistance value (N) | Relative density |
|--------------------------|------------------|
| 0-4                      | Very loose       |
| 4-10                     | Loose            |
| 10-30                    | Medium dense     |
| 30-50                    | Dense            |
| Over 50   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



| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 19 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

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



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

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سرئال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سرئال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 20 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سرئال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

D01

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

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

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

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

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

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

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

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

استفاده کرد:

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

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 21 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

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

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

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

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

به منظور تعیین ضریب ارتجاعی (Elastic Soil Modulus) و دستیابی به پارامترهای نشست پذیری لایه های خاک، مطابق با درخواست کارفرمای محترم مقرر گردید یک آزمایش بارگذاری صفحه در محل هر یک از تاسیسات سرچاهی انجام شود. آزمایش (PLT-1)، در محل دسته W-018S واقع و در گزارش حاضر ارائه شده است. این آزمایش مطابق با استاندارد ASTM D1194-72 بر روی صفحه دایره ای شکل به قطر 30 سانتیمتر به عمل آمده است. صفحه بارگذاری توسط صفحات کوچکتری تقویت شده است و در اطراف آن سه نشانگر (Gauge) با دقت 0/01 میلیمتر نصب گردیده اند که میزان نشست را مشخص می نمایند. مدول الاستیسیته خاک با برآزش بهترین خط عبوری از نقاط متناظر تنش-نشست به دست می آید. در جدول 3-4 خلاصه نتایج حاصل از آزمایش و در پیوست 1-3 نیز 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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 22 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

جدول 3-4. مشخصات و نتایج آزمایش بارگذاری صفحه

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

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

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

جدول 3-5. مشخصات و نتایج آزمایش CBR

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

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

### 3-2-4- اندازه گیری دمای خاک

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

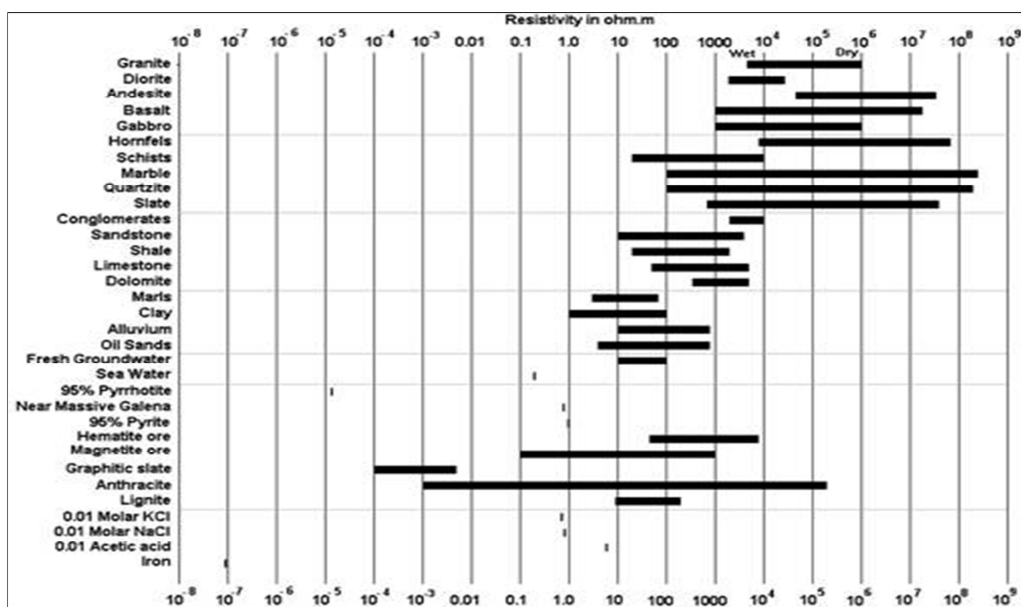
| <br>NISOC | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 23 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

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

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 الکتروده و اندازه گیری افت پتانسیل بین دو الکتروده دیگر است که در امتداد یک خط در میان الکترودهای اولیه قرار داده شده اند.

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



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



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |       |          |      |         |           |           |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 W018S</p> |       |          |      |         |           |           |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |       |          |      |         |           |           | شماره صفحه : 24 از 51                                                              |
|                                                                                           | نسخه                                                                                                                                                                                  | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری |                                                                                    |
|                                                                                           | D01                                                                                                                                                                                   | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK                                                                                 |

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

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

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

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

a = فاصله الکترودها (متر)

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

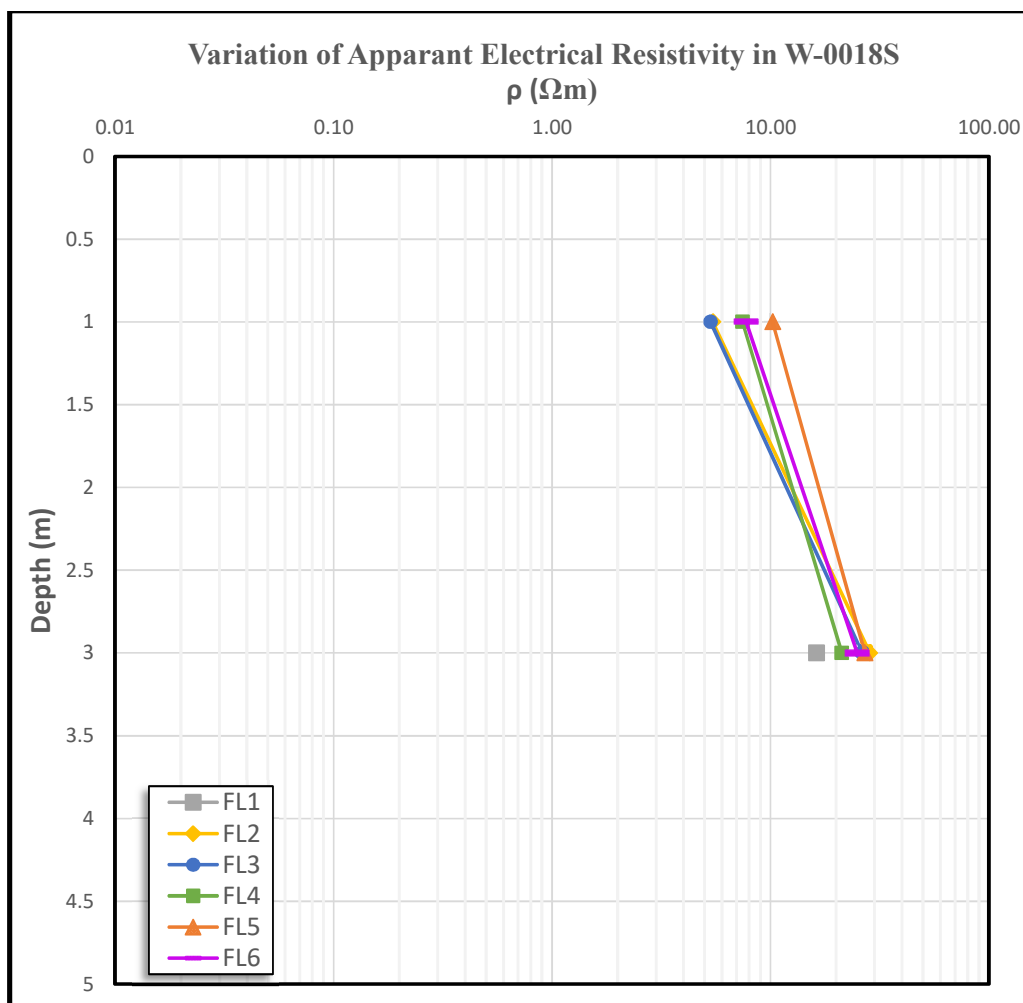
$$\rho_a = \text{مقاومت الکتریکی ظاهری (اهم متر)}$$

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

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

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <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 W018S</p> |           |           |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 25 از 51                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D01                                                                                |      |



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

## 2-5-2-3- خوردگی

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

|  | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                 | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سرئال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سرئال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 26 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سرئال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

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

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

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

### 3-3- وضعیت تراز سطح آب

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

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 27 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

## فصل 4 - آزمایش های آزمایشگاهی

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

جدول 4-1: مشخصات آزمایش های آزمایشگاهی

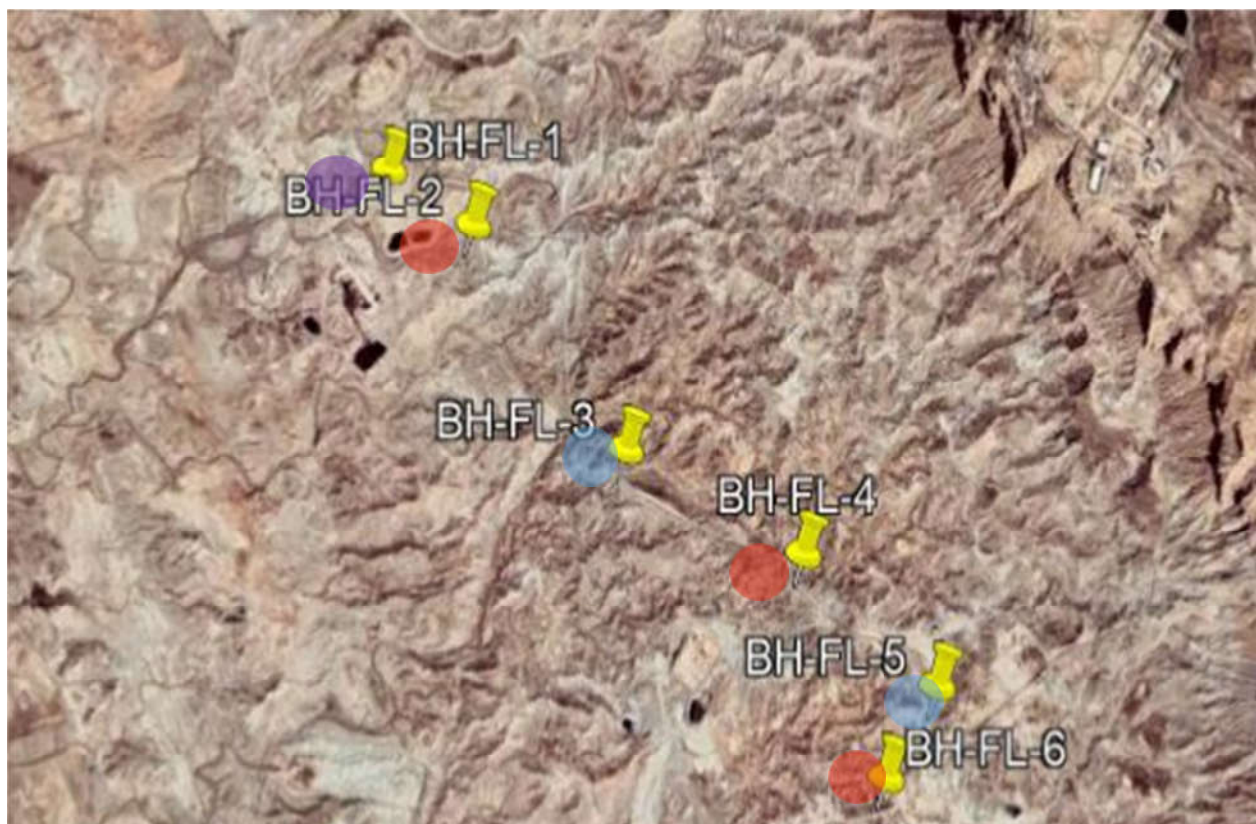
| نام آزمایش           | شماره استاندارد | توضیحات                                                                      |
|----------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|
| طبقه بندی خاک        | ASTM D2488      |              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

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

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

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 – 073 – 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 28 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

خاطر نشان می سازد این مسیر خط لوله حدود 2 کیلومتر و عمق شناسایی های ژئوتکنیکی در گمانه ماشینی تاسیسات سرچاهی 15 متر و در گمانه های ماشینی مسیر خط لوله 3 متر بوده است. بدیهی است در مسیر 2 کیلومتر مورد مطالعه با توجه به فاصله حدود 500 متری بین گمانه های ماشینی، زون بندی ها و مرزهای تفکیکی براساس شواهد میدانی و نتایج حاصل از حفاری ها و قضاوت های مهندسی در نظر گرفته شده است. چنانچه در مسیر خط لوله بین گمانه های ماشینی عارضه ای در بستر مشاهده گردد، نتایج گزارش حاضر قابل تعمیم به محل مورد نظر نمی باشد.



شکل 4-1. مرز تفکیکی زون های 1 و 2 و 3

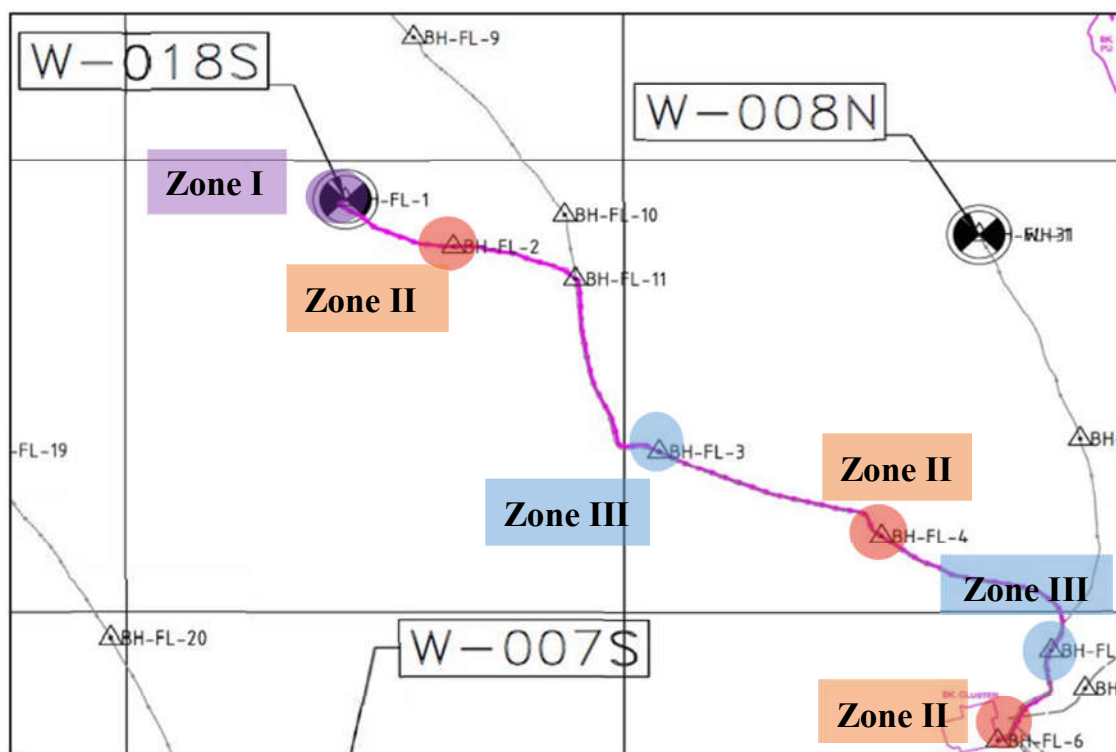
لازم به ذکر است به دلیل اختلاف زیاد رقوم ارتفاعی ( حداقل 4 و حداکثر 21 متر) همچنین عمق گمانه های ماشینی حفر شده در مسیر خط لوله (3 متر) رسم پروفیل عرضی گمانه های ماشینی در مسیر خط لوله مقدور نیست



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |       |          |      |         |           |           |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 W018S</p> |       |          |      |         |           |           |  |
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |       |          |      |         |           |           | شماره صفحه : 29 از 51                                                              |
|                                                                                           | نسخه                                                                                                                                                                                  | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری |                                                                                    |
|                                                                                           | D01                                                                                                                                                                                   | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     |                                                                                    |

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

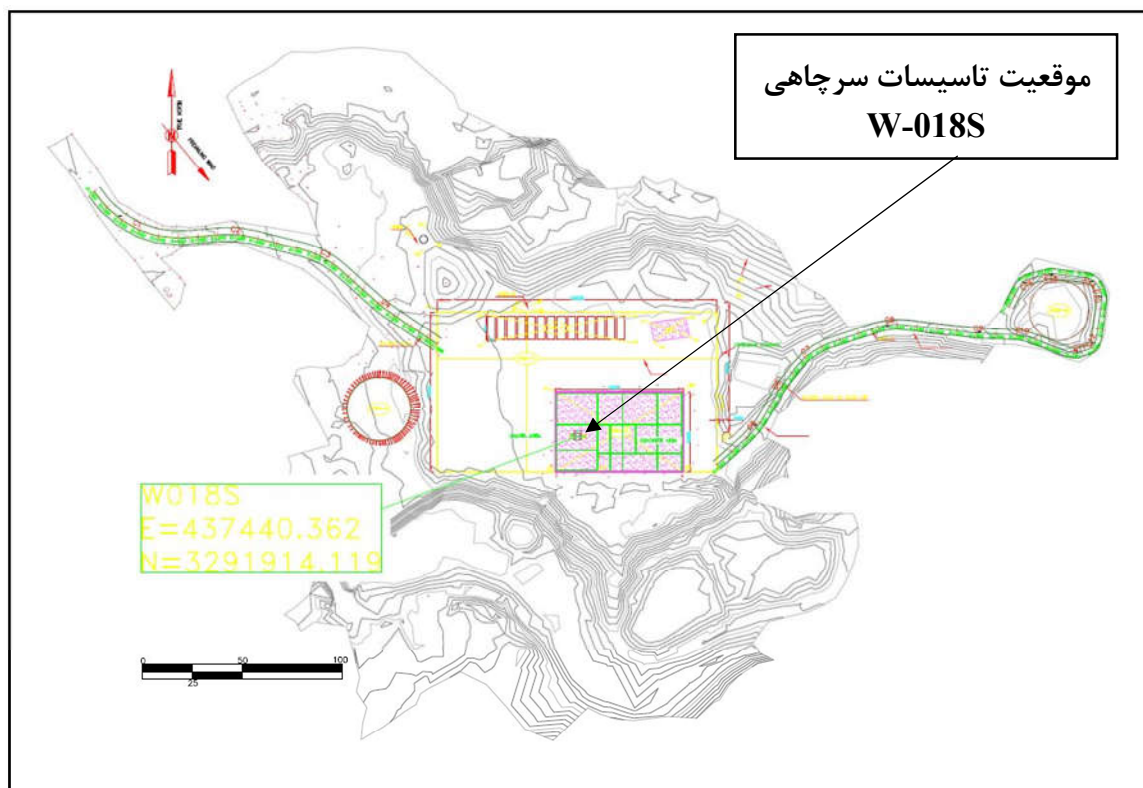
| Package | Zone     | Borehole Name             |
|---------|----------|---------------------------|
| W-018S  | Zone I   | BH-FL-1                   |
|         | Zone II  | BH-FL-2, BH-FL-4, BH-FL-6 |
|         | Zone III | BH-FL-3, BH-FL-5          |



شکل 2-4. مرز تفکیکی زون های 1 و 2 و 3- نقشه ارسالی از کارفرمای محترم



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <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 W018S</p> |           |           |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 30 از 51                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D01                                                                                |      |



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

### زون یک:

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

### زون دو:

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

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 31 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

### زون سه:

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

D01

### 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.

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

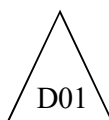
مطابق نتایج حاصل از حفاری های صورت گرفته، سنگ ها در زون یک از عمق 2/5 الی 15 متری در محدوده Slightly weathered تا Completely weathered، در زون 2 از ابتدای گمانه ماشینی تا عمق 3 متری در فاصله Moderately weathered تا Completely weathered و در زون 3 در گمانه ماشینی BH-FL-3 از عمق نیم متری تا انتهای گمانه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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |       |          |      |         |           |           |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 W018S</p> |       |          |      |         |           |           |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |       |          |      |         |           |           | شماره صفحه : 32 از 51                                                              |
|                                                                                           | نسخه                                                                                                                                                                                  | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری |                                                                                    |
|                                                                                           | D01                                                                                                                                                                                   | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | 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 6 گمانه ماشینی در مسیر خط لوله بسته W-018S، مقادیر پارامترهای فیزیکی و مکانیکی جهت تعیین مقاومت مجاز خاک طبیعی برای استفاده در طراحی های ژئوتکنیکی به تفکیک سه زون به شرح جداول 1-5 الی 3-5 ارائه شده است. به دلیل اهمیت پروژه و فاصله بین گمانه های ماشینی اجرا شده، همانگونه که پیشتر نیز ذکر گردید، پارامترهای مذکور، در محدوده حفر گمانه های ماشینی قابل استفاده است و مسئولیت تعمیم آن به کل محدوده بر عهده مشاور نمی باشد. محدوده ذکر شده از پارامترهای ارائه شده در جداول زیر، حدود پیشنهادی بر اساس نتایج آزمایشات آزمایشگاهی و صحرایی، بازدیدهای میدانی و قضاوت مهندسی می باشد. در صورتی که نیاز به استفاده از مقادیر مشخص در محاسبات باشد، می توان از میانگین مقادیر پیشنهادی برای هر لایه در عمق مشخص استفاده نمود.



زون یک:

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

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

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |       |          |      |         |           |           |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 W018S</p> |       |          |      |         |           |           |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |       |          |      |         |           |           | شماره صفحه : 33 از 51                                                              |
|                                                                                           | نسخه                                                                                                                                                                                  | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری |                                                                                    |
|                                                                                           | D01                                                                                                                                                                                   | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     |                                                                                    |
|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |       |          |      |         |           | BK        |                                                                                    |

### زون دو:

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

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

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

### زون سه:

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

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

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



| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 – 073 – 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 34 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

## 2-5- 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 استعداد آبگونه گی در نواحی ساحلی حاوی آبرفت های ماسه ای ریزدانه و اشباع شده که از تراکم و میزان رس کمی برخوردارند دیده می شود.

همانگونه که پیش تر نیز ذکر گردید در 6 گمانه ماشینی حفر شده در زمان عملیات اجرایی به سطح آب زیرزمینی برخورد نشده است همچنین به دلیل عدم مشاهده لایه های سست و نیمه متراکم ماسه ای اشباع، پتانسیل وقوع روانگرایی، منتفی است. به علاوه طبق مراجعی چون نشریه 525 و سایر مراجع معتبر، استعداد روانگرایی نسبی خاک ها در لایه های دارای ضربات SPT بیش از 30 ضربه بسیار کم است. در نتیجه در پروژه ی حاضر احتمال وقوع روانگرایی منتفی می گردد. همچنین با توجه به عدم وجود پتانسیل روانگرایی در محدوده مورد نظر، خطر گسترش جانبی منتفی است.

## 2-5- برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش)

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |       |          |      |         |           |           |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 W018S</p> |       |          |      |         |           |           |  |
| شماره پیمان:<br>053 – 073 – 9184                                                          | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |       |          |      |         |           |           | شماره صفحه : 35 از 51                                                              |
|                                                                                           | نسخه                                                                                                                                                                                  | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری |                                                                                    |
|                                                                                           | D01                                                                                                                                                                                   | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK                                                                                 |

#### 4-5- برآورد پتانسیل تورم

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

جدول 4-5. طبقه بندی پتانسیل تورم

| Degree of expansion | Swelling potential (%) |
|---------------------|------------------------|
| 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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 36 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

## فصل 6 - ظرفیت باربری مجاز شالوده‌های سطحی

### 6-1- مقدمه

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



- گسیختگی برشی خاک
- نشست‌های قابل قبول پی

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

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

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 37 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

مطابق اطلاعات دریافتی از کارفرمای محترم، تراز قرارگیری کف شالوده به روی خاک طبیعی برای زون یک در عمق 3 متری و برای زون 2 و 3 در عمق یک متری در نظر گرفته شده است. با در نظر گیری عدم برخورد به سطح آب زیرزمینی تا انتهای گمانه های ماشینی شرایط خاک به صورت غیراشباع و نسبت مدول الاستیسیته باربرداری به مدول الاستیسیته بارگذاری 3 در نظر گرفته شده است. لایه های موجود در حوزه تأثیر بار شالوده در زیر تراز پی در زون های یک، 2 و 3 مطابق لایه بندی پیشنهادی در جداول شماره 5-1 الی 5-3 می باشد.

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

## 6-3- نشست خاک

با در نظر گیری جنس خاک در محل حفاری گمانه های ماشینی و عدم حضور سطح آب، نشست شالوده ها عمدتاً ناشی از تغییر شکل ارتجاعی لایه های خاک (Elastic Settlement) در نظر گرفته شده است. جهت محاسبه نشست های 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 سازه های معمولی حداکثر نشست مجاز پی نواری بر روی خاک های درشت دانه 1 اینچ و برای خاک های ریزدانه تا 2 اینچ در نظر گرفته می شود. همانگونه که در بندهای پیش تر 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 لایه ها انجام گرفته است. در صورت تغییر تراز آب زیرسطحی یا نشست آب به زیر پی، محاسبات می بایست 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 می شود. بدیهی است که مقدار دقیق نشست نامساوی بستگی به صلبیت پی داشته 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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 38 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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 ساختمان های بتنی با فرض استقرار ستون ها بر روی پی های منفرد برابر 0/0015L و با فرض استقرار ستون ها بر روی پی گسترده 0/002L می باشد. همچنین برای ساختمان های اسکلت فلزی میزان نشست نامساوی مجاز برابر 0/0033L در نظر گرفته می شود (L فاصله دو ستون مجاور است). در بارگذاری زلزله می توان مقاومت مجاز خاک را به سبب ماهیت نیروها به میزان 33 درصد افزایش داد.



#### 6-4- ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی

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

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

توصیه می گردد مهندس طراح یا مشاور طرح با در اختیار داشتن مقادیر نیروهای افقی و لنگرهای خمشی با استفاده از روابط ارائه شده نسبت به محاسبه تنش زیر شالوده اقدام نماید. در این راستا بایستی اثر کاهندگی بارهای خروج از مرکز ناشی از لنگر خمشی با استفاده از رابطه  $R_e = 1 - \sqrt{\frac{e}{B}}$  برای خاک های غیر چسبنده و رابطه  $R_e = 1 - 2 \frac{e}{B}$  برای خاک های چسبنده در مقادیر تنش زیر شالوده در نظر گرفته شود. در روابط فوق e خروج 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 W018S</p> |       |          |      |         |           |           |  |                       |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |       |          |      |         |           |           |                                                                                    | شماره صفحه : 39 از 51 |
|                                                                                           | نسخه                                                                                                                                                                                  | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه                                                                              |                       |
|                                                                                           | D01                                                                                                                                                                                   | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK                                                                                 |                       |

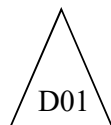
مرکزیت بار برابر نسبت لنگر خمشی به نیروی محوری (M/P) است. توصیه می شود حداکثر نسبت e/B برابر  $\frac{1}{6}$  در نظر گرفته شود. در صورت استفاده از ضرایب میل بار روش Hansen به منظور جلوگیری از لغزش شالوده، بایستی شرط  $H \leq Vtg\delta + A_f C_a + \frac{P_p}{SF}$  برقرار باشد.  $P_p$  فشار مقاوم خاک و  $\delta$ ، زاویه اصطکاک بین بتن و خاک می باشد.

## 5-6- ضریب عکس العمل بستر ( $K_s$ )

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

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

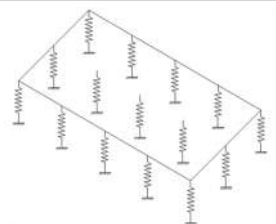
**شالوده های انعطاف پذیر:** انتخاب مقدار یکنواخت برای  $K_s$  صحیح نبوده و متناسب با نشست رخ داده باید تغییر کند. افزایش سختی در لبه ها توصیه می گردد.



| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 40 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

### روش وینکلر:

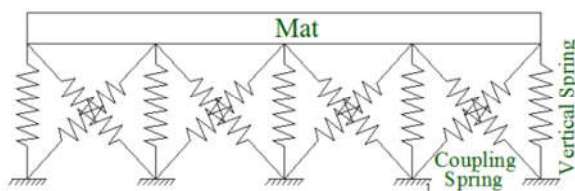
در تئوری اولیه وینکلر فرض بر عملکرد مستقل فنرها در شالوده انعطاف پذیر بوده که در واقعیت فنرها نمی-توانند مستقل از یکدیگر عمل نمایند و فشار زیر پی در یک نقطه تحت تاثیر فنرهای مجاور خواهد بود.



شکل 6-1. مدلسازی فنر وینکلر

### روش کوپل:

در این روش جهت مقابله با نواقص روش وینکلر از فنرهای اضافی مطابق شکل 6-2 استفاده 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.

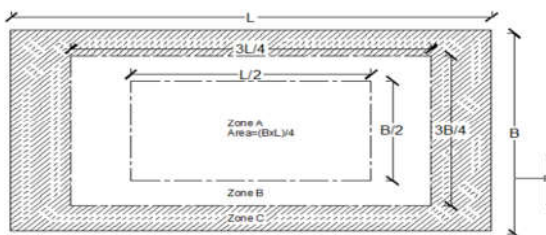


شکل 6-2. مدل سازی فنرهای کوپله

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 41 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

## روش شبه کوپل:

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



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

در هنگام تعریف سختی متغیر در پی های گسترده و شبکه ای، در مرز بین بخش هایی از پی که مدول سختی تغییر می کند، کانتور تنش زیر پی نیز پیوستگی خود را از دست داده و بصورت آبی 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 آبی در تنش و برش به عنوان خطای عددی مورد توجه قرار گیرد. مجدداً یادآور می گردد مطابق پیشنهاد ACI طراح سازه مجاز است به منظور تدقیق محاسبات، مقدار مدول عکس العمل خاک ( $K_s$ ) را با توجه به میزان نشست بدست آمده در تحلیل اولیه مطابق نمودار ظرفیت باربری مربوطه اصلاح و تحلیل مجدد انجام دهد.

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <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 W018S</p> |           |           |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 42 از 51                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D01                                                                                |      |

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

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

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

| ابعاد پی<br>(گسترده (m) | عمق استقرار<br>(m) | میزان نشست<br>(cm) | مدول عکس‌العمل بستر ( $\text{kg/cm}^3$ ) Zone I |        |        |
|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------------------|--------|--------|
|                         |                    |                    | گوشه پی                                         | لبه پی | وسط پی |
| 12×20                   | 3.0                | 5                  | 2.24                                            | 1.12   | 0.56   |

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

یک

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 43 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

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

| عرض پی (m) | مدول عکس العمل بستر ( $kg/cm^3$ )<br>$L/B=10, D=1 m$ |          |
|------------|------------------------------------------------------|----------|
|            | Zone II                                              | Zone III |
|            |                                                      |          |
| 0.5        | 2.97                                                 | 1.84     |
| 1.0        | 1.44                                                 | 1.15     |
| 1.5        | 0.98                                                 | 0.90     |
| 2.0        | 0.74                                                 | 0.73     |

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

در بارگذاری زلزله به علت اعمال بارهای برگشت پذیر در زمانهای کوتاه کرنشهای خاک در محدوده کرنشهای کوچک ( $10^{-4}$  تا  $10^{-6}$ ) بوده و خاک رفتار سخت تری از خود نشان می دهد. در این حالت میزان سختی خاک با استفاده از آزمایشهای آزمایشگاهی نظیر ستون تشدید و سه محوری سیکلیک و همچنین آزمایشهای صحرایی مرتبط تعیین می گردد. در غیاب آزمایشهای فوق می توان از روش پیشنهادی در نشریه 360 سازمان برنامه و بودجه کشور استفاده نمود. روش محاسبه مدول عکس العمل بستر در حالت بارگذاری فوق العاده (زلزله) به صورت کامل در بند 4-4-2-1 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 W018S</p> |           |           |         |      |          |       |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 44 از 51                                                              |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D01                                                                                |

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

### 7-1- بررسی فشار محرک و مقاوم خاک

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

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

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

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

در روابط فوق:

|                                                |                                                     |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| $K_p$ و $K_a$ : ضرایب فشار جانبی خاک           | $q$ : سربار قائم برحسب $t/m^2$                      |
| $P_a$ : فشار محرک وارد بر دیوار برحسب $t/m^2$  | $P_p$ : فشار مقاوم وارد بر دیوار 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 6 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.



| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 45 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

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

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

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

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

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

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

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

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

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br><br>053 - 073 - 9184                                                      | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 46 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

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

#### 7-4- گودبرداری و پایداری شیب

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

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

در معادله فوق داریم:

$H_C$  = حداکثر عمق گودبرداری قائم مجاز

$H_C$  = حداکثر عمق گودبرداری قائم محاسباتی

$N_s$  = فاکتور پایداری

$c$  = چسبندگی زهکشی نشده

$\gamma$  = وزن مخصوص خاک

F.S. = ضریب اطمینان

| <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 W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| شماره پیمان:<br>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>نسخه</th><th>سریال</th><th>نوع مدرک</th><th>رشته</th><th>تسهیلات</th><th>صادرکننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D01</td><td>0001</td><td>RT</td><td>GT</td><td>110</td><td>PEDCO</td><td>W018S</td><td>BK</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |      |         |           |           |       |  |  | نسخه | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه | D01 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 47 از 51 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D01                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

با در نظرگیری عمق خاکبرداری، شرایط خاک طبیعی محل و با در نظر گرفتن ضریب اطمینان (F.S.=1.5) در صورت وجود ساختمان و هرگونه سربار، خاکبرداری قائم می‌بایست در فاصله ایمن حداقل 1/5 برابر عرض پی این سازه‌ها و عوارض انجام پذیرد. شیب مجاز خاکبرداری، برای لایه‌های خاک تا عمق حداکثر 3 متری در گمانه ماشینی BH-FL-1 در محدوده میدان نفتی بینک بدون در نظر گرفتن اثر سربار سازه‌های مجاور، آب‌های جاری، اثر زلزله و با توجه به شرایط لایه‌های بستر در زون یک به صورت 80-85 درجه در کوتاه مدت برآورد شده است ولی در دراز مدت به دلیل کاهش قفل و بست میان ذرات، اثر هوازدگی همچنین تر و خشک شدن متوالی لایه‌های سنگی، توصیه می‌شود عملیات محافظت بدنه ترانشه در نظر گرفته شود. پس از گذشت مدتی از گودبرداری به دلیل اثر هوازدگی، نفوذ رطوبت و کاهش قفل و بست میان ذرات، وقوع ریزش‌های موضعی محتمل می‌باشد و پس از این مدت با توجه به شرایط لایه‌های بستر در زون یک شیب مجاز خاکبرداری، برای لایه‌های خاک و سنگ تا عمق حداکثر 3 متری در گمانه ماشینی BH-FL-1 به صورت 70-75 درجه و برای لایه‌های خاک و سنگ در زون 2 و 3 تا عمق حداکثر یک متری در مسیر خط لوله در گمانه‌های ماشینی BH-FL-2 الی BH-FL-6 به صورت 80-85 درجه در بلند مدت برآورد می‌شود. برای پایداری درازمدت شیب‌های مذکور باید حفاظت‌های سطحی برای جلوگیری از رسوخ آب و شسته شدن لایه‌ها صورت گیرد؛ در غیر اینصورت احتمال وقوع ریزش به صورت کلی و موضعی در ترانشه‌ها، در درازمدت وجود دارد.



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <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 W018S</p> |           |           |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 48 از 51                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D01                                                                                |      |

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

### 8-1- جمع بندی و نتیجه گیری

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

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

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

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

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <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 W018S</p> |           |           |         |      |          |       |  |      |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |           |         |      |          |       | شماره صفحه : 49 از 51                                                              |      |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D01                                                                                |      |

- با در نظرگیری عدم مشاهده تراز آب زیرزمینی در اعماق سطحی و از طرف دیگر بالا بودن ضربات SPT، وقوع روانگرایی محتمل نمی باشد.

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



## 2-8- توصیه فنی

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

- میزان نفوذپذیری در لایه های خاک متراکم و سنگ مشاهده شده در گمانه های ماشینی این سایت (شامل تاسیسات سرچاهی و مسیر خط لوله بسته ی W-018S) بسیار ناچیز می باشد. لازم به ذکر است به دلیل تراکم بالای لایه های خاکی و لایه های سنگی انجام آزمایش نفوذپذیری مقدور نمی باشد و برای دستیابی به این پارامتر باید آزمایشات صحرایی و در محل انجام شود.

- لایه خاک دست خورده و سطحی ناچیز است و ضخامت آن حداکثر به 50 سانتیمتر می رسد. حدود این لایه خاک در پیمایش طولی گمانه های ماشینی در پیوست 1-2 ارائه شده است.



- به منظور جلوگیری از اثر فرسایشی رطوبت بر خاک زیر شالوده توصیه می گردد شیب بندی اطراف شالوده ها 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.

|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                |                 |                 |             |         |             |            |                                                                                    |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------|---------|-------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <br><b>NISOC</b> | <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 W018S</b> |                 |                 |             |         |             |            |  |  |
|                                                                                                   | <b>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</b>                                                                                                                                                |                 |                 |             |         |             |            | شماره صفحه : 50 از 51                                                              |  |
| شماره پیمان: 053 - 073 - 9184                                                                     | پروژه BK                                                                                                                                                                                       | بسته کاری W018S | صادرکننده PEDCO | تسهیلات 110 | رشته GT | نوع مدرک RT | سریال 0001 | نسخه D01                                                                           |  |

D01

• محاسبات عمق یخبندان پس از تنظیم گزارش هیدرولوژی محاسبه خواهد شد.

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



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |       |          |      |         |           |           |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 W018S</p> |       |          |      |         |           |           |  |
| شماره پیمان:<br><br>053 – 073 – 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |       |          |      |         |           |           | شماره صفحه : 51 از 51                                                              |
|                                                                                           | نسخه                                                                                                                                                                                  | سریال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری |                                                                                    |
|                                                                                           | D01                                                                                                                                                                                   | 0001  | RT       | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     |                                                                                    |

## فصل 9-

### پیوست ها

پیوست ۱

تصاویر و مستندات پروژه



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



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





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



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





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



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





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



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





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

## پیوست ۲

شرح پیمایش گمانه های ماشینی و مقاطع عرضی

پیوست ۱-۲

شرح پیمایش طولی گمانه های ماشینی



**PROJECT NAME** Binak

**PROJECT LOCATION** Booshehr

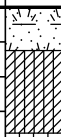
**GROUND ELEVATION** 0 m      **HOLE SIZE** 127

**GROUND WATER LEVELS:**

AT TIME OF DRILLING ---

AT END OF DRILLING ---

**AFTER DRILLING ---**

| 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                                   |    | Fill Material                                                                                                                                                           |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|                                     |                                                                                     | SITYCLAY with SAND (CL-ML), 3.1%gravel, 13%sand, 84%fines, light brown, dry to moist, very stiff                                                                        | CR                    |                     | 35-33-30<br>(63)            |                      |                                      |                         | 27                  | 20               | 7                   | 84           |
|                                     |    | SILT WITH SAND, (ML) 7.1 % gravel, 11.1 % sand, 81.8 % fines, brown, dry to moist, hard                                                                                 | CR                    |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|                                     |                                                                                     |                                                                                                                                                                         | SS                    |                     | 40-50/0.10                  |                      |                                      |                         | 42                  | 29               | 13                  | 82           |
| 4                                   |   | SILTSTONE, (CL) 7% gravel, 5.5% sand, 87.5% fines, light brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL      | CR                    |                     |                             |                      | 1.79                                 | 9                       | 32                  | 22               | 10                  | 88           |
| 6                                   |  | CLAYSTONE, (CL), redish brown, dry to moist, completely weathered                                                                                                       | SS                    |                     | 67/0.05                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 8                                   |  | SILTSTONE, (ML) 7.7 % gravel, 1.3 % sand, 91% fines, light brown, dry to moist, highly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as ML        | UD (40)               |                     |                             |                      | 1.86                                 | 7                       | 37                  | 25               | 12                  | 91           |
|                                     |                                                                                     | SILTSTONE, (CL) 1.6% gravel, 3.2% sand, 95.2% fines, light brown, dry to moist, highly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL        | UD (40)               |                     |                             |                      |                                      |                         | 36                  | 20               | 16                  | 95           |
| 10                                  |  | SILTSTONE, (CL) 0% gravel, 1.9% sand, 98.1% fines, light brown, dry to moist, highly weathrer, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL           | SS                    |                     | 67/0.08                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|                                     |                                                                                     |                                                                                                                                                                         | UD (80)               |                     |                             |                      | 1.96                                 | 7                       | 35                  | 24               | 11                  | 98           |
| 12                                  |  | MARL, (CL), (2% gravel, 2.4% sand, 95.6% fines, gravish brown, dry to moist), slightly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL        | UD (80)               |                     |                             |                      | 1.92                                 | 6                       | 39                  | 26               | 13                  | 96           |
|                                     |                                                                                     | MARL, (CL-ML),( 16.4%gravel, 24.8%sand, 58.8%fines, grayish brown, dry to moist), slightly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL-ML |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 14                                  |  |                                                                                                                                                                         | UD (80)               |                     |                             |                      | 1.94                                 | 8                       | 23                  | 19               | 4                   | 59           |
|                                     |                                                                                     | MARL, (CL), ( 17.4% gravel, 39.7% sand, 92.29% fines, gravish brown, dry to moist), highly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL    | SS                    |                     | 67/0.03                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|                                     |  |                                                                                                                                                                         | UD (45)               |                     |                             |                      | 1.91                                 | 7                       | 36                  | 24               | 12                  | 92           |
|                                     |                                                                                     |                                                                                                                                                                         | CR                    |                     |                             |                      | 1.97                                 | 6                       | 29                  | 18               | 11                  | 75           |
| Bottom of borehole at 15.03 meters. |                                                                                     |                                                                                                                                                                         | SS                    |                     | 67/0.03                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |



**PROJECT NAME** Binak

**PROJECT LOCATION** Booshehr

**GROUND ELEVATION** 0 m      **HOLE SIZE** 127

**GROUND WATER LEVELS:**

AT TIME OF DRILLING ---

AT END OF DRILLING ---

**AFTER DRILLING** ---

Bottom of borehole at 3.05 meters.





barangeotechnics

**BORING NUMBER BH-FL-3**

PAGE 1 OF 1

|                     |                      |                      |          |
|---------------------|----------------------|----------------------|----------|
| CLIENT              |                      | PROJECT NAME         | Binak    |
| PROJECT NUMBER      | 589                  | PROJECT LOCATION     | Booshehr |
| DATE STARTED        |                      | COMPLETED            |          |
| DRILLING CONTRACTOR |                      | GROUND ELEVATION     | 4 m      |
| DRILLING METHOD     | Continuous Coring    | HOLE SIZE            | 127      |
| LOGGED BY           | P.A                  | CHECKED BY           |          |
| NOTES               | X:438070 Y : 3291356 | GROUND WATER LEVELS: |          |
|                     |                      | AT TIME OF DRILLING  | ---      |
|                     |                      | AT END OF DRILLING   | ---      |
|                     |                      | 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            |                | Fill Material                                                                                                                                                                                           |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                | MARL, (CL), 2.2% gravel, 6.6%sand, 91.2% fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel size particle are cemented clay.  | CR                    |                     |                             |                      | 1.71                                 | 9                       | 46                  | 26               | 20                  | 91           |
| 2            |                | MARL, (CL), 1.4% gravel, 6.2%sand, 92.4% fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel size particle are cemented clay.  | SS                    |                     | 67/0.07                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                |                                                                                                                                                                                                         | CR                    |                     |                             |                      | 1.83                                 | 9                       | 44                  | 27               | 17                  | 92           |
| 3            |                | MARL, (CL), 5.4% gravel, 10.4%sand, 84.2% fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel size particle are cemented clay. | SS                    |                     | 67/0.07                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                |                                                                                                                                                                                                         | CR                    |                     |                             |                      | 1.87                                 | 10                      | 35                  | 21               | 14                  | 84           |
|              |                | Bottom of borehole at 3.06 meters.                                                                                                                                                                      | SS                    |                     | 67/0.06                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |



barangeotechnics

**BORING NUMBER BH-FL-4**

PAGE 1 OF 1

CLIENT \_\_\_\_\_

PROJECT NAME BinakPROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

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

GROUND ELEVATION 16 m HOLE SIZE 127

DRILLING CONTRACTOR \_\_\_\_\_

GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD Continuous CoringAT TIME OF DRILLING ---LOGGED BY P.A CHECKED BY \_\_\_\_\_AT END OF DRILLING ---NOTES X:438516 Y:3291167AFTER 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            |                | Fill Material                                                                                                                                                                                                                       |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                | SILTSTONE, (ML), 7.1% gravel, 36.4% sand, 56.5% fines, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as ML, most gravel size particle are cemented silt with a little gypsum. | CR                    |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                | MARL, (CL), 0.2% gravel, 1.7% sand, 98.1% fines, light brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel size particle are cemented clay.                      | SPT                   |                     | 50/0.10                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 2            |                | MARL, (CL), 0.2% gravel, 1.7% sand, 98.1% fines, light brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel size particle are cemented clay.                      | CR                    |                     |                             |                      | 1.81                                 | 12                      | 44                  | 26               | 18                  | 98           |
|              |                | MARL, (CL), 0.0% gravel, 0.4% sand, 99.6% fines, gray, dry to moist, slightly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL.                                                                            | SS                    |                     | 67/0.11                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 3            |                | MARL, (CL), 0.0% gravel, 0.4% sand, 99.6% fines, gray, dry to moist, slightly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL.                                                                            | UD                    | (80)                |                             |                      |                                      |                         | 49                  | 26               | 23                  | 100          |
|              |                |                                                                                                                                                                                                                                     | SS                    |                     | 67/0.07                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |

Bottom of borehole at 3.07 meters.

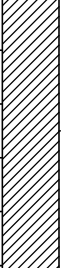
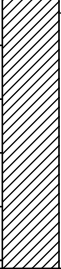


barangeotechnics

**BORING NUMBER BH-FL-5**

PAGE 1 OF 1

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

| DEPTH<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            |    | Fill Material                                                                                                                                                                                                         |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                                                                                     | GRAVELLY LEAN CLAY with SAND, (CL), 20.1%gravel, 18.8% sand, 61.1%fine, brown, dry to moist, hard.                                                                                                                    | CR                    |                     |                             |                      |                                      |                         | 30                  | 21               | 9                   | 61           |
|              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                       | SS                    |                     | 67/0.10                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 2            |   | LEAN CLAY with SAND, (CL), 4.2%gravel, 13.3% sand, 82.5%fine, brown, dry to moist, hard.                                                                                                                              | CR                    | (30)                |                             |                      |                                      | 10                      | 36                  | 23               | 13                  | 83           |
|              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                       | SS                    |                     | 67/0.08                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 3            |  | SILTSTONE, (CL), with 84.4% cobbles, 1%gravel, 4.2% sand, 10.4%fine, brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, (cobbles are cemented silt particles) | CR                    | (50)                |                             |                      |                                      |                         | 26                  | 16               | 10                  | 10           |
|              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                       | SS                    |                     | 67/0.05                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |

Bottom of borehole at 3.03 meters.



barangeotechnics

**BORING NUMBER BH-FL-6**

PAGE 1 OF 1

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

| DEPTH<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            |                | Fill Material                                                                                                                                                                                                           |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                | SANDSTONE, (GP-GM), with 70.44% cobbles and crashed sandstone, 48.3% gravel, 1.6% sand, 2.9% fines, light brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as GP-GM. | CR                    | (0)                 |                             |                      | 1.86                                 | 5                       | NP                  | NP               | NP                  | 3            |
| 2            |                | SAND STONE, gray to light gray, dry to moist, highly to moderately weathered, after 24 hours soaking in water the particles didnt get apart.                                                                            | SS                    |                     | 67/0.04                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                |                                                                                                                                                                                                                         | CR                    | (30)                |                             |                      | 1.94                                 | 5                       | NP                  | NP               | NP                  |              |
| 3            |                |                                                                                                                                                                                                                         | SS                    |                     | 67/0.03                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                |                                                                                                                                                                                                                         | CR                    | (50)                |                             |                      | 1.88                                 | 9                       | NP                  | NP               | NP                  |              |
|              |                | Bottom of borehole at 3.03 meters.                                                                                                                                                                                      | SS                    |                     | 67/0.03                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |



barangeotechnics

## KEY TO SYMBOLS

CLIENT \_\_\_\_\_

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr

### LITHOLOGIC SYMBOLS

*(Unified Soil Classification System)*



Marl: USCS High Plasticity Clay



CL: USCS Low Plasticity Clay



CL-ML: USCS Low Plasticity Silty Clay



ML: USCS Silt



SANDSTONE: Sandstone



SILTSTONE: Siltstone



TOPSOIL: Fill Material

### SAMPLER SYMBOLS



Core Sample



Standard Penetration Test



Split Spoon



Undisturbed Sample

### WELL CONSTRUCTION SYMBOLS

### ABBREVIATIONS

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

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

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



پیوست ۲-۲

مقاطع عرضی



barangeotechnics

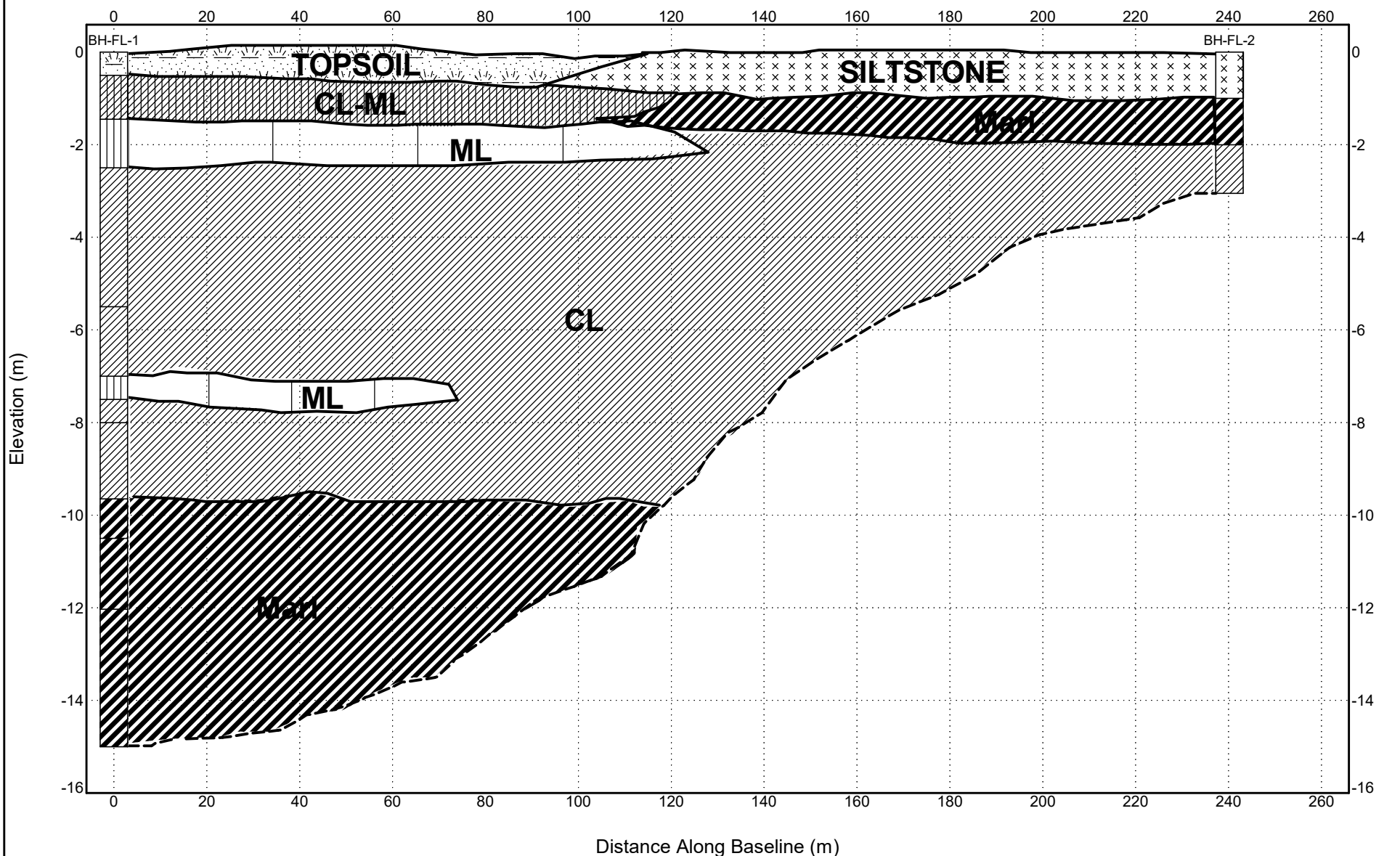
# SUBSURFACE DIAGRAM

CLIENT \_\_\_\_\_

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



پیوست ۳

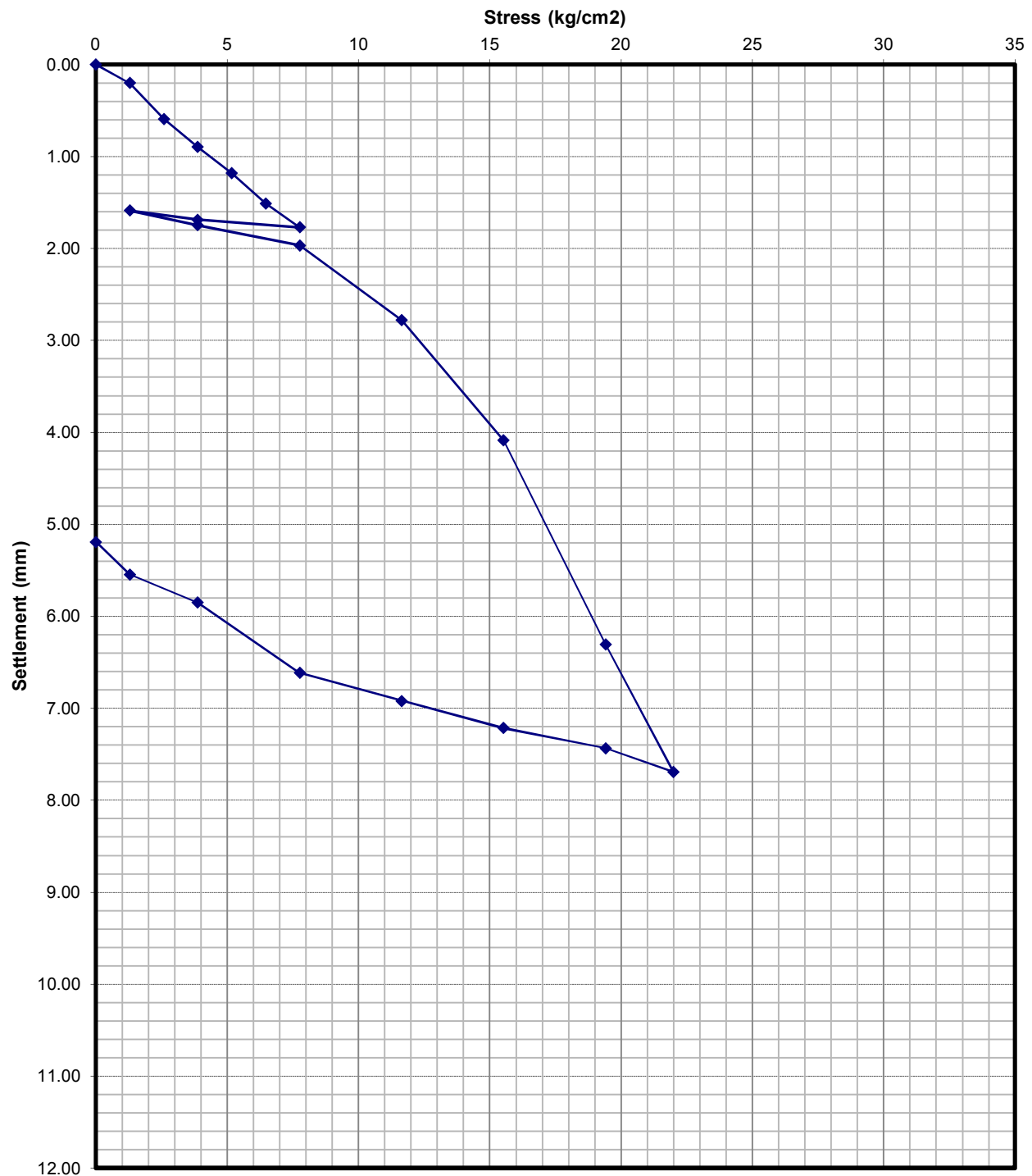
آزمایشات صحرائی

پیوست ۱-۳

آزمایش بارگذاری صفحه

# Plate Load Test Results

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





پیوست ۲-۳

آزمایش CBR



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

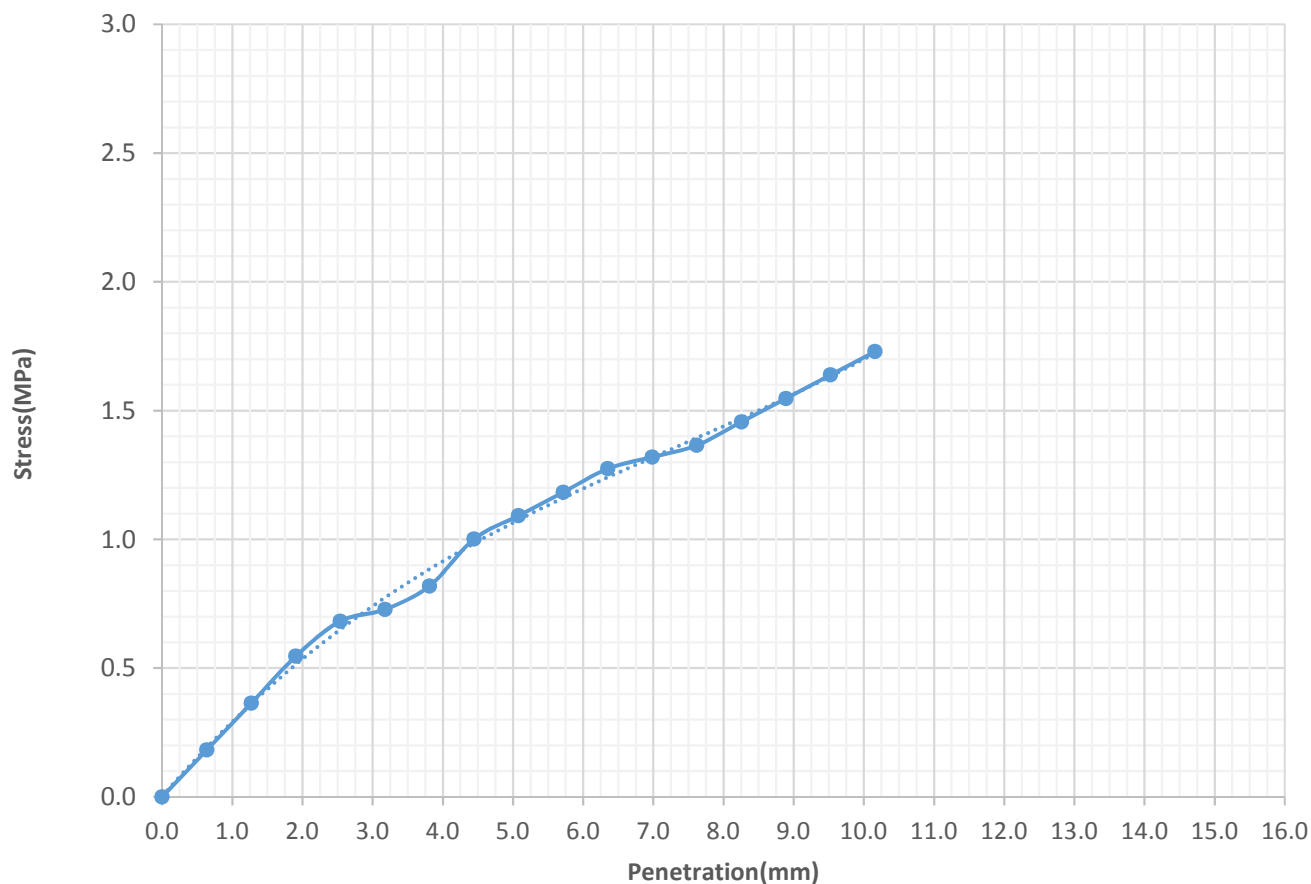
Project Name:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان  
نفی بینک

Location: CBR1-W-018S

Client:

Depth: Ground Level



CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

9.9

%

Penetration-5.08 mm

10.6

%



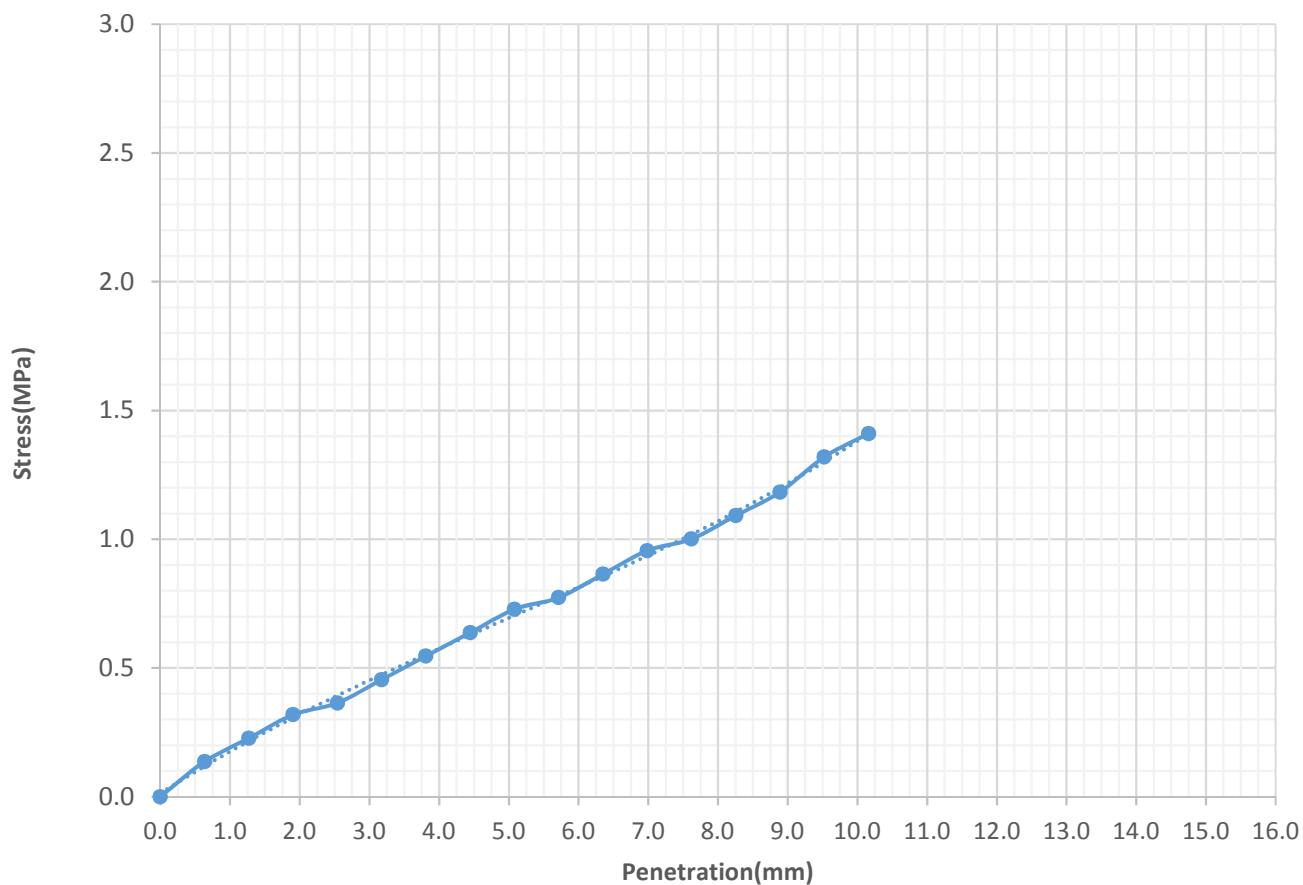
## Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place (ASTM D4429)

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

Location: CBR2-W-018S

Client:

Depth: Ground Level



CBR VALUE:

Penetration-2.54 mm

5.3

%

Penetration-5.08 mm

7.1

%

پیوست ۳-۳

آزمایش اندازه گیری دمای خاک

# Soil Temperature Measurement



**Client:**

**Project:**

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

**Date:**

۴ دی الی ۱۶ دی ۱۴۰۰

**Site:**

بوشهر

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

پیوست ۳-۴

آزمایش ژئوالکتریک





## Geoelectrical Resistivity Test

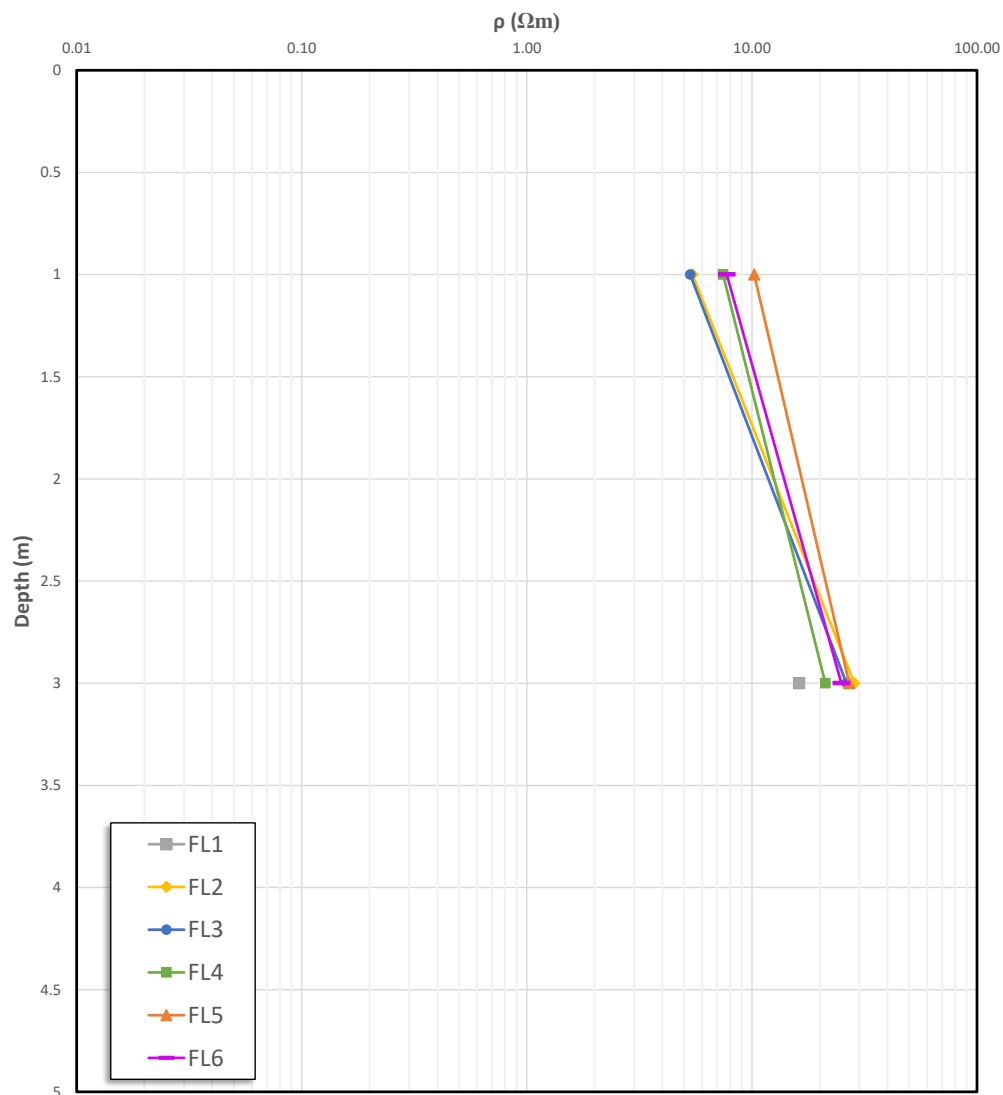
CLIENT \_\_\_\_\_

PROJECT NAME \_\_\_\_\_ مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

PROJECT NUMBER \_\_\_\_\_ ۵۸۹

PROJECT LOCATION \_\_\_\_\_ بوشهر

### Variation of Apparant Electrical Resistivity in W-0018S



پیوست ۴

آزمایشات آزمایشگاهی و

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

پیوست ۴-۱

آزمایش دانه بندی



Barangeotechnics

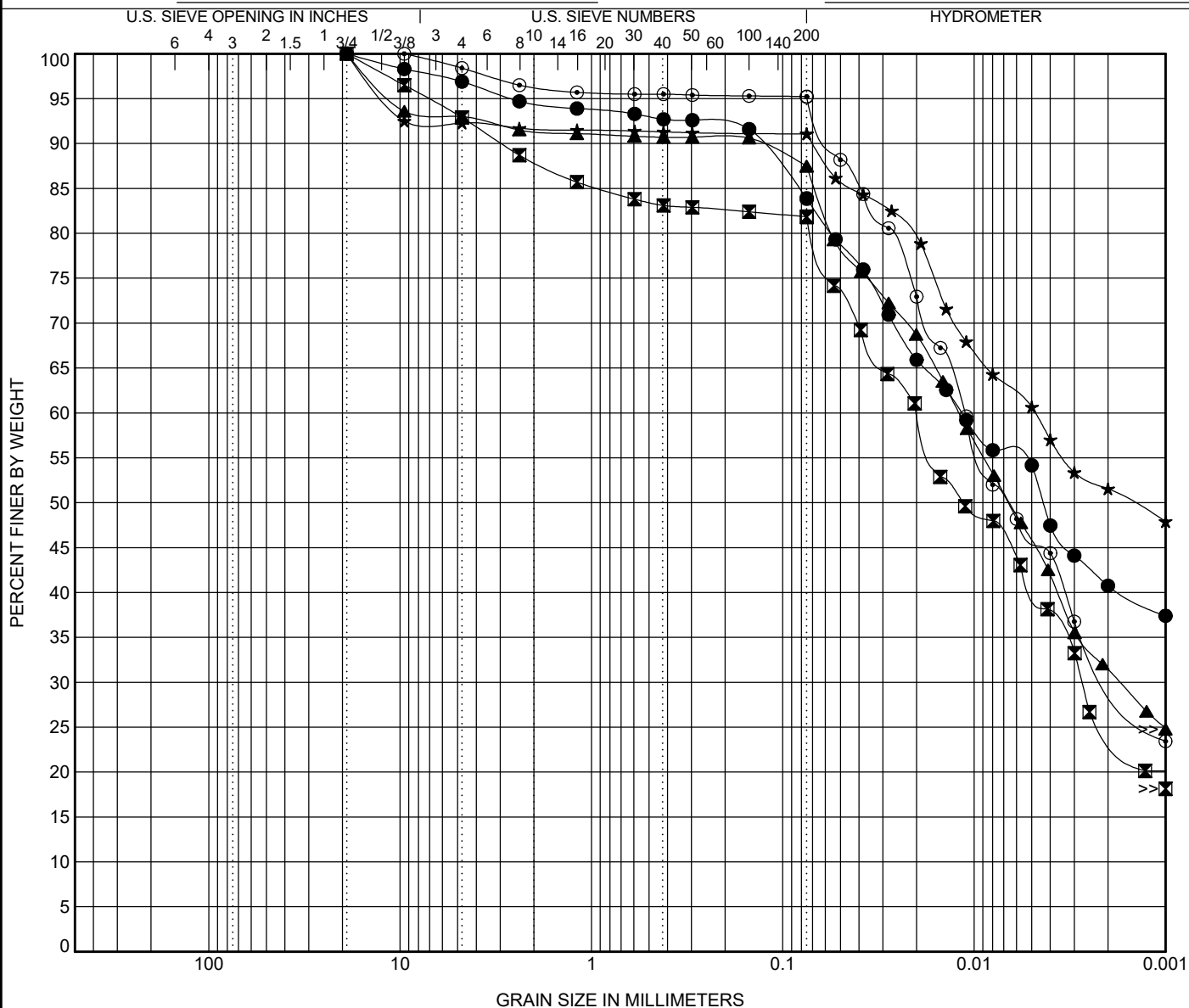
# GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



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

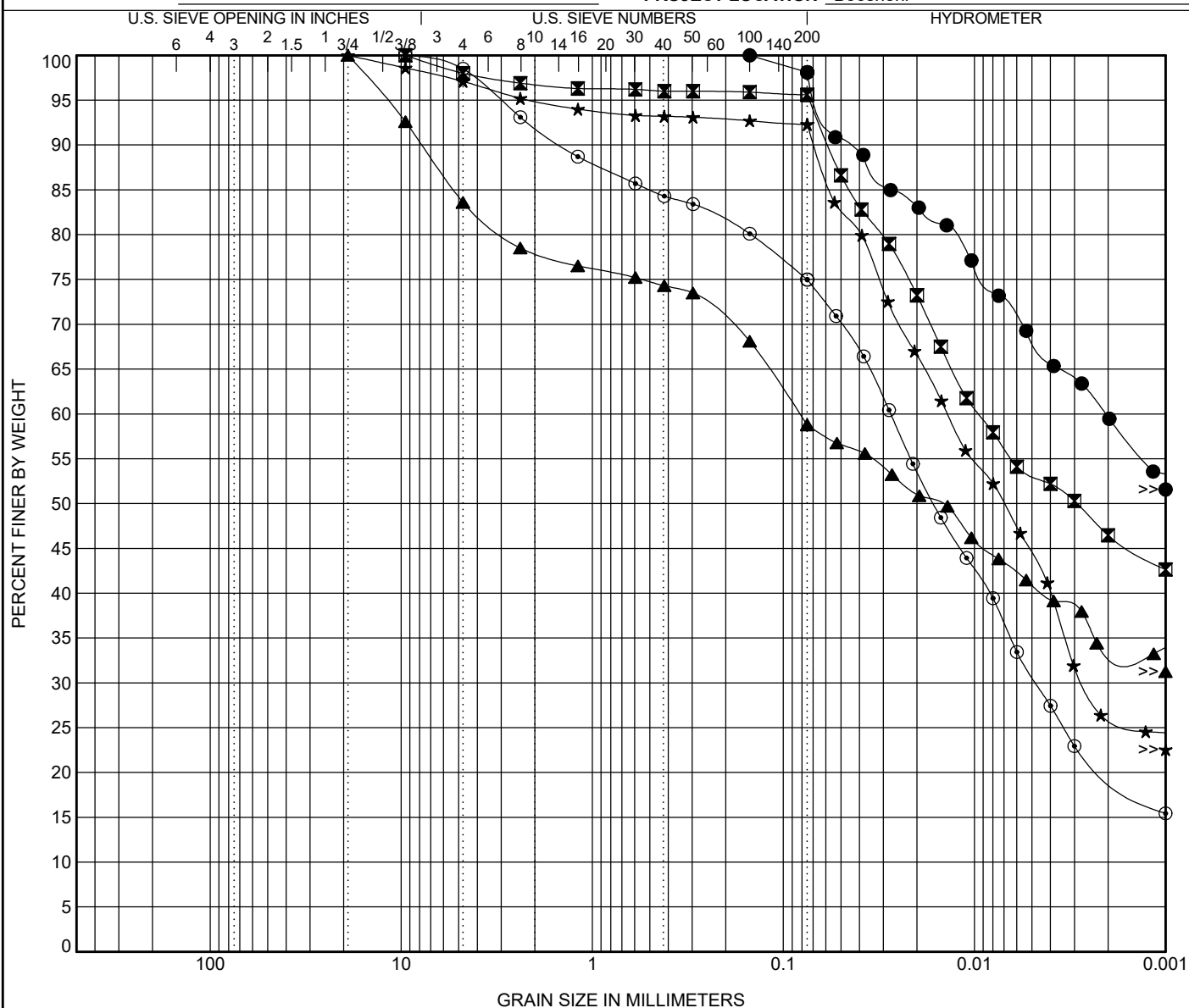
| Borehole  | Depth | Classification              |       |       |     | LL      | PL    | PI    | Cc    | Cu |
|-----------|-------|-----------------------------|-------|-------|-----|---------|-------|-------|-------|----|
| ● BH-FL-1 | 0.50  | SILTY CLAY with SAND(CL-ML) |       |       |     | 27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



Barangeotechnics

**GRAIN SIZE DISTRIBUTION**

CLIENT

PROJECT NAME BinakPROJECT 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-1 | 9.35  | LEAN CLAY(CI)                       |       |       |     | 35      | 24    | 11    |       |    |
| ☒ BH-FL-1 | 10.10 | SILT(ML)                            |       |       |     | 39      | 26    | 13    |       |    |
| ▲ BH-FL-1 | 11.70 | SANDY SILTY CLAY with GRAVEL(CL-ML) |       |       |     | 23      | 19    | 4     |       |    |
| ★ BH-FL-1 | 13.00 | LEAN CLAY(CI)                       |       |       |     | 36      | 24    | 12    |       |    |
| ◎ BH-FL-1 | 14.70 | LEAN CLAY with SAND(CL)             |       |       |     | 29      | 18    | 11    |       |    |
| Borehole  | Depth | D100                                | D60   | D30   | D10 | %Gravel | %Sand | %Silt | %Clay |    |
| ● BH-FL-1 | 9.35  | 0.15                                | 0.002 |       |     | 0.0     | 1.9   | 38.5  | 59.6  |    |
| ☒ BH-FL-1 | 10.10 | 9.51                                | 0.01  |       |     | 2.0     | 2.4   | 49.1  | 46.5  |    |
| ▲ BH-FL-1 | 11.70 | 19                                  | 0.082 |       |     | 16.4    | 24.8  | 24.6  | 34.2  |    |
| ★ BH-FL-1 | 13.00 | 19                                  | 0.014 | 0.003 |     | 2.9     | 4.8   | 66.2  | 26.1  |    |
| ◎ BH-FL-1 | 14.70 | 9.51                                | 0.027 | 0.005 |     | 1.5     | 23.5  | 54.8  | 20.2  |    |



Barangeotechnics

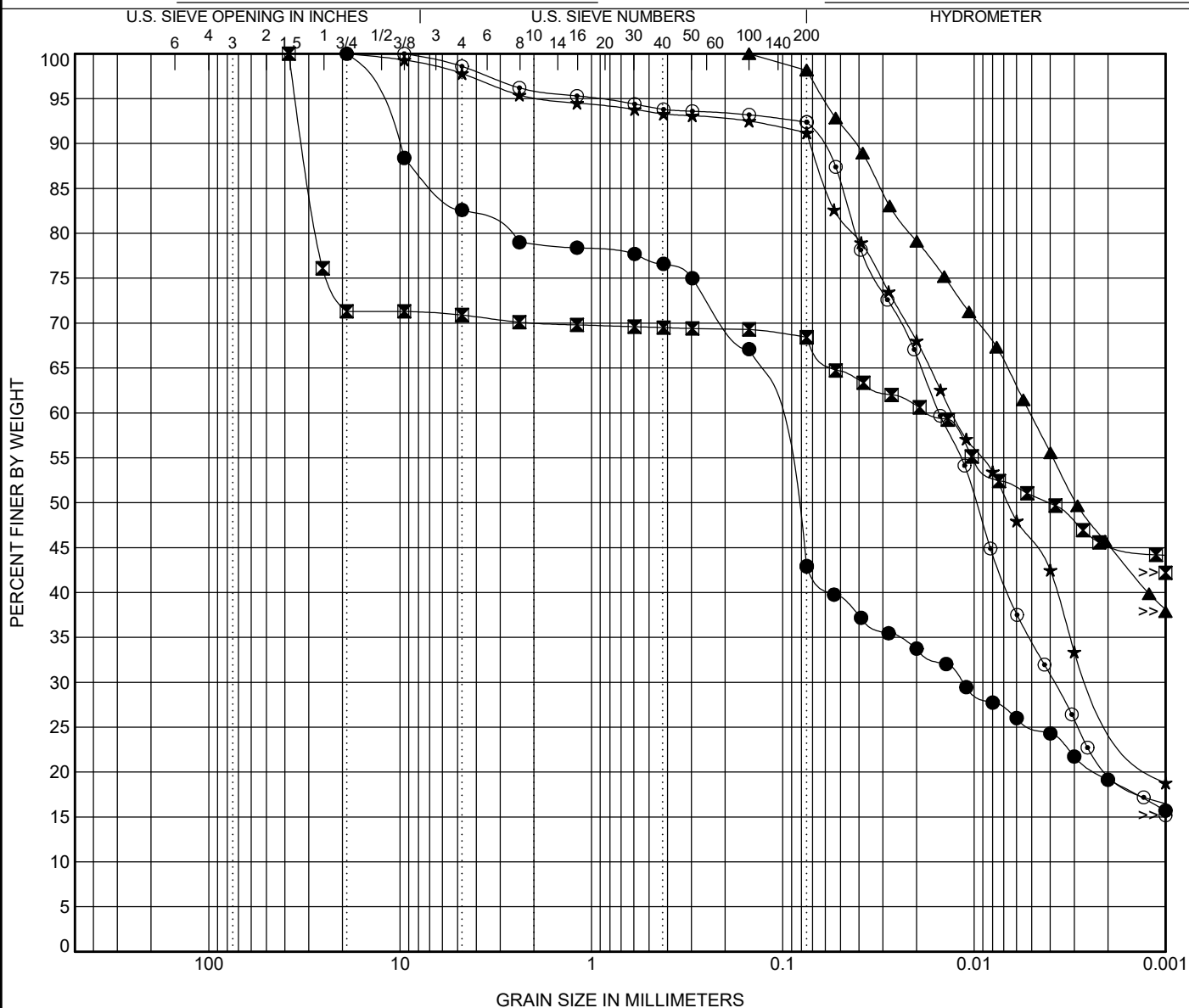
**GRAIN SIZE DISTRIBUTION**

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



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

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

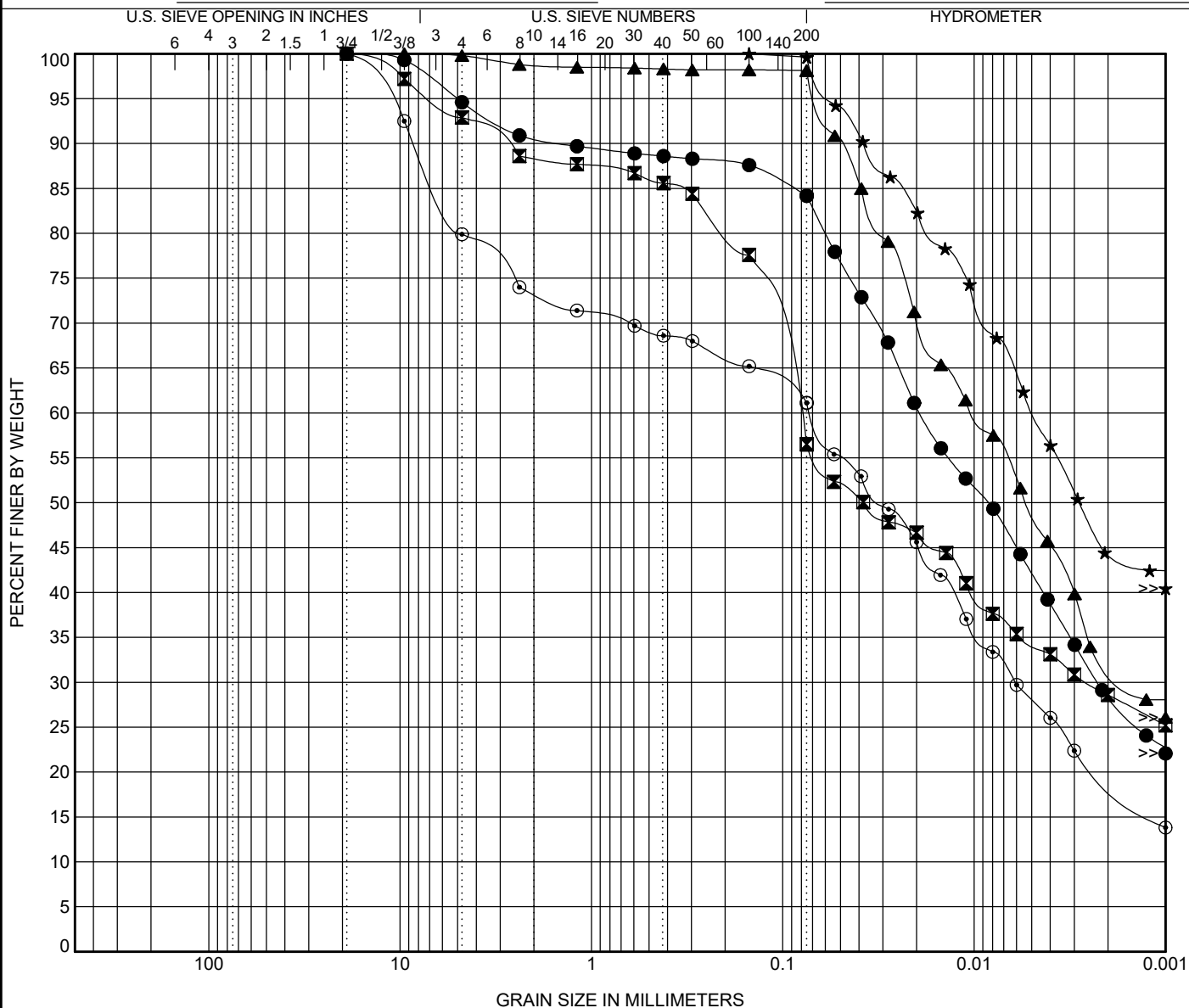




Barangeotechnics

**GRAIN SIZE DISTRIBUTION**

CLIENT

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



Barangeotechnics

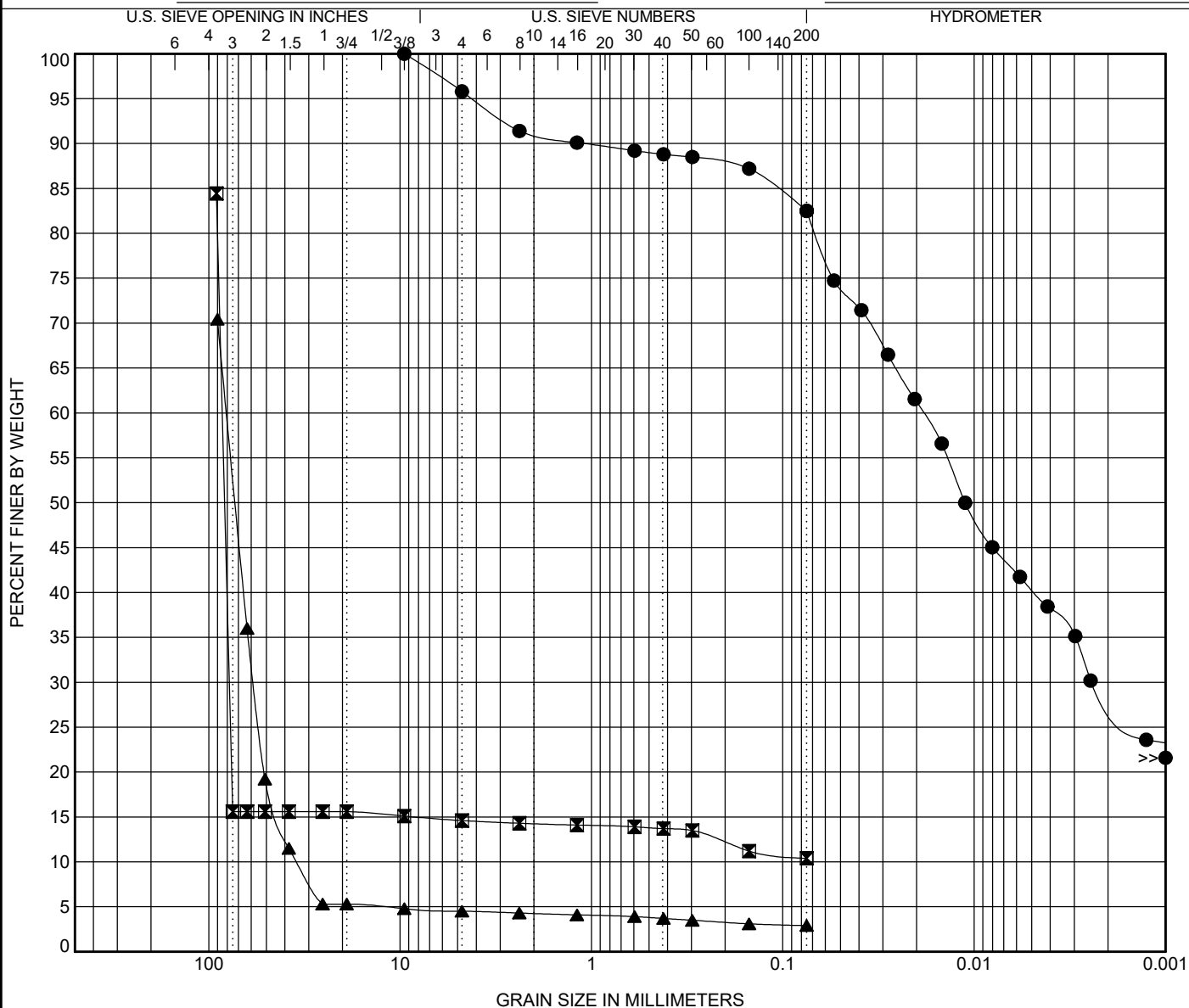
# GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



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

| Borehole  | Depth | Classification                        |        |        |       | LL      | PL    | PI    | Cc     | Cu     |
|-----------|-------|---------------------------------------|--------|--------|-------|---------|-------|-------|--------|--------|
| ● BH-FL-5 | 1.50  | LEAN CLAY with SAND(CI)               |        |        |       | 36      | 23    | 13    |        |        |
| ■ BH-FL-5 | 2.50  | SANDY LEAN CLAY(CL)                   |        |        |       | 26      | 16    | 10    | 1353.5 | 602.06 |
| ▲ BH-FL-6 | 0.50  | POORLY GRADED GRAVEL with SILT(GP-GM) |        |        |       | NP      | NP    | NP    | 1.22   | 2.34   |
|           |       |                                       |        |        |       |         |       |       |        |        |
|           |       |                                       |        |        |       |         |       |       |        |        |
| Borehole  | Depth | D100                                  | D60    | D30    | D10   | %Gravel | %Sand | %Silt | %Clay  |        |
| ● BH-FL-5 | 1.50  | 9.51                                  | 0.018  | 0.002  |       | 4.2     | 13.3  | 54.4  | 28.1   |        |
| ■ BH-FL-5 | 2.50  | 91                                    | 84.962 | 78.096 |       | 1.0     | 4.2   | 10.4  |        |        |
| ▲ BH-FL-6 | 0.50  | 90                                    | 80.777 | 58.339 | 34.54 | 48.3    | 1.6   | 2.9   |        |        |
|           |       |                                       |        |        |       |         |       |       |        |        |
|           |       |                                       |        |        |       |         |       |       |        |        |

پیوست ۲-۴

آزمایش حدود اتربرگ



Barangeotechnics

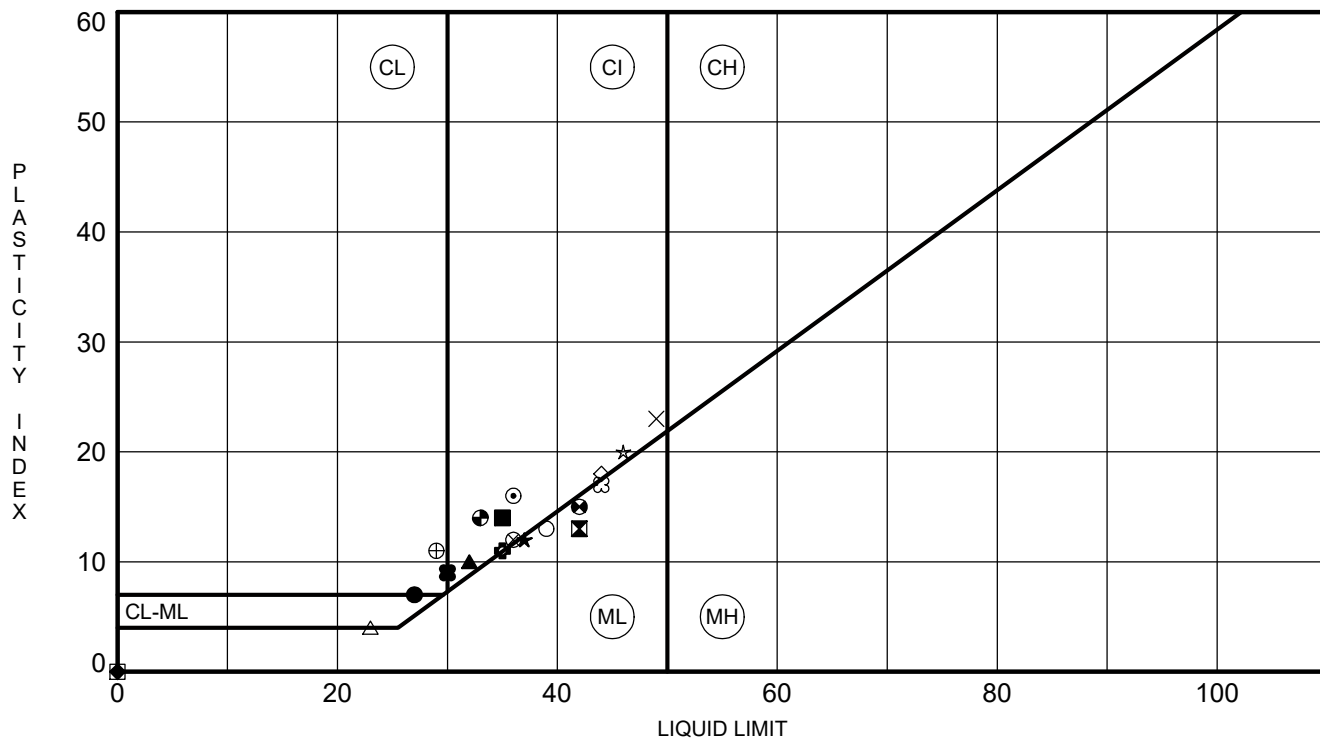
## ATTERBERG LIMITS' RESULTS

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



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

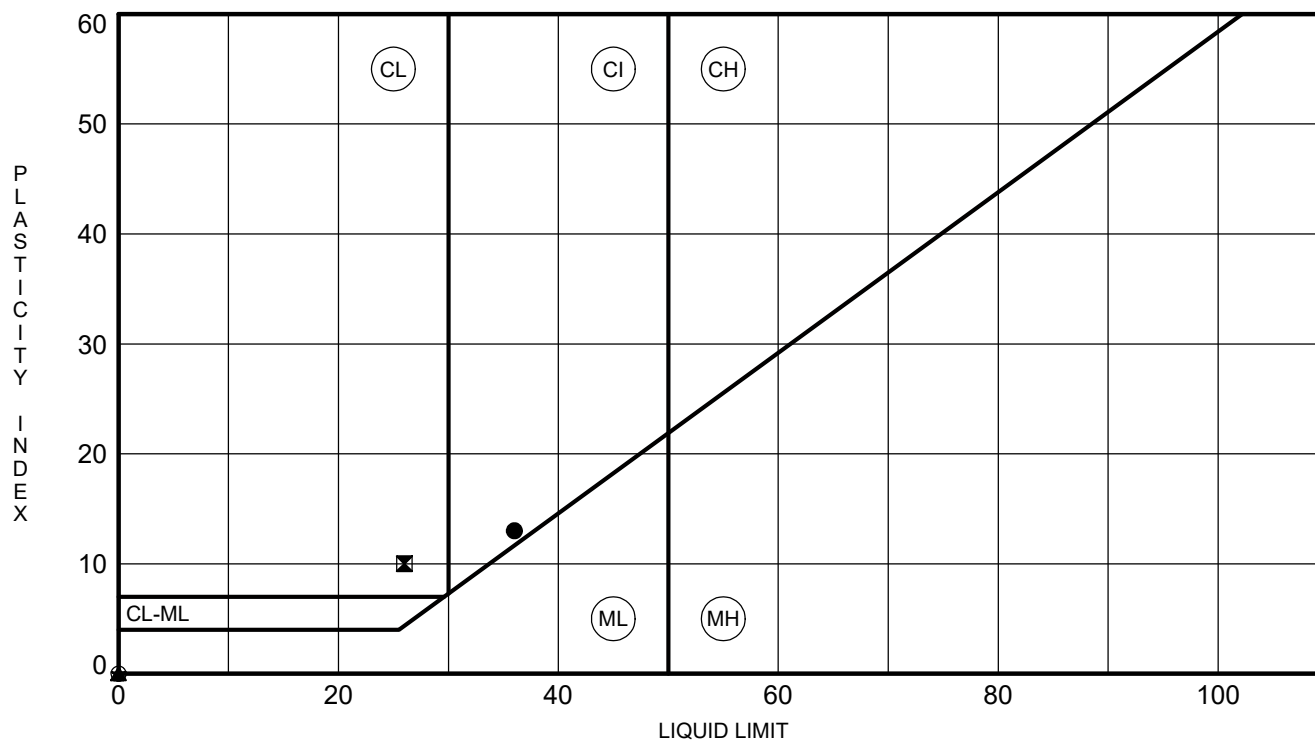


## CLIENT

**PROJECT NAME** Binak

PROJECT NUMBER 589

**PROJECT LOCATION** Booshehr

[illegible]

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

پیوست ۳-۴

آزمایش دانسیته و درصد رطوبت



Barangeotechnics

**SUMMARY OF LABORATORY RESULTS**

CLIENT \_\_\_\_\_

PROJECT NAME BinakPROJECT NUMBER 589PROJECT LOCATION Booshehr

Sheet 1 of 1

| Borehole | Depth | Liquid Limit | Plastic Limit | Plasticity Index | Maximum Size (mm) | %<0.075 Sieve | Classification | Water Content (%) | Dry Density (Mg/m <sup>3</sup> ) | Saturation (%) | Void Ratio |
|----------|-------|--------------|---------------|------------------|-------------------|---------------|----------------|-------------------|----------------------------------|----------------|------------|
| BH-FL-1  | 0.5   | 27           | 20            | 7                | 19                | 84            | CL-ML          |                   |                                  |                |            |
| BH-FL-1  | 1.5   | 42           | 29            | 13               | 19                | 82            | ML             |                   |                                  |                |            |
| BH-FL-1  | 2.5   | 32           | 22            | 10               | 19                | 88            | CI             | 9.0               | 1.79                             |                |            |
| BH-FL-1  | 7.0   | 37           | 25            | 12               | 19                | 91            | ML             | 7.4               | 1.86                             |                |            |
| BH-FL-1  | 7.7   | 36           | 20            | 16               | 9.51              | 95            | CI             |                   |                                  |                |            |
| BH-FL-1  | 9.4   | 35           | 24            | 11               | 0.15              | 98            | CI             | 7.0               | 1.96                             |                |            |
| BH-FL-1  | 10.1  | 39           | 26            | 13               | 9.51              | 96            | ML             | 6.2               | 1.92                             |                |            |
| BH-FL-1  | 11.7  | 23           | 19            | 4                | 19                | 59            | CL-ML          | 7.7               | 1.94                             |                |            |
| BH-FL-1  | 13.0  | 36           | 24            | 12               | 19                | 92            | CI             | 7.3               | 1.91                             |                |            |
| BH-FL-1  | 14.7  | 29           | 18            | 11               | 9.51              | 75            | CL             | 6.1               | 1.97                             |                |            |
| BH-FL-2  | 0.5   | NP           | NP            | NP               | 19                | 43            | SM             | 10.0              | 1.77                             |                |            |
| BH-FL-2  | 1.6   | 42           | 27            | 15               | 38.1              | 68            | ML             | 11.0              | 1.85                             |                |            |
| BH-FL-2  | 2.7   | 33           | 19            | 14               | 0.15              | 98            | CI             |                   |                                  |                |            |
| BH-FL-3  | 0.5   | 46           | 26            | 20               | 19                | 91            | CI             | 9.0               | 1.71                             |                |            |
| BH-FL-3  | 1.5   | 44           | 27            | 17               | 9.51              | 92            | ML             | 9.0               | 1.83                             |                |            |
| BH-FL-3  | 2.5   | 35           | 21            | 14               | 19                | 84            | CI             | 10.0              | 1.87                             |                |            |
| BH-FL-4  | 0.5   | NP           | NP            | NP               | 19                | 57            | ML             |                   |                                  |                |            |
| BH-FL-4  | 1.5   | 44           | 26            | 18               | 9.51              | 98            | CI             | 12.0              | 1.81                             |                |            |
| BH-FL-4  | 2.5   | 49           | 26            | 23               | 0.15              | 100           | CI             |                   |                                  |                |            |
| BH-FL-5  | 0.5   | 30           | 21            | 9                | 19                | 61            | CI             |                   |                                  |                |            |
| BH-FL-5  | 1.5   | 36           | 23            | 13               | 9.51              | 83            | CI             | 10.0              |                                  |                |            |
| BH-FL-5  | 2.5   | 26           | 16            | 10               | 91                | 10            | CL             |                   |                                  |                |            |
| BH-FL-6  | 0.5   | NP           | NP            | NP               | 90                | 3             | GP-GM          | 5.3               | 1.86                             |                |            |
| BH-FL-6  | 1.6   | NP           | NP            | NP               |                   |               |                | 4.9               | 1.94                             |                |            |
| BH-FL-6  | 2.6   | NP           | NP            | NP               |                   |               |                | 9.0               | 1.88                             |                |            |

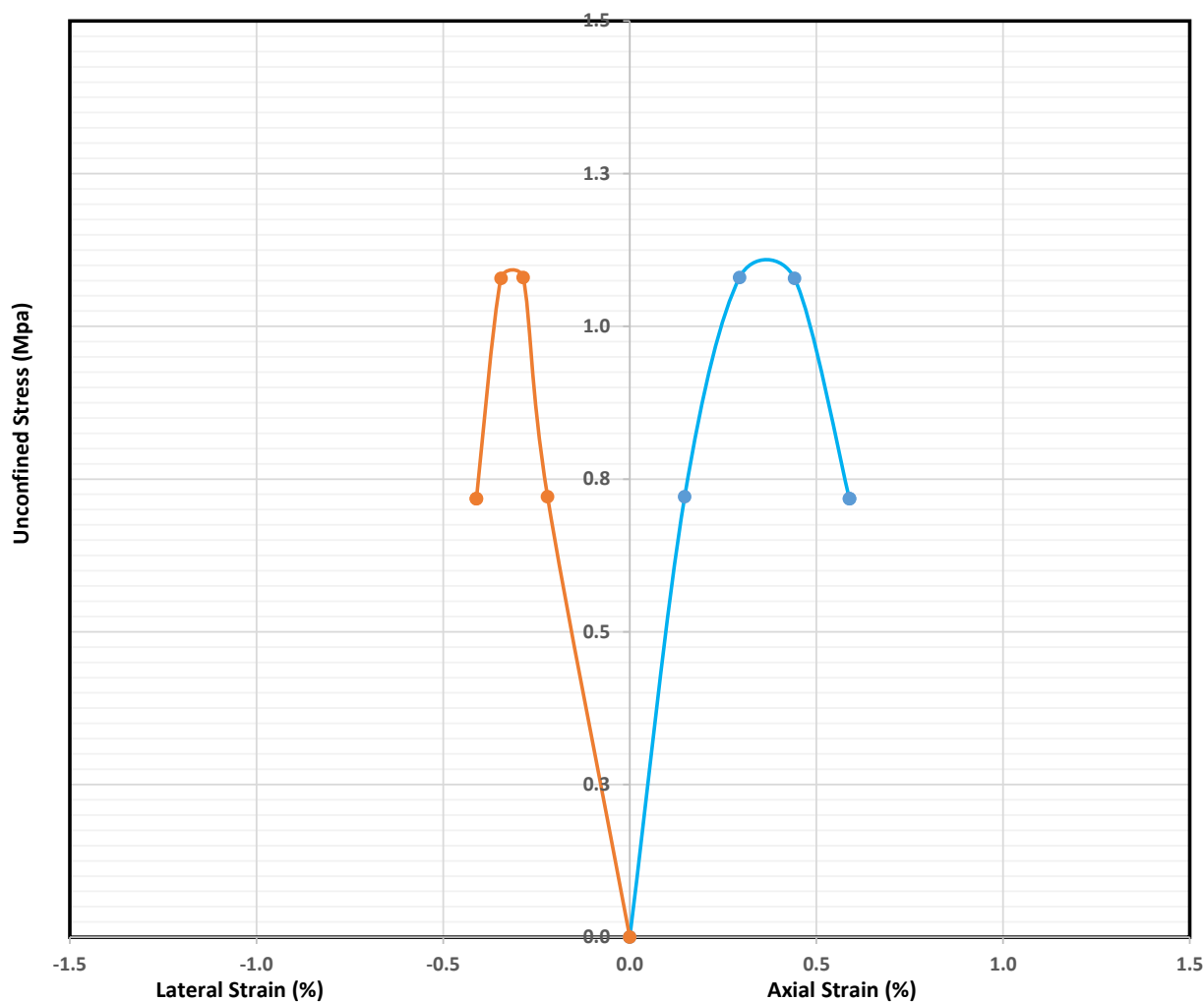


پیوست ۴-۴

آزمایش تک محوری

# Uniaxial Compression Test

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



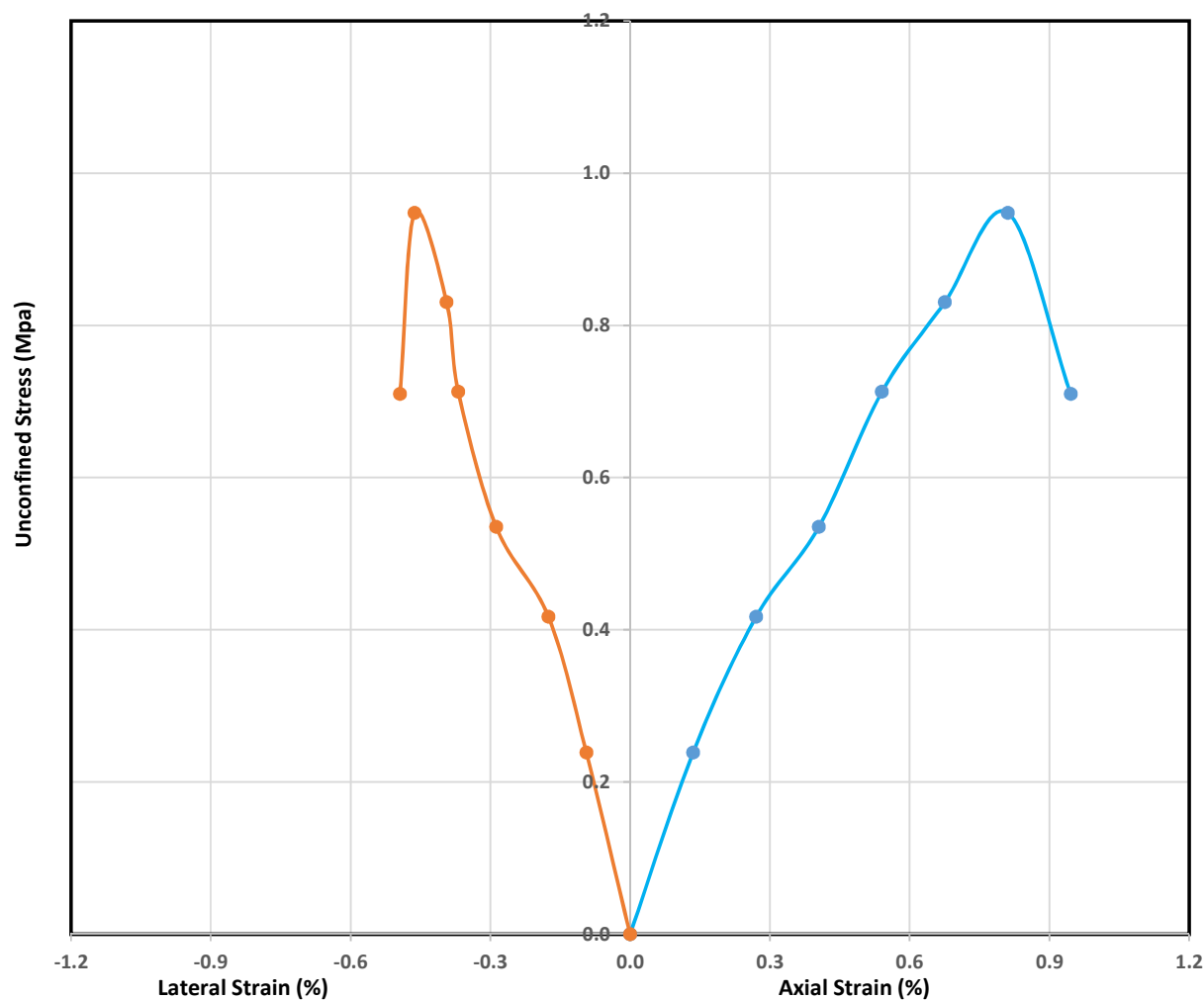
| Sample Specification |         | Initial Condition                  |       |
|----------------------|---------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-1 | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 19.97 |
| Depth (m):           | 7.7-7.9 | Dry Density (kN/m <sup>3</sup>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

| Test Results                          |     |
|---------------------------------------|-----|
| Unconfined Compressive Strength(MPa): | 1.1 |



# Uniaxial Compression Test

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



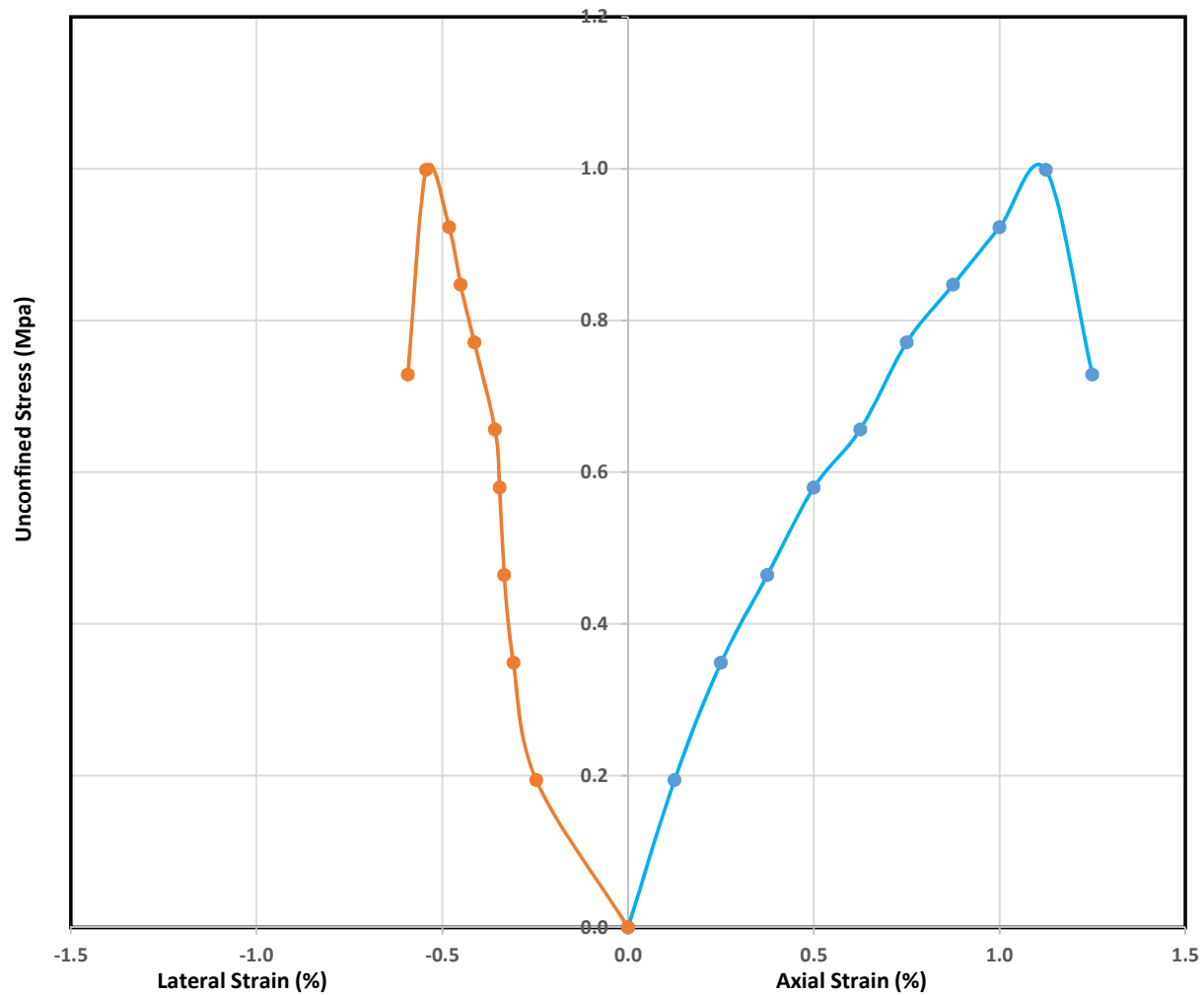
| Sample Specification |           | Initial Condition                  |       |
|----------------------|-----------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-1   | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 20.39 |
| Depth (m):           | 10.1-10.5 | Dry Density (kN/m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

| Test Results                          |     |
|---------------------------------------|-----|
| Unconfined Compressive Strength(MPa): | 0.9 |



# Uniaxial Compression Test

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

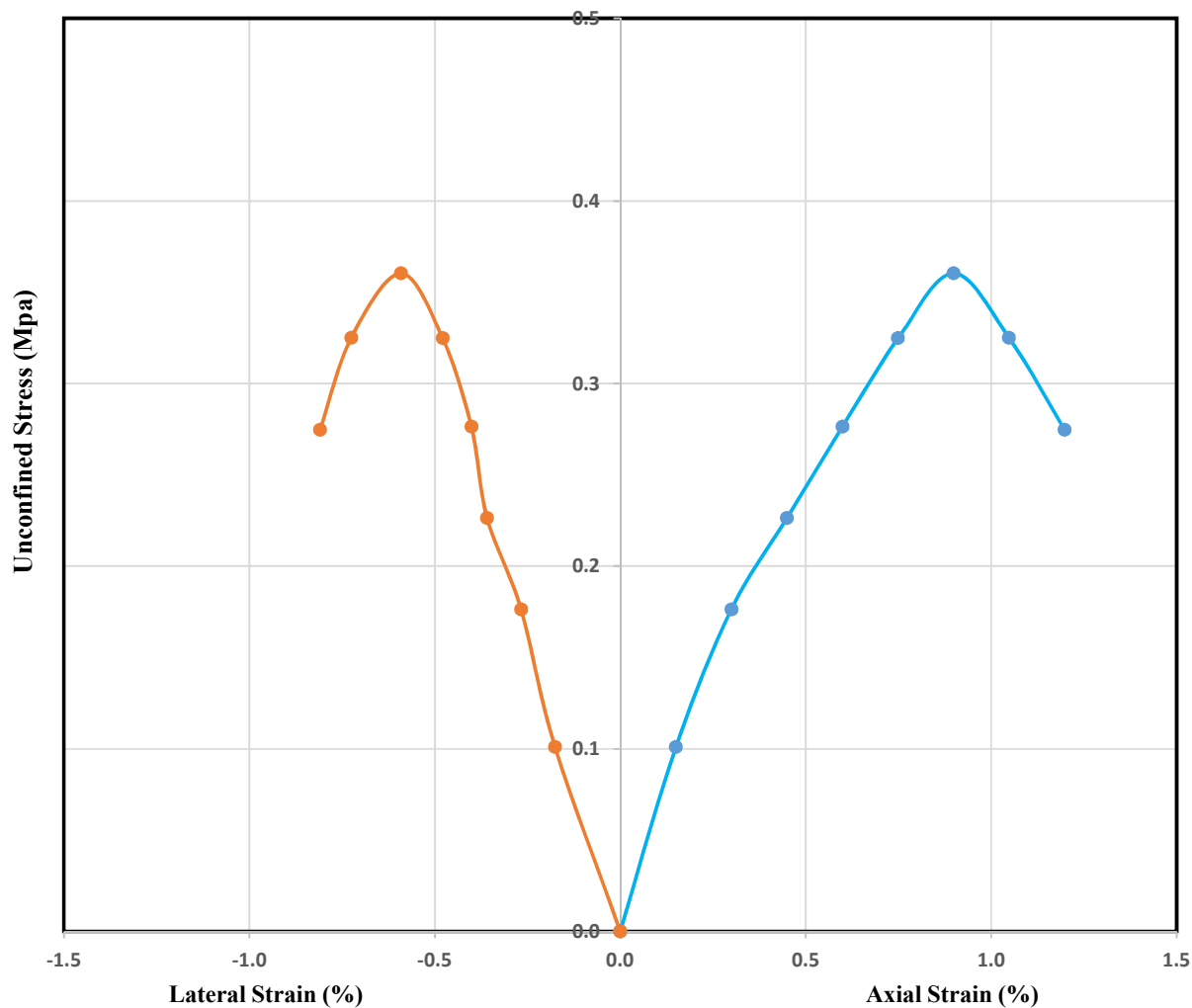


| Sample Specification |            | Initial Condition                  |       |
|----------------------|------------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-1    | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 20.39 |
| Depth (m):           | 13.0-13.35 | Dry Density (kN/m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

| Test Results                          |     |
|---------------------------------------|-----|
| Unconfined Compressive Strength(MPa): | 1.0 |

# Uniaxial Compression Test

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

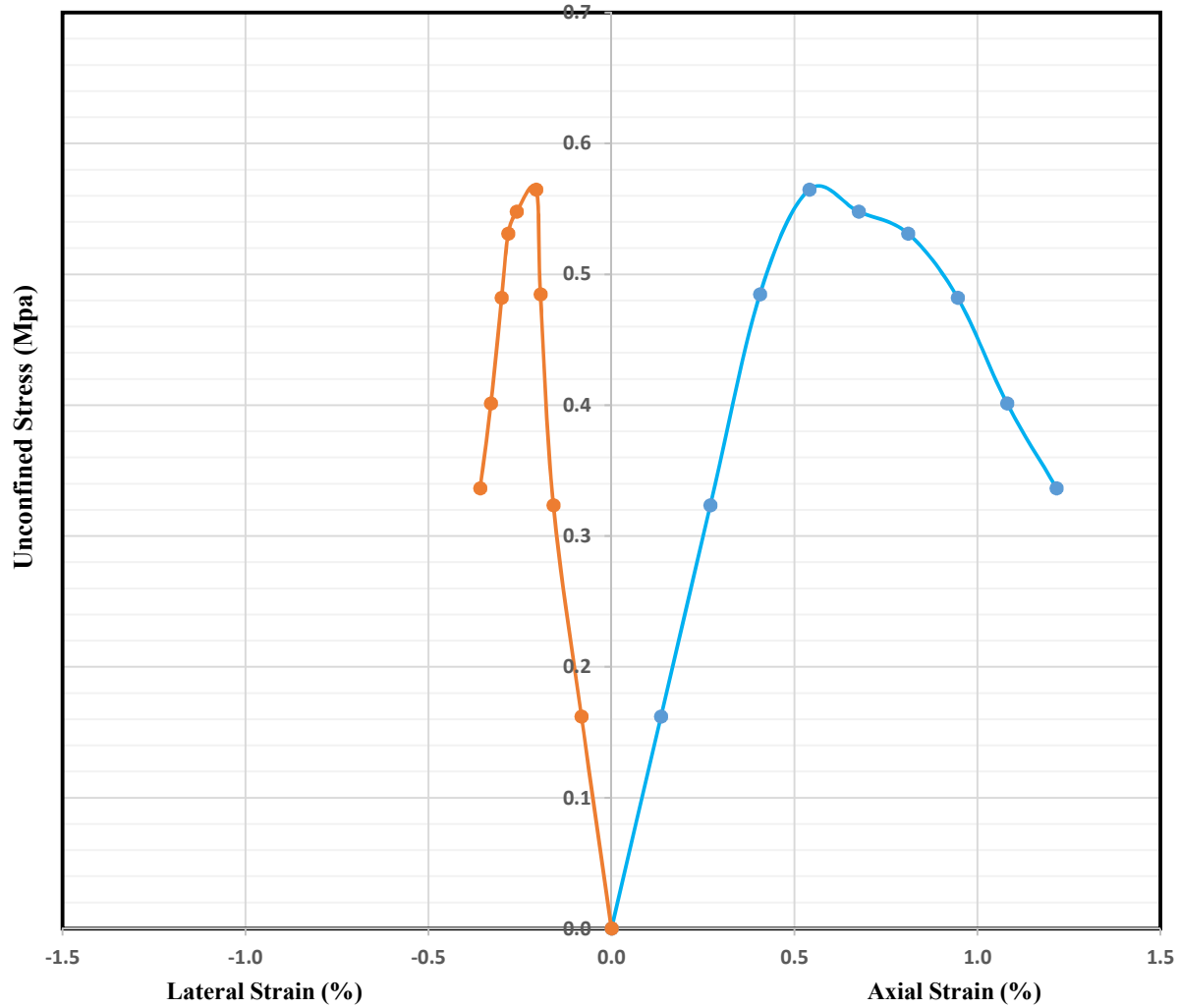


| Sample Specification |         | Initial Condition                  |       |
|----------------------|---------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-2 | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 20.16 |
| Depth (m):           | 2.7-3.0 | Dry Density (kN/m <sup>3</sup>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

| Test Results                          |     |
|---------------------------------------|-----|
| Unconfined Compressive Strength(MPa): | 0.4 |

# Uniaxial Compression Test

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

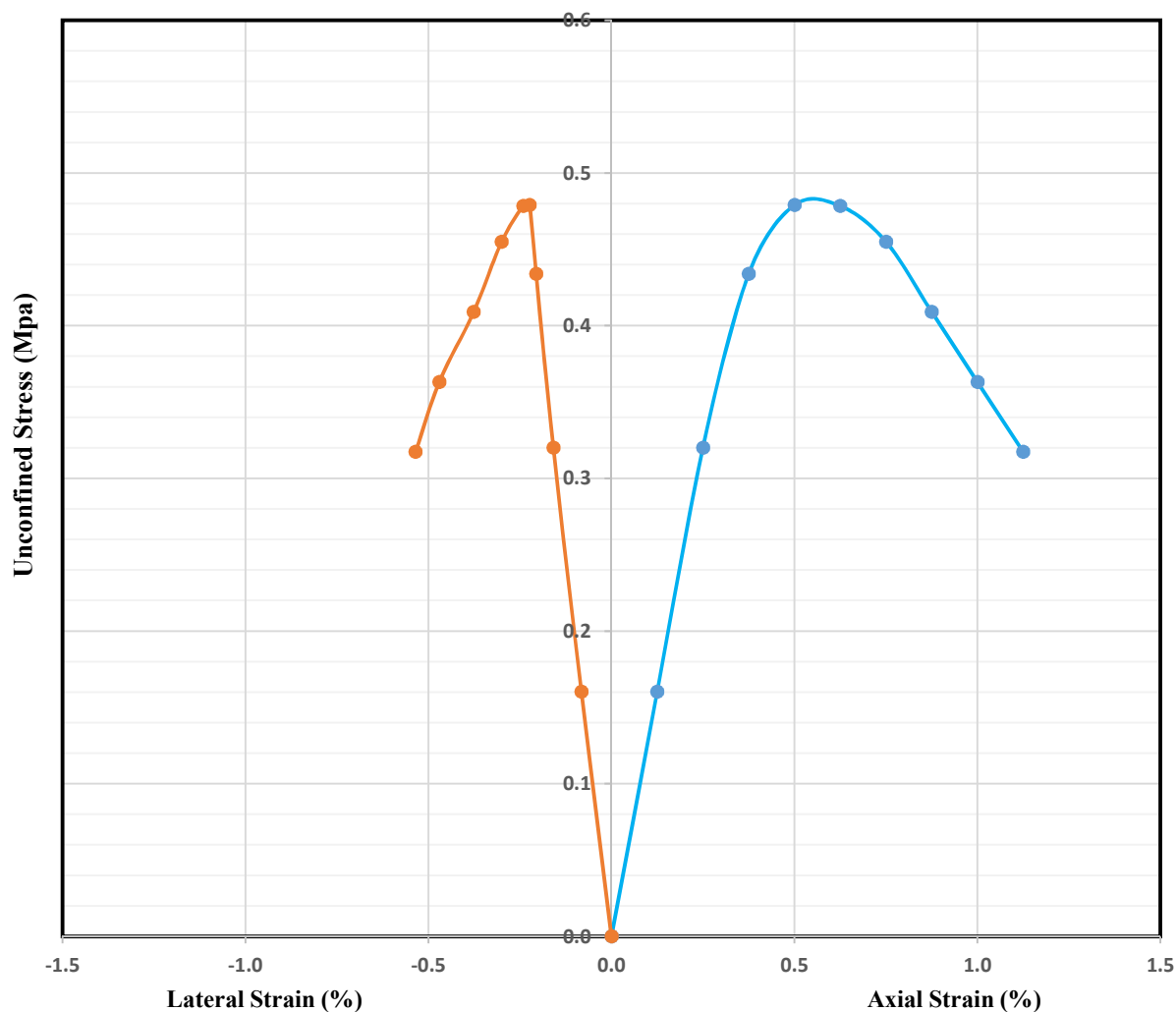


| Sample Specification |         | Initial Condition                  |       |
|----------------------|---------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-3 | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 19.82 |
| Depth (m):           | 1.5-2.0 | Dry Density (kN/m <sup>3</sup>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

| Test Results                          |     |
|---------------------------------------|-----|
| Unconfined Compressive Strength(MPa): | 0.6 |

# Uniaxial Compression Test

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



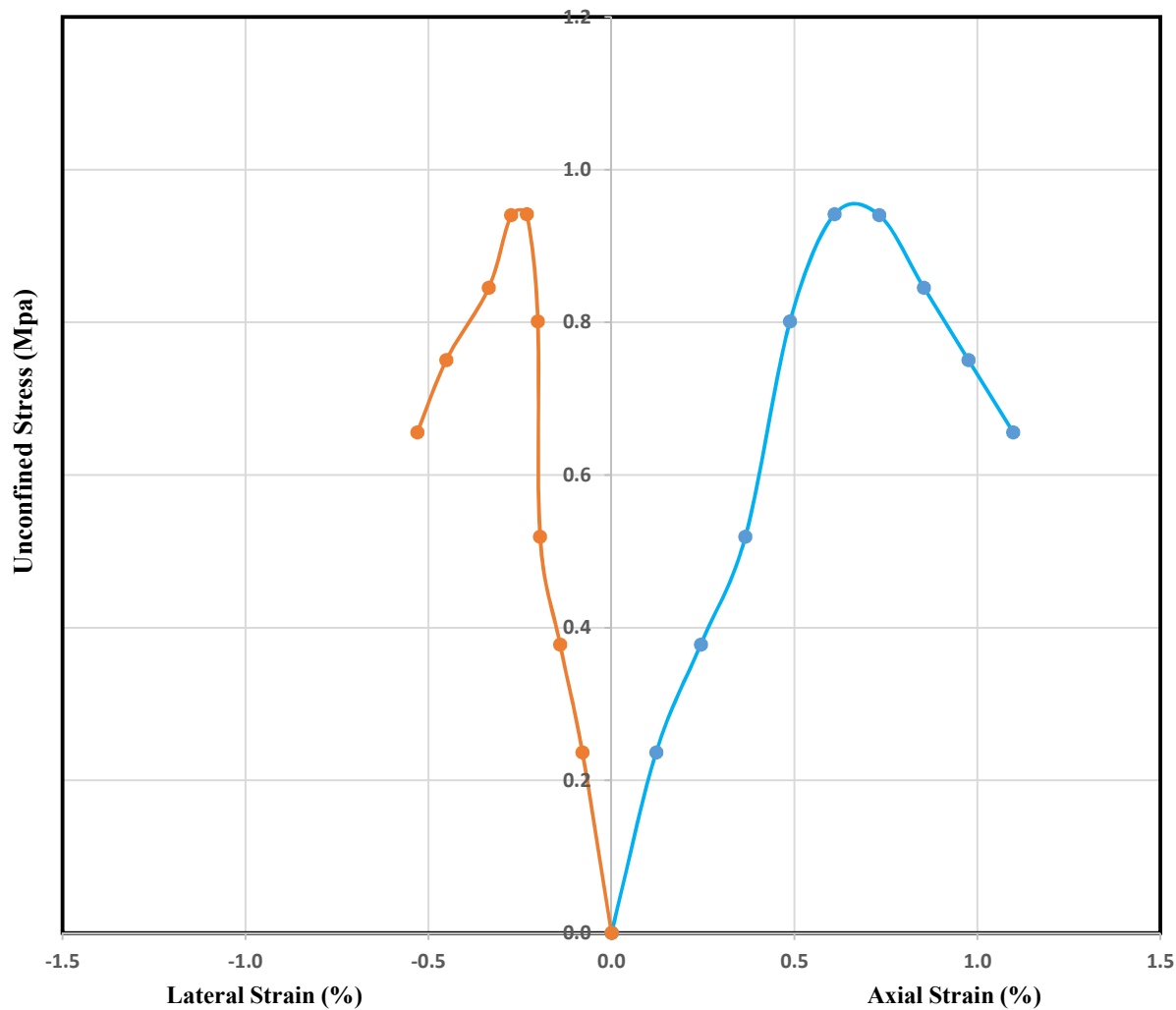
| Sample Specification |          | Initial Condition                  |       |
|----------------------|----------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-4  | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 19.84 |
| Depth (m):           | 2.45-2.7 | Dry Density (kN/m <sup>3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

| Test Results                          |     |
|---------------------------------------|-----|
| Unconfined Compressive Strength(MPa): | 0.5 |



# Uniaxial Compression Test

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



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

| Test Results                          |     |
|---------------------------------------|-----|
| Unconfined Compressive Strength(MPa): | 0.9 |

پیوست ۴-۵

آزمایش بار نقطه ای

## Point Load Test Result

Project Name:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

Client :



Project No.:

589

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

Note:

$$D_e = 4A / \pi$$

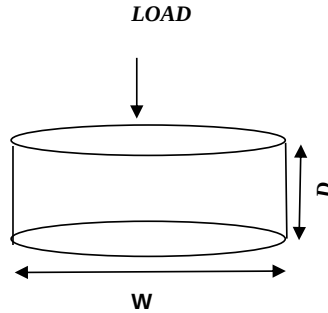
$$A = WD$$

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

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

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

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



پیوست ۴-۶

آزمایش شیمیایی



## Chemical Test -W018S Soil

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

پیوست ۴-۷

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون یک

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

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون دو

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

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون سه

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

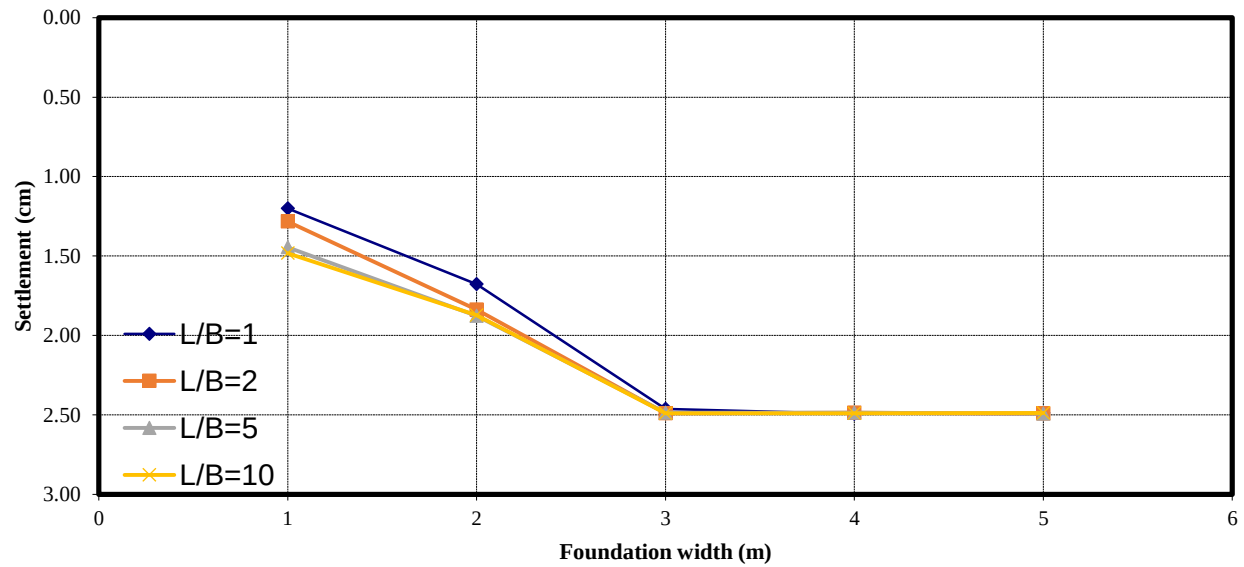
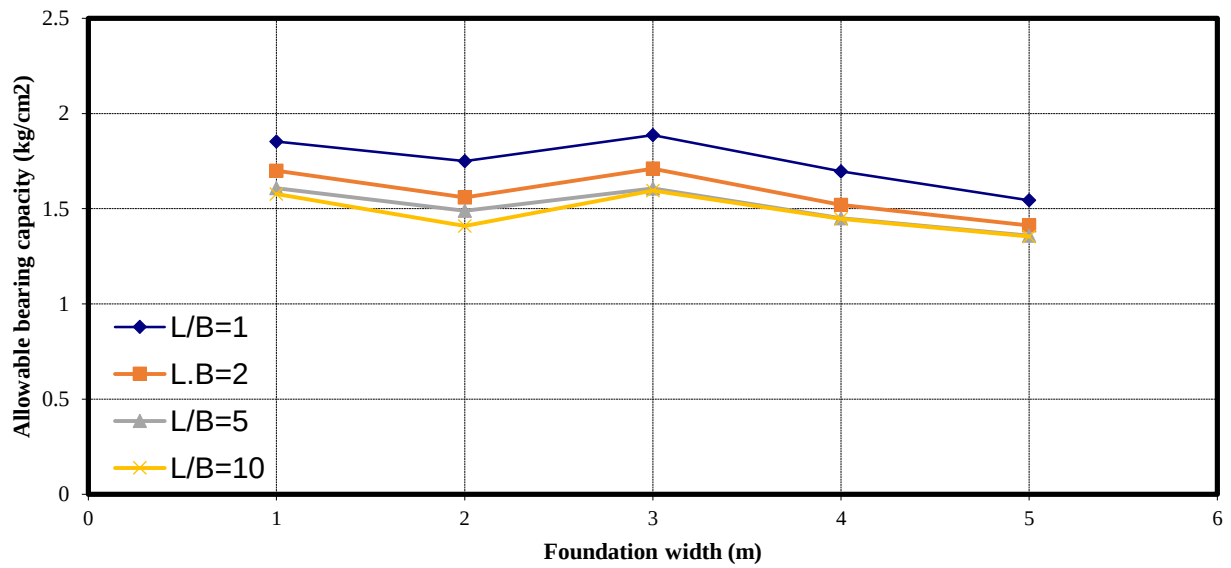


## پیوست ۵

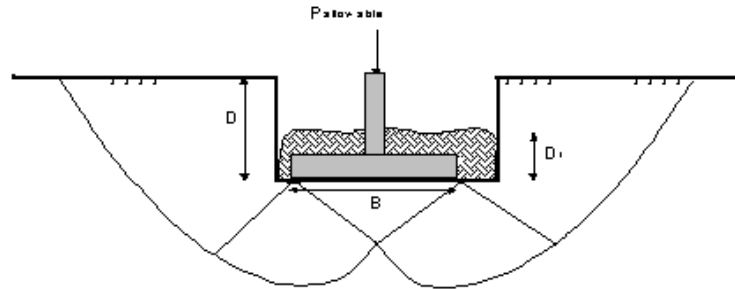
ظرفیت باربری پی های سطحی،

ضریب عکس العمل بستر و ضرایب فشار جانبی خاک

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



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

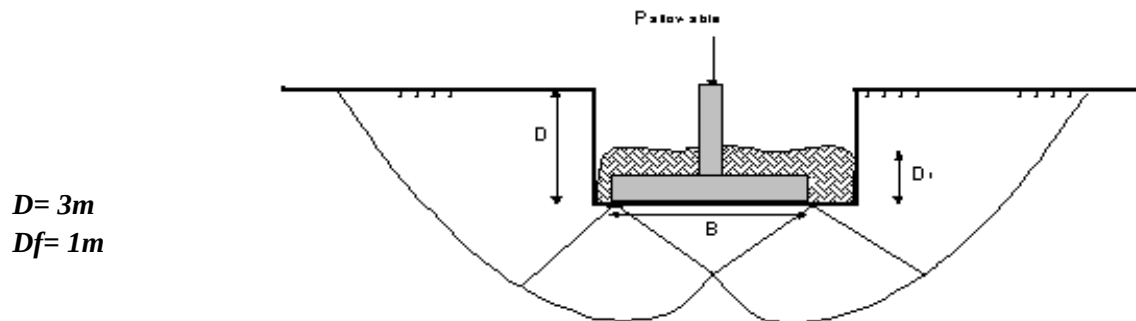
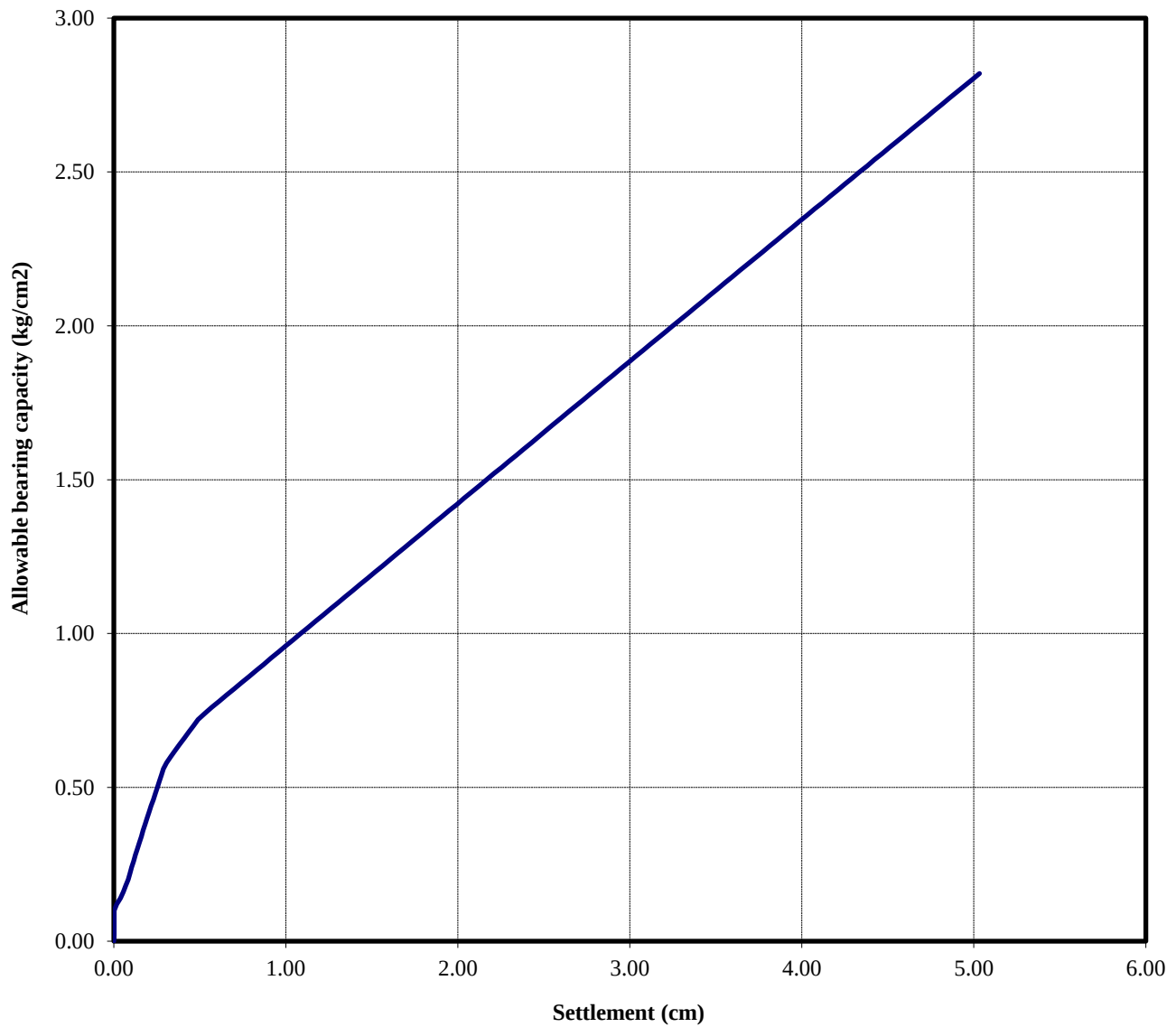


**Notes:**

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

$D_f$  : Depth of footing embedment

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



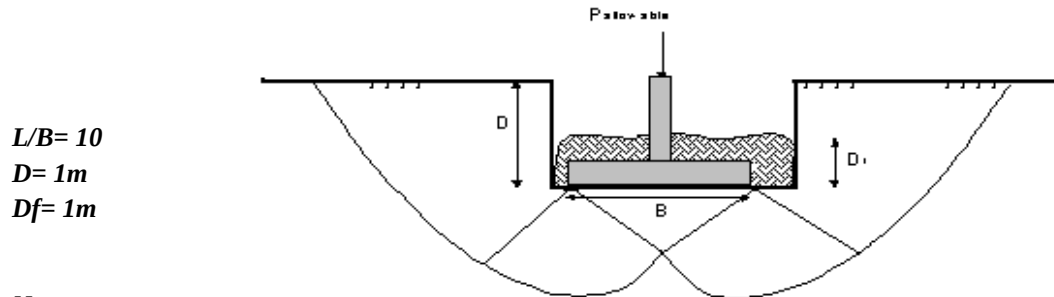
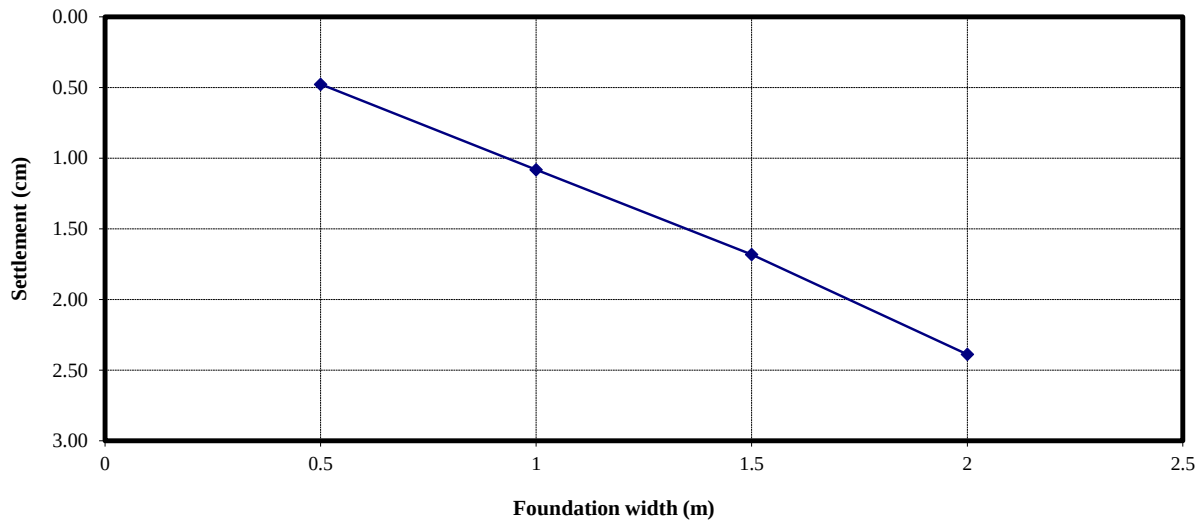
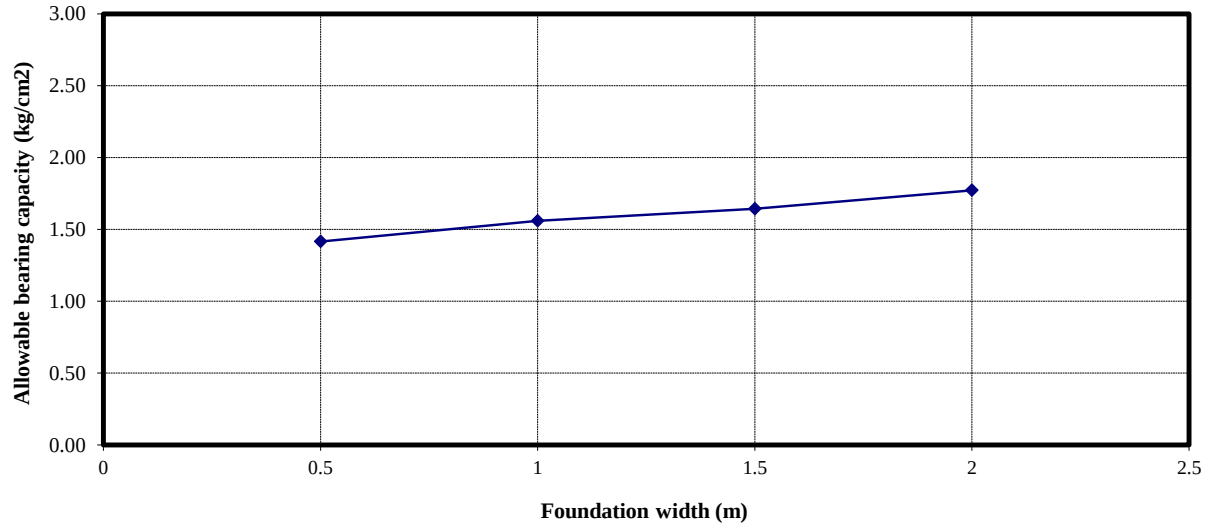
$D = 3m$   
 $D_f = 1m$

**Notes:**

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

$D_f$  : Depth of footing embedment

## Strip Foundation (Zone II)-W-018S



$L/B = 10$

$D = 1m$

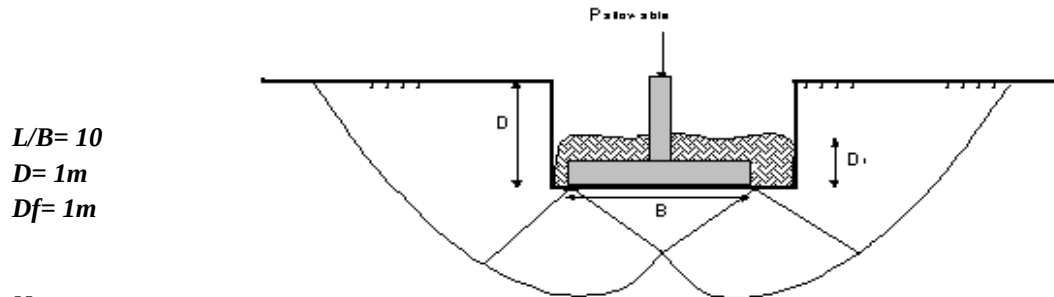
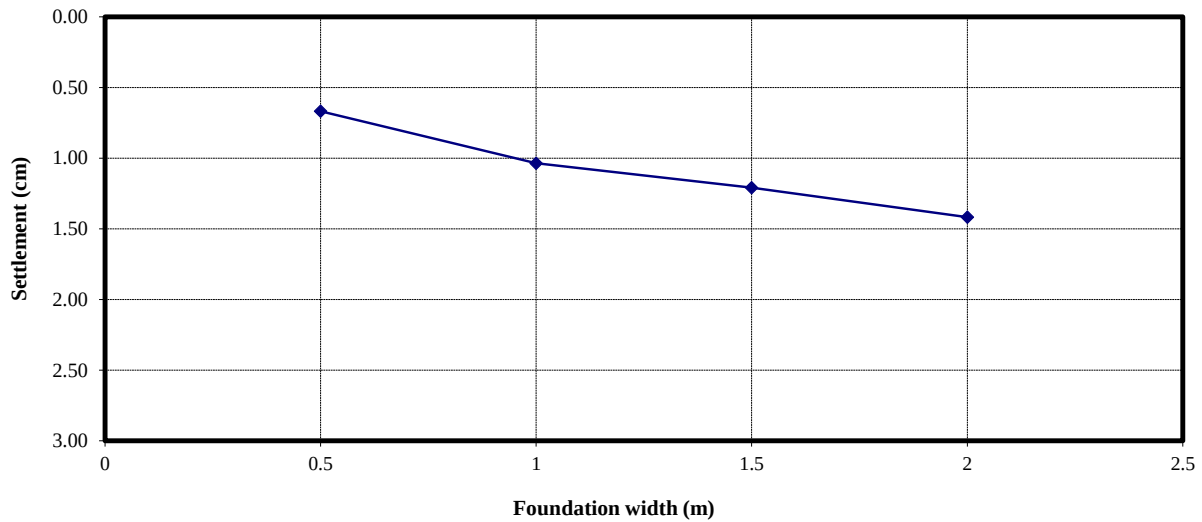
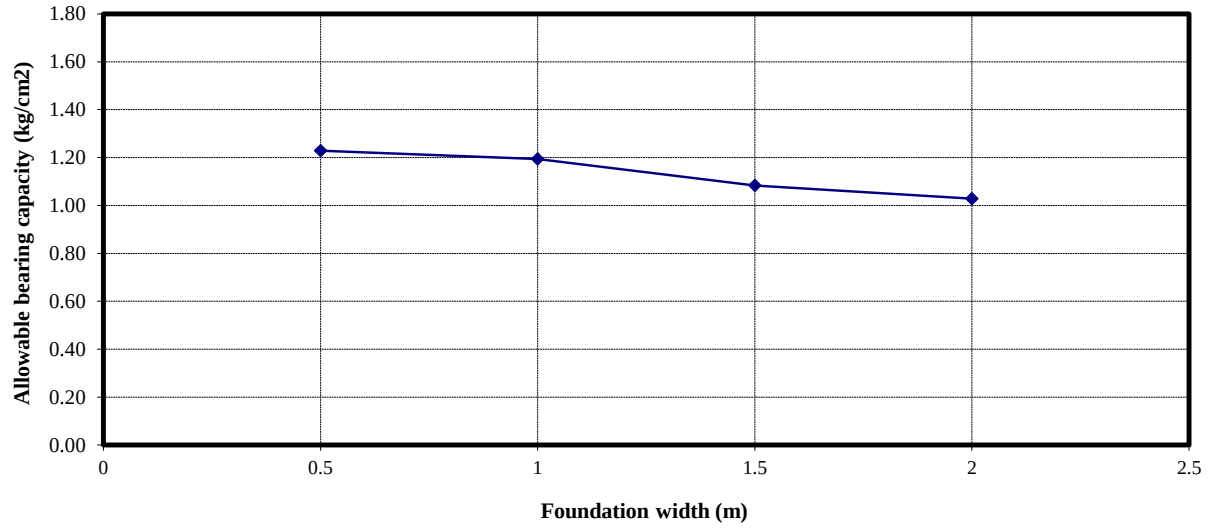
$D_f = 1m$

**Notes:**

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

$D_f$  : Depth of footing embedment

## Strip Foundation (Zone III)-W-018S



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

**Notes:**

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

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

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

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

| ابعاد پی<br>گسترده (m) | عمق استقرار<br>(m) | میزان نشست<br>(cm) | مدول عکس العمل بستر $(kg/cm^3)$ Zone I |        |        |
|------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------------|--------|--------|
|                        |                    |                    | گوشه پی                                | لبه پی | وسط پی |
| 12×20                  | 3.0                | 5                  | 2.24                                   | 1.12   | 0.56   |

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

| عرض پی (m) | مدول عکس العمل بستر $(kg/cm^3)$<br>$L/B=10, D=1 m$ |          |
|------------|----------------------------------------------------|----------|
|            | Zone II                                            | Zone III |
|            |                                                    |          |
| 0.5        | 2.97                                               | 1.84     |
| 1.0        | 1.44                                               | 1.15     |
| 1.5        | 0.98                                               | 0.90     |
| 2.0        | 0.74                                               | 0.73     |

ضرایب فشار جانبی برای لایه‌های خاک طبیعی

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

## ۱- مقدمه

میدان نفتی بینک از میدان‌های نفتی ایران است، میدان بینک در سال ۱۳۲۸ توسط شرکت اکتشاف و تولید نفت ایران کشف شد و بهره‌برداری از آن در سال ۱۳۴۶ آغاز گردید. حجم ذخیره درجای نفت خام این میدان در حدود ۲ میلیارد و ۸۹۰ میلیون بشکه برآورد می‌شود.

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

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

شرح کار پروژه:

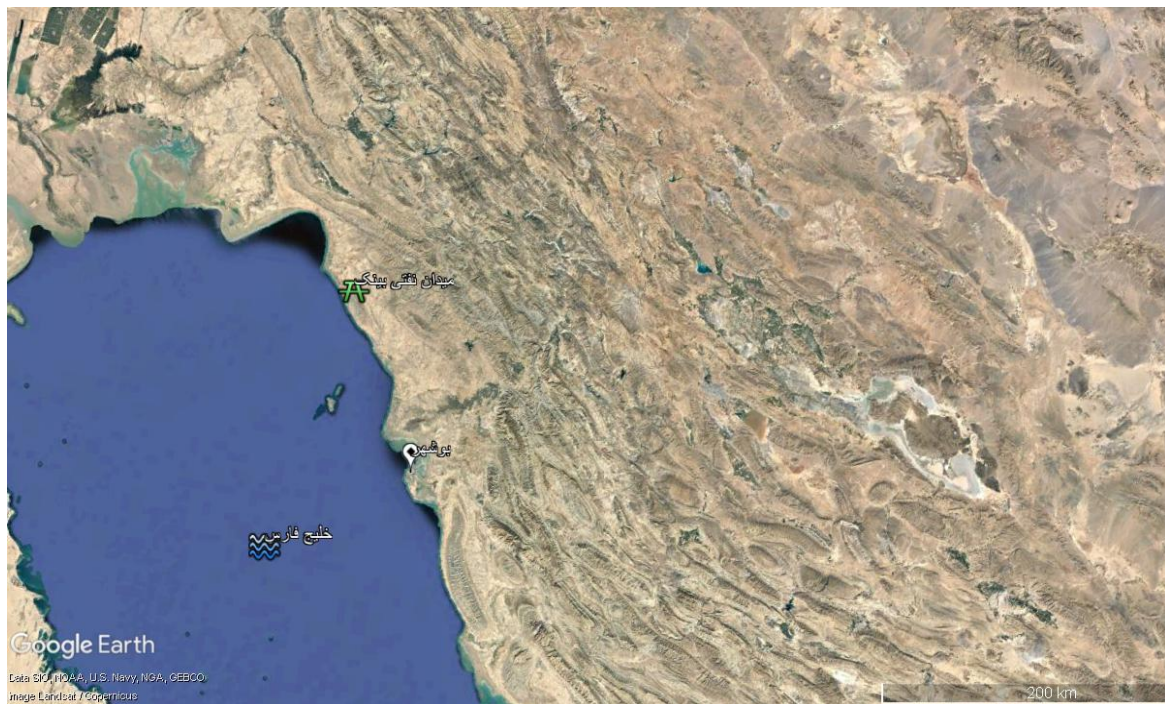
• احداث جاده دسترسی و احداث محل چاه ۶ حلقه چاه جدید در مخازن بنگستان و آسماری

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

## ۲- موقعیت جغرافیایی

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





تصویر ۱: موقعیت جغرافیایی میدان نفتی بینک

### ۳- هدف مطالعات

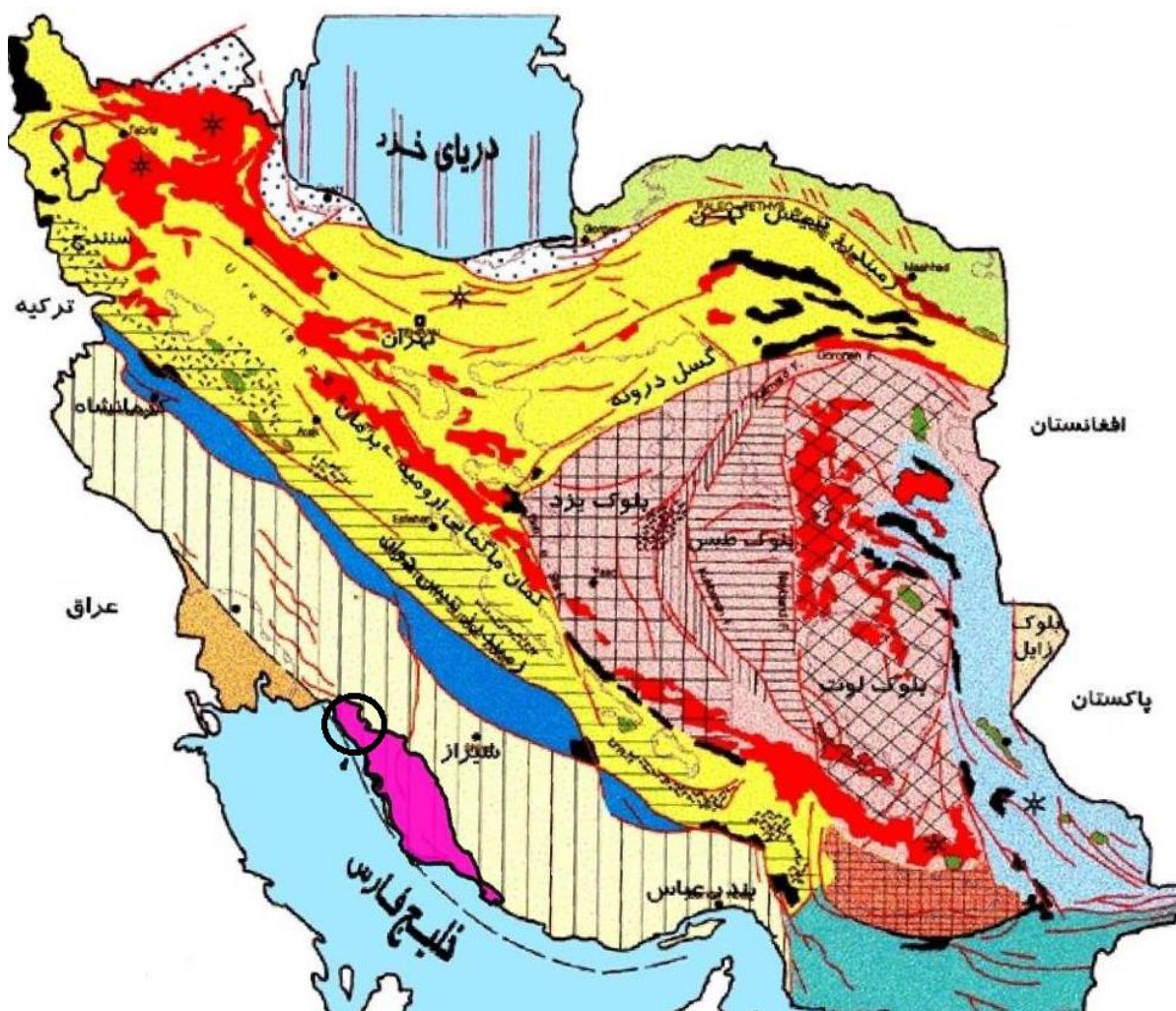
یکی از مهمترین مشکلات قراردادی در ساخت سازه در سنگ مسئله تغییر شرایط زمین در مسیر پروژه در حین سنگبرداری است. به منظور غلبه بر این مشکل در فهرست بهای راه و باند، بهره‌گیری از طبقه‌بندی شاخص مقاومت زمین‌شناسی (GSI) تاکید شده است. بر اساس فهرست بهای راه و باند (عملیات خاکی با ماشین) برای تعیین انواع زمین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

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

### ۴- موقعیت زمین‌شناسی

استان ساحلی بوشهر، متعلق به زون زاگرس و زیر پهنه زاگرس چین‌خورده می‌باشد. زون زاگرس به سه ناحیه تقسیم می‌شود و بیشترین رسوبات دیده شده در آن متعلق به زاگرس چین‌خورده می‌باشد. زاگرس چین‌خورده در جنوب غربی ایران واقع شده است و پهنای آن در حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر تخمین زده می‌شود. دارای روند تقریباً شمال غربی - جنوب شرقی است و در آن رسوبات پالئوزوئیک، مزوزوئیک و ترسیر بطور هم شیب قرار دارند. در اینفرا کامبرین تا تریاس رسوبات دیده شده در این ناحیه مشابه ایران مرکزی و البرز می‌باشد. در اوایل پرمین بوسیله رسوبات تبخیری قاره‌ای زاگرس پوشیده شده که بعداً رسوبات آهکی مربوط به دریای کم عمق همراه با شیل و رخساره‌های کولابی تا تریاس میانی در آن گذاشته شده است. در تصور ۲ موقعیت زمین‌شناسی محل پروژه نشان داده شده است.





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

## ۵- سازند آغاچاری

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

محدوده استان فارس بطور غالب از جنس ماسه سنگ آهک دار قهوه ای مایل به خاکستری و کمی هوازده، ژئوپس حفره دار، مارن قرمز و سیلتستون بوده و گسترش آن تقریباً در سراسر منطقه به چشم می‌خورد. در محدوده مطالعاتی میدان نفتی بینک، لیتولوژی این سازند غالباً از مارن های الوان (قرمز-سبز) با میان لایه های ماسه سنگی و سیلتستون تشکیل شده است.

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



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





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



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

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

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

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

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

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

الف-ویژگی‌های مهندسی سنگ بکر

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

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

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

۱- شکل هندسی بلوک‌های سنگی (ساختار توده سنگ)

۲- شرایط سطحی ناپیوستگی‌ها

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

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

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

• ۲- شرایط کیفی سطح ناپیوستگی‌ها

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

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

## ۱- شرایط کیفی ساختاری

شرایط کیفی ساختاری بر اساس فاصله‌داری (Spacing)، شکل بلوک (Block shape)، بهم‌قفل شدگی (Interlocking) بلوک‌ها و میزان بهم‌ریختگی (Distubing) ساختاری به ۶ رده زیر قابل تفکیک هستند (Singh & Goel, 2011):

### ۱- سنگ بکر و توده‌ای (Intact/Massive):

سنگ بکر یا توده‌ای دارای ناپیوستگی‌های پراکنده با فاصله‌داری زیاد  $\text{Spacing} > 100\text{cm}$

### ۲- بلوکی (Blocky):

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

### ۳- بسیار بلوکی (Very blocky):

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

### ۴- بلوکی چین‌خورده (Blocky/Folded):

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

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

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

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

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



## ۲- شرایط کیفی سطح ناپیوستگیها

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

۱- ناهمواری و زبری

۲- میزان هوازدگی

۳- پرشدگی

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

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

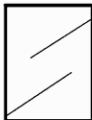
۲- خوب (Good): زبر، کمی هوازده، زنگزدگی با آهن

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

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

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

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

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

تصویر ۶: چارت شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI) بر اساس مشاهدات کیفی زمین شناسی

(Hoek, Marinos and Benissi, 1998)

## ۷- محاسبه GSI به روش کمی

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

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

$$SR = 79.8 - 17.5 \ln(Jv)$$

SR: امتیاز ساختار

Jv: فراوانی حجمی ناپیوستگی

به منظور برآورد امتیاز شرایط سطحی ناپیوستگی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$SCR = Rr + Rw + Rf$$

SCR: امتیاز شرایط سطحی ناپیوستگی

Rr: امتیاز زبری

Rw: امتیاز هوازدگی

Rf: امتیاز پرشدگی

در تصویر ۷ چارت تخمین و ارزیابی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش Sonmez & Ulusay, 2002 ارائه شده است

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

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

$$V_b = \frac{S_1 S_2 S_3}{\sin \gamma_1 \sin \gamma_2 \sin \gamma_3},$$

Vb: حجم بلوک

S1, S2, S3, ...: فاصله‌داری دسته ناپیوستگی ۱، ۲، ۳ و ...

γ1, γ2, γ3: زاویه بین ناپیوستگی‌ها

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

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

β: فاکتور شکل بلوک

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

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

J<sub>c</sub>: فاکتور شرایط درزه

J<sub>w</sub>: فاکتور موج‌داری سطح درزه

J<sub>s</sub>: فاکتور زبری سطح درزه

J<sub>A</sub>: فاکتور هوازدگی سطح درزه

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

### ۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009

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

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

V<sub>b</sub>: حجم بلوک

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

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

jC: فاکتور شرایط سطح درزه

JR: فاکتور زبری سطح درزه

JL: فاکتور طول درزه

JA: فاکتور هوازدگی سطح درزه

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

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

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

$$RQD/2$$

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

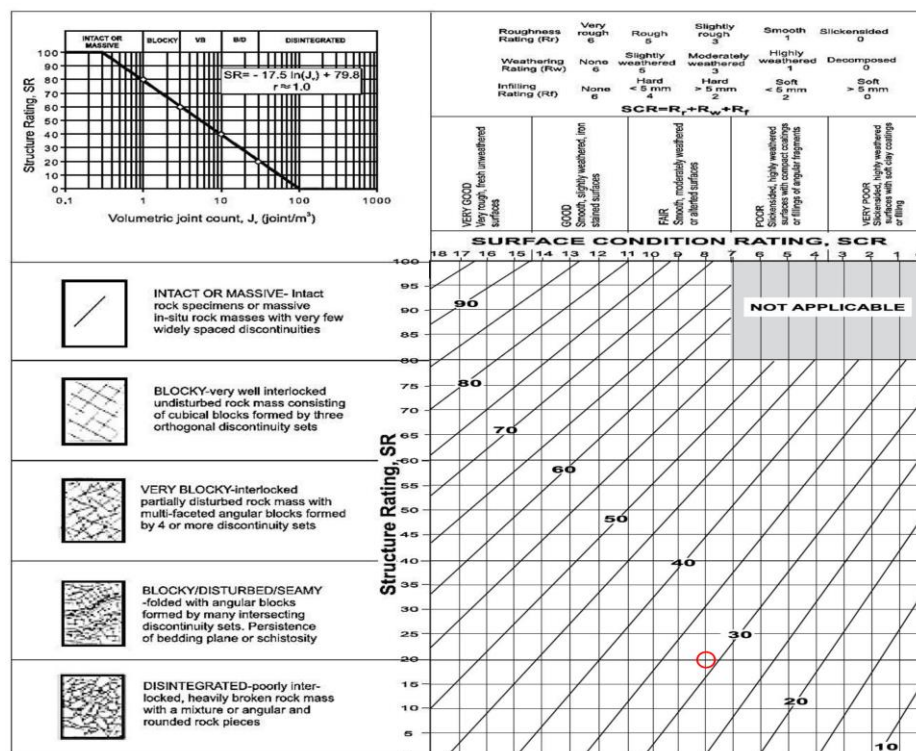
$$1.5 J_{cond}^{89}$$

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

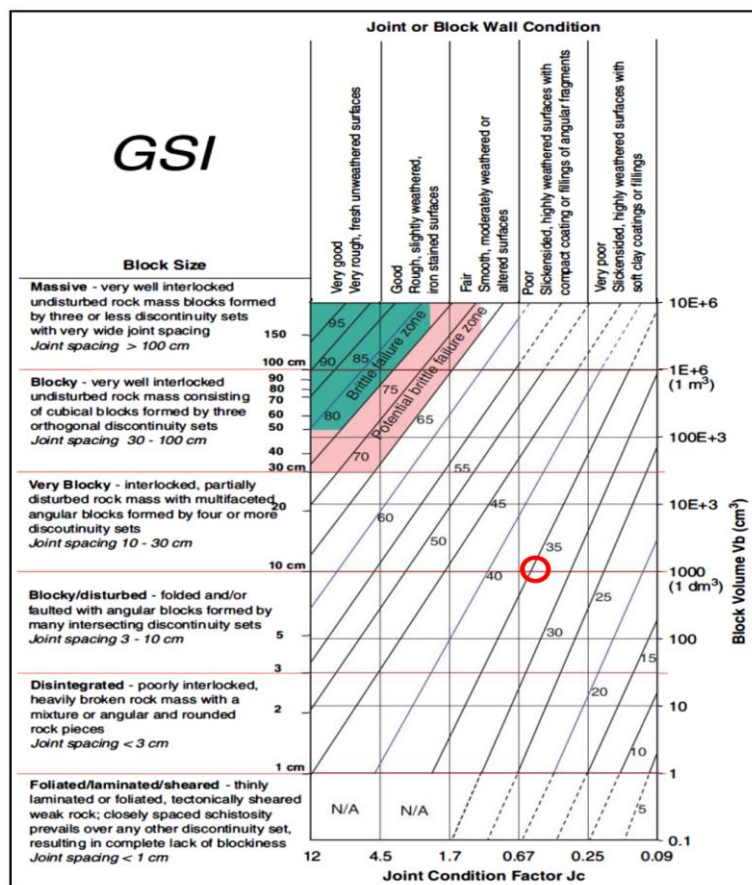
$J_{cond}^{89}$ : امتیاز شرایط سطح ناپیوستگی بر اساس  $RMR_{89}$

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

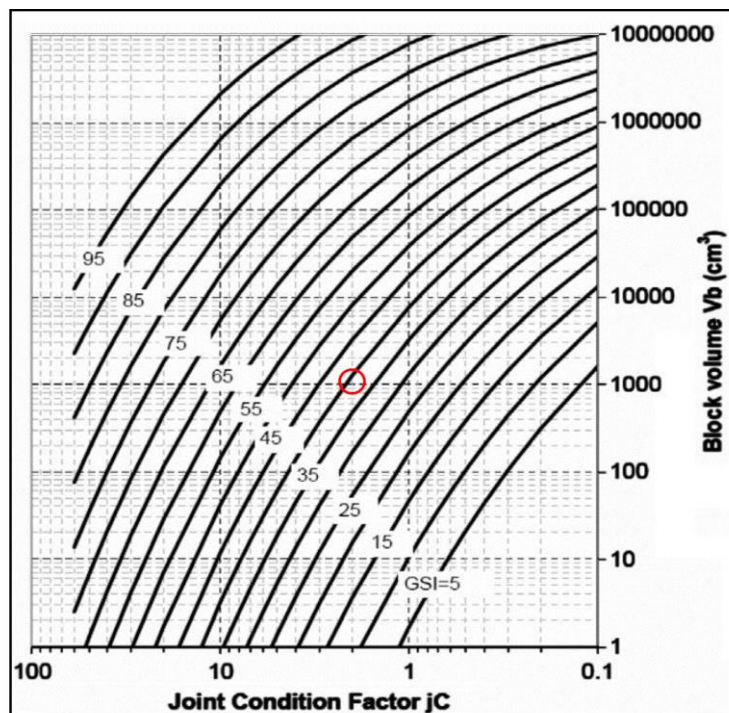
در تصویر ۱۰ چارت تخمین و ارزیابی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش Hoek et al, 2013 ارائه شده است.



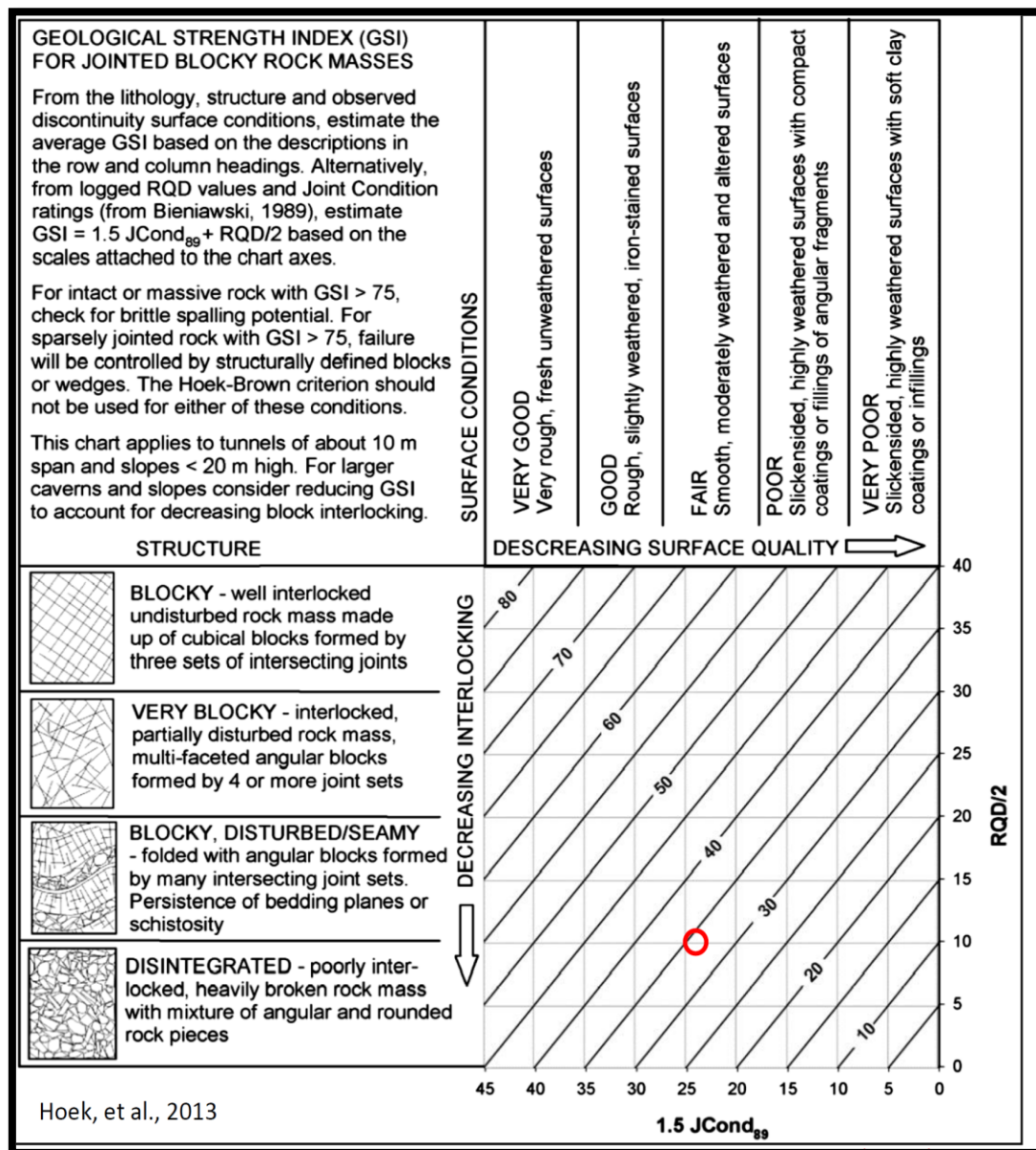
تصویر ۷: برآورد کمی GSI به روش Sonmez & Ulusay, 2002



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



تصویر ۹: برآورد کمی GSI به روش Russo, 2009



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



## ۸-۷-چاه نفتی W-18S

چاه نفتی W-18S بر روی سازند آگاجاری با لیتولوژی غالب مارن با لایه های ماسه سنگ تشکیل شده است. (تصویر ۷۷)

لذا در ادامه شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ های مارنی و لایه های ماسه سنگ به تفکیک برآورد و در انتها متوسط شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ های محل چاه نفتی W-18S محاسبه و ارائه شده است.

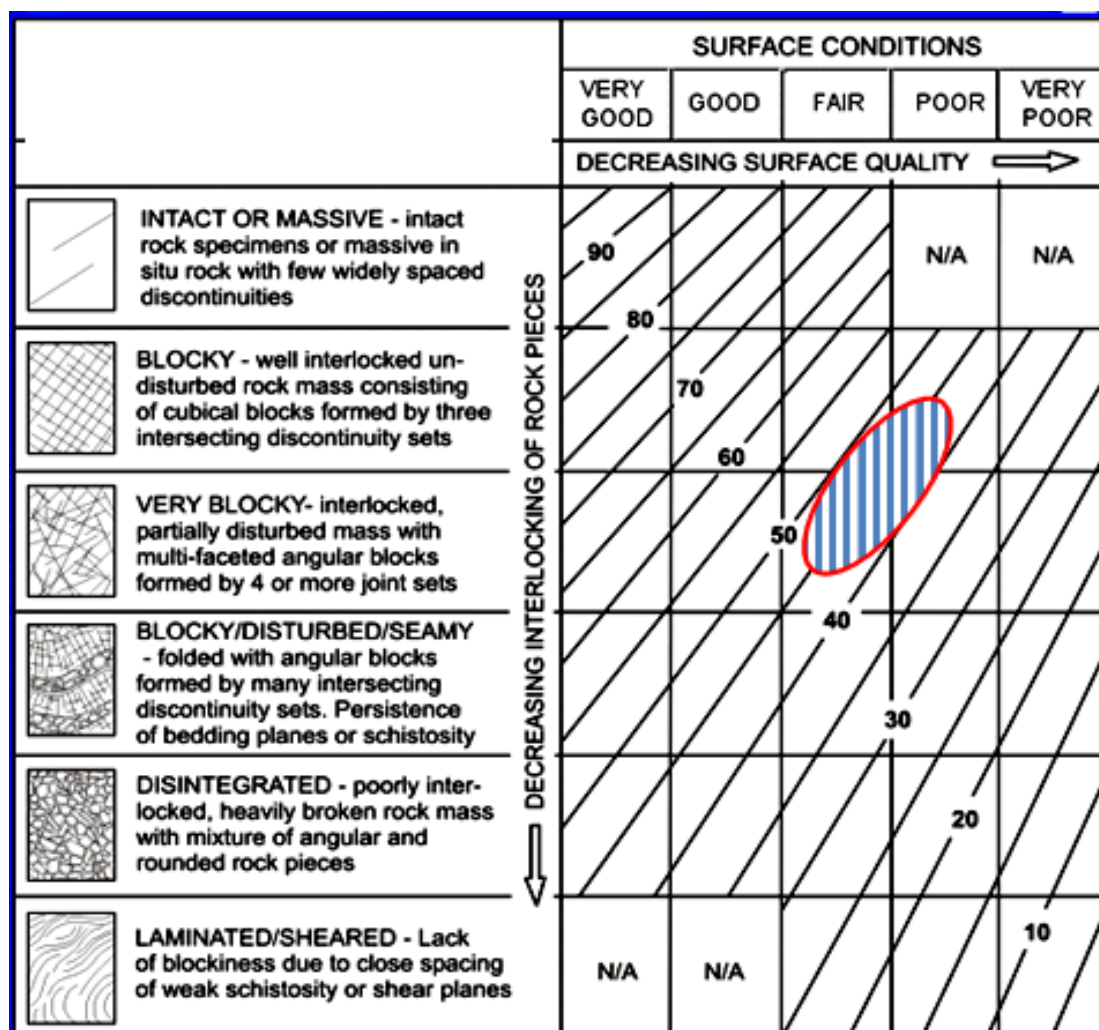


تصویر ۷۷: نمایی از لیتولوژی محدوده چاه نفتی W-18S

## ۸-۷-۱- لایه های مارنی

### الف- تعیین کیفی شاخص مقاومت زمین شناسی

بر اساس مشاهدات میدانی شاخص مقاومت زمین شناسی لایه های مارن به روش کیفی محل چاه نفت W-18S ، تخمین زده شده ست (تصویر ۷۸).



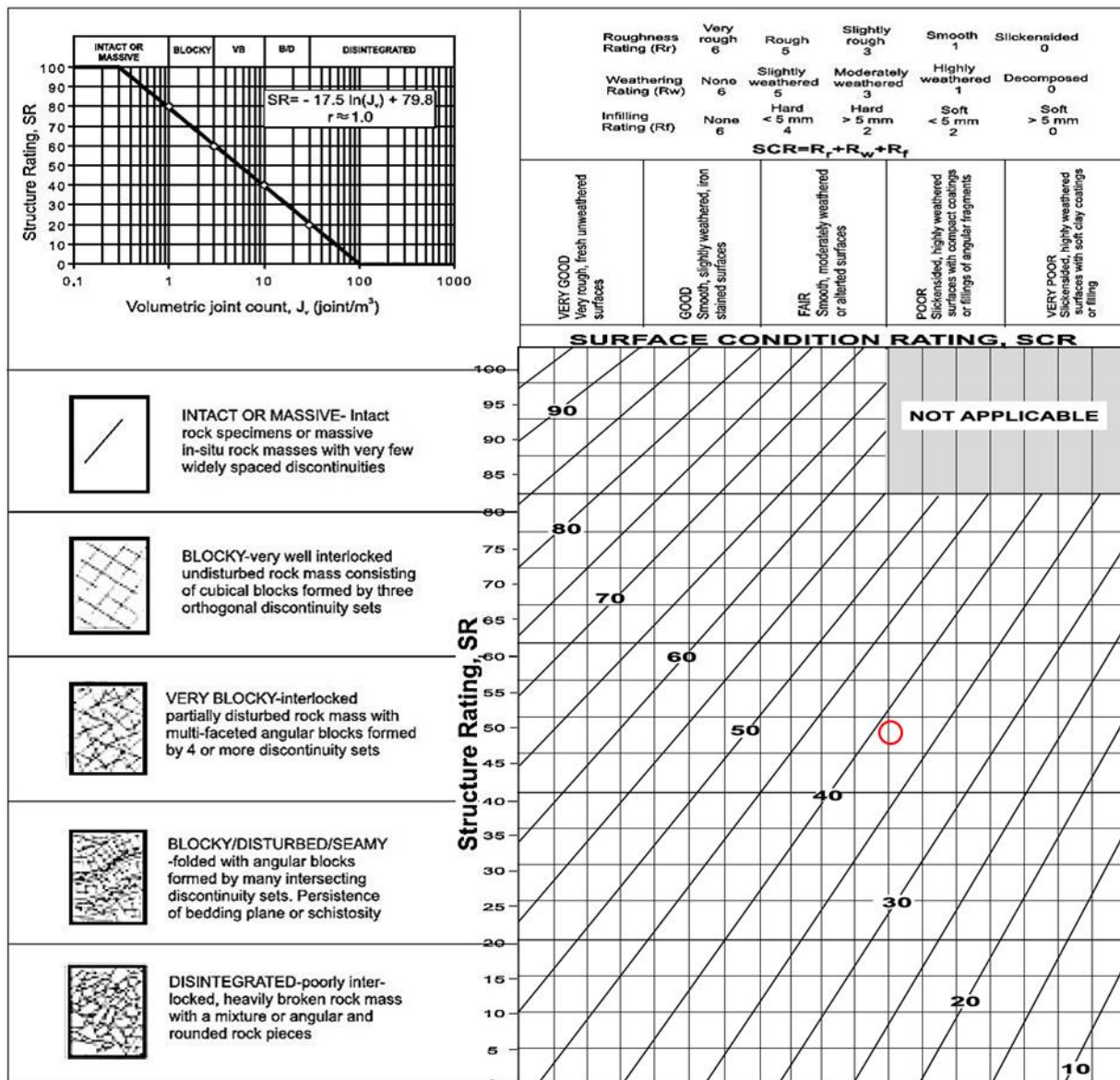
تصویر ۷۸ : شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگ مارنی چاه نفتی W-18S

## ب- محاسبه GSI به روش کمی

در ادامه برآورد کمی توده سنگ مارنی محل چاه نفتی W-18S بینک ارائه شده است:

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

بر اساس روش Sonmez & Ulusay, 2002 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-18S ،  $GSI=38$  برآورد شده است که در تصویر ۷۹ ارائه شده است.

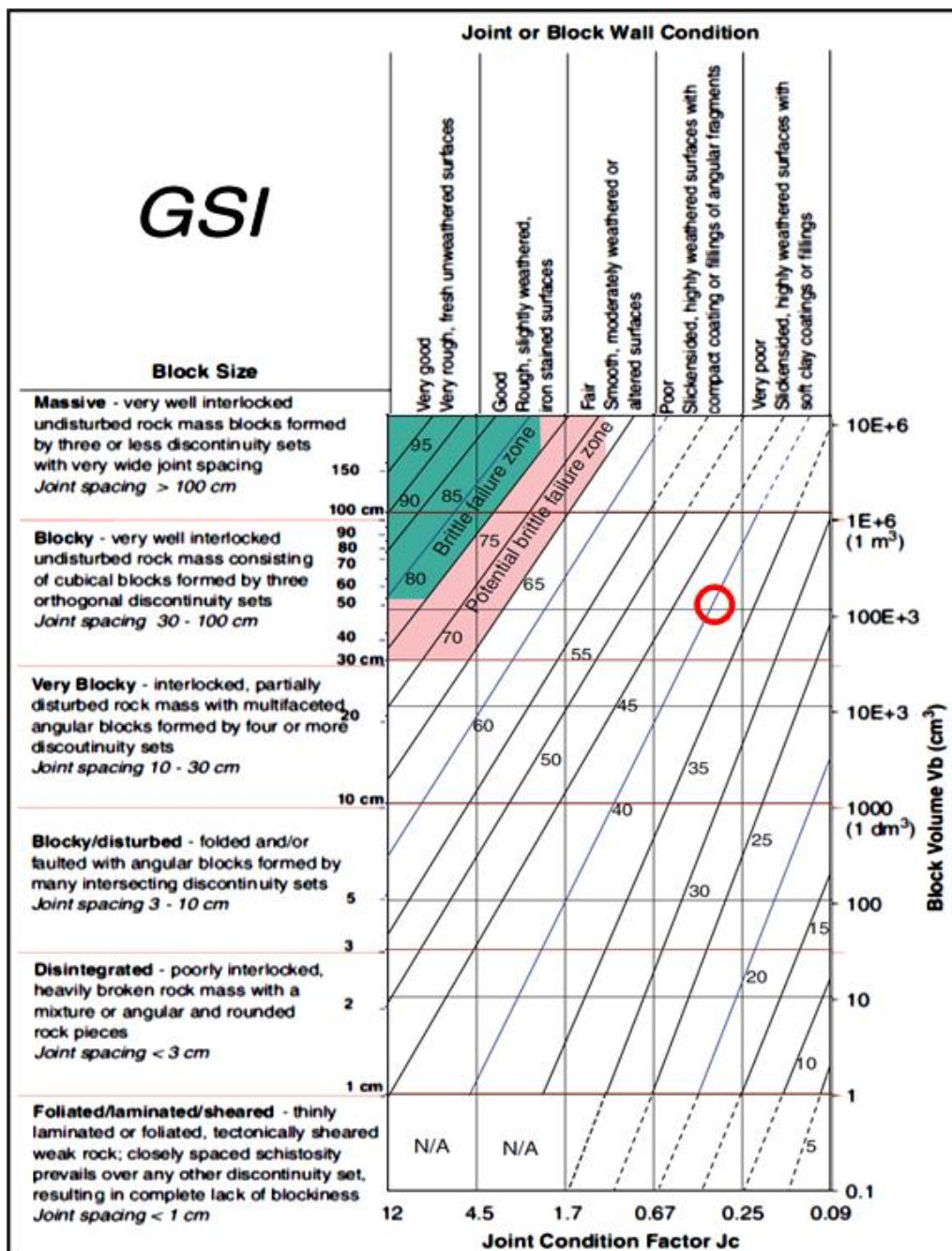


تصویر ۷۹: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-18S به روش Sonmez & Ulusay, 2002



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

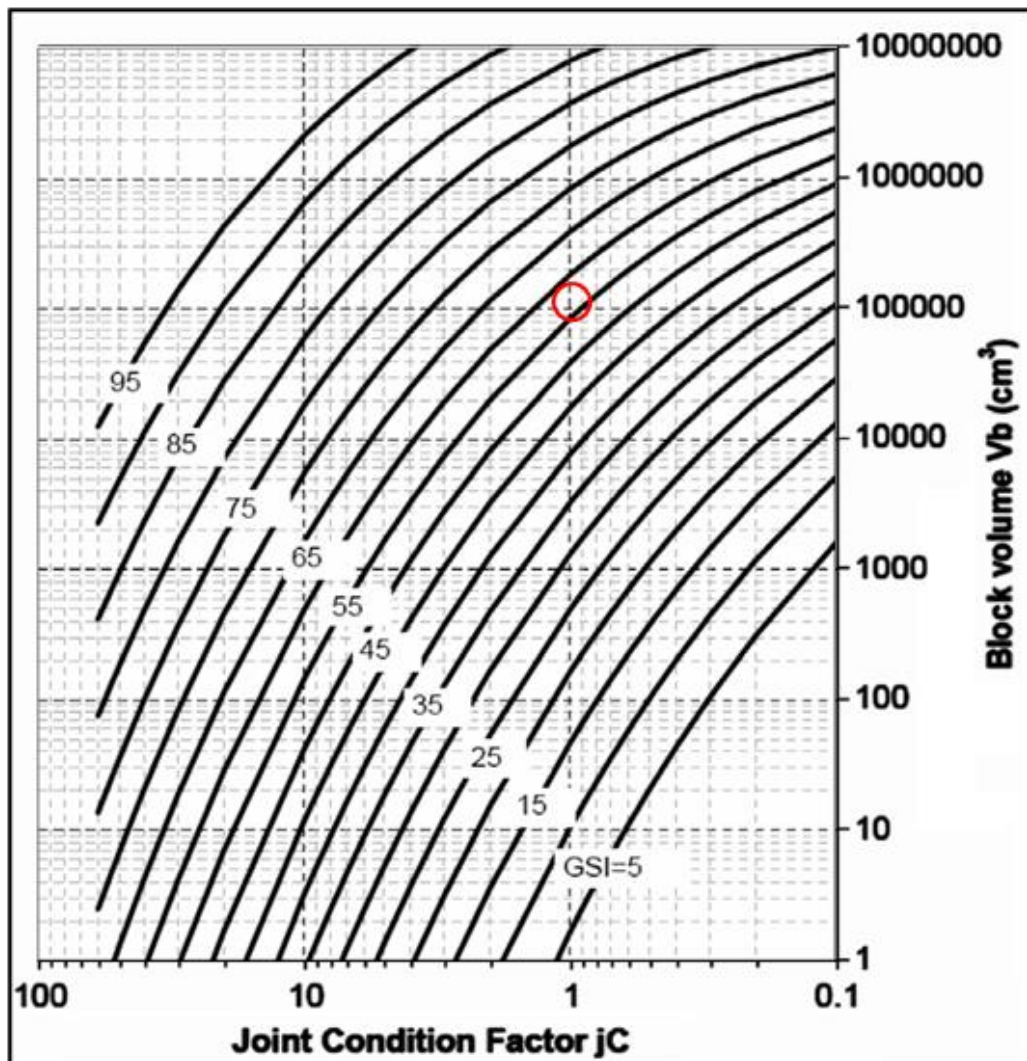
بر اساس روش Cai et al, 2004 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-18S ،  $GSI=40$  برآورد شده است که در تصویر ۸۰ ارائه شده است.



تصویر ۸۰: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-18S به روش Cai et al, 2004

**ب-۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009**

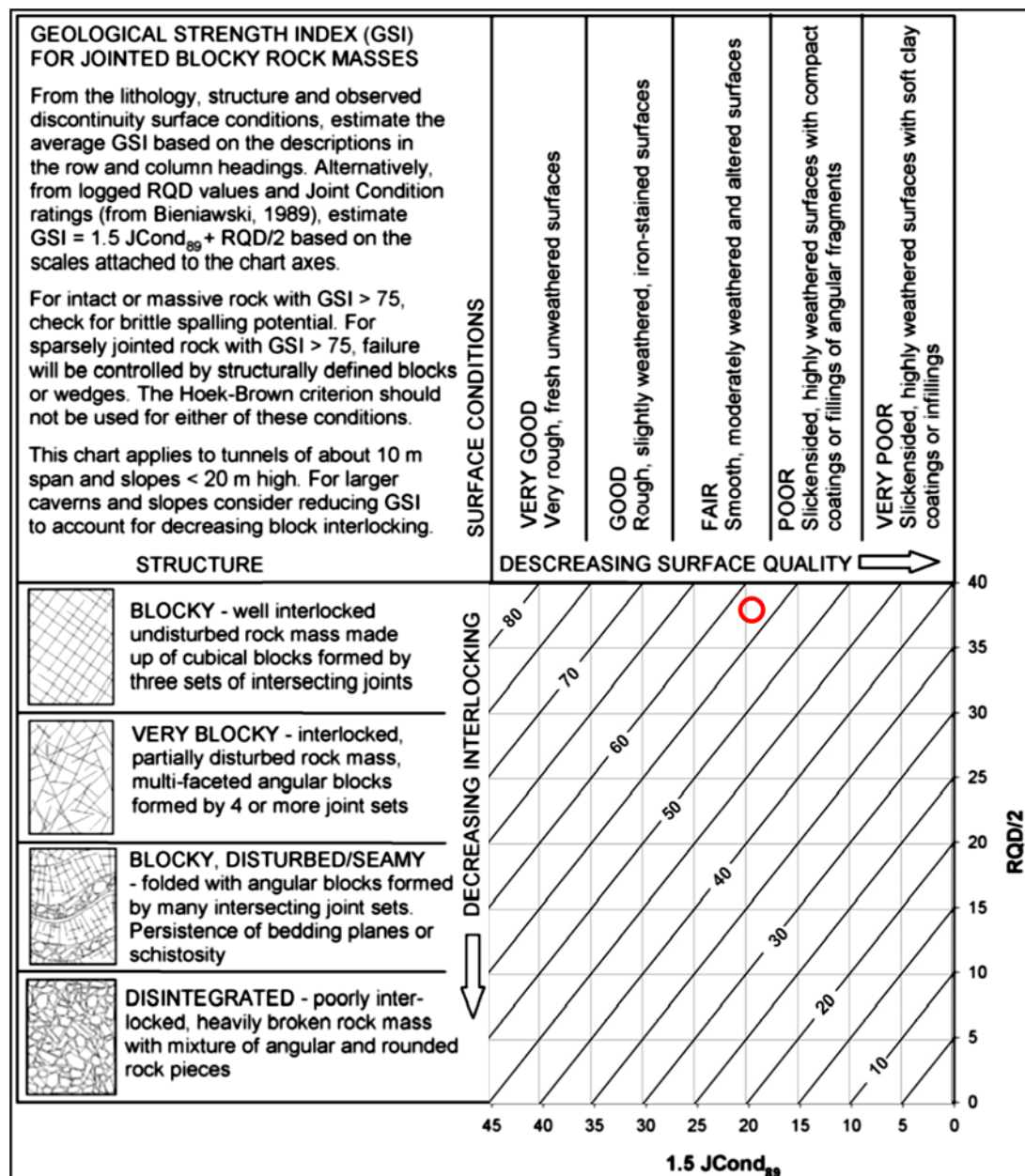
بر اساس روش Russo, 2009 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-18S ،  $GSI=57$  برآورد شده است که در تصویر ۸۱ ارائه شده است.



تصویر ۸۱: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-18S به روش Russo, 2009

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

بر اساس روش Hoek et al, 2013 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های مارنی چاه نفتی W-18S ،  $GSI=57$  برآورد شده است که در تصویر ۸۲ ارائه شده است.



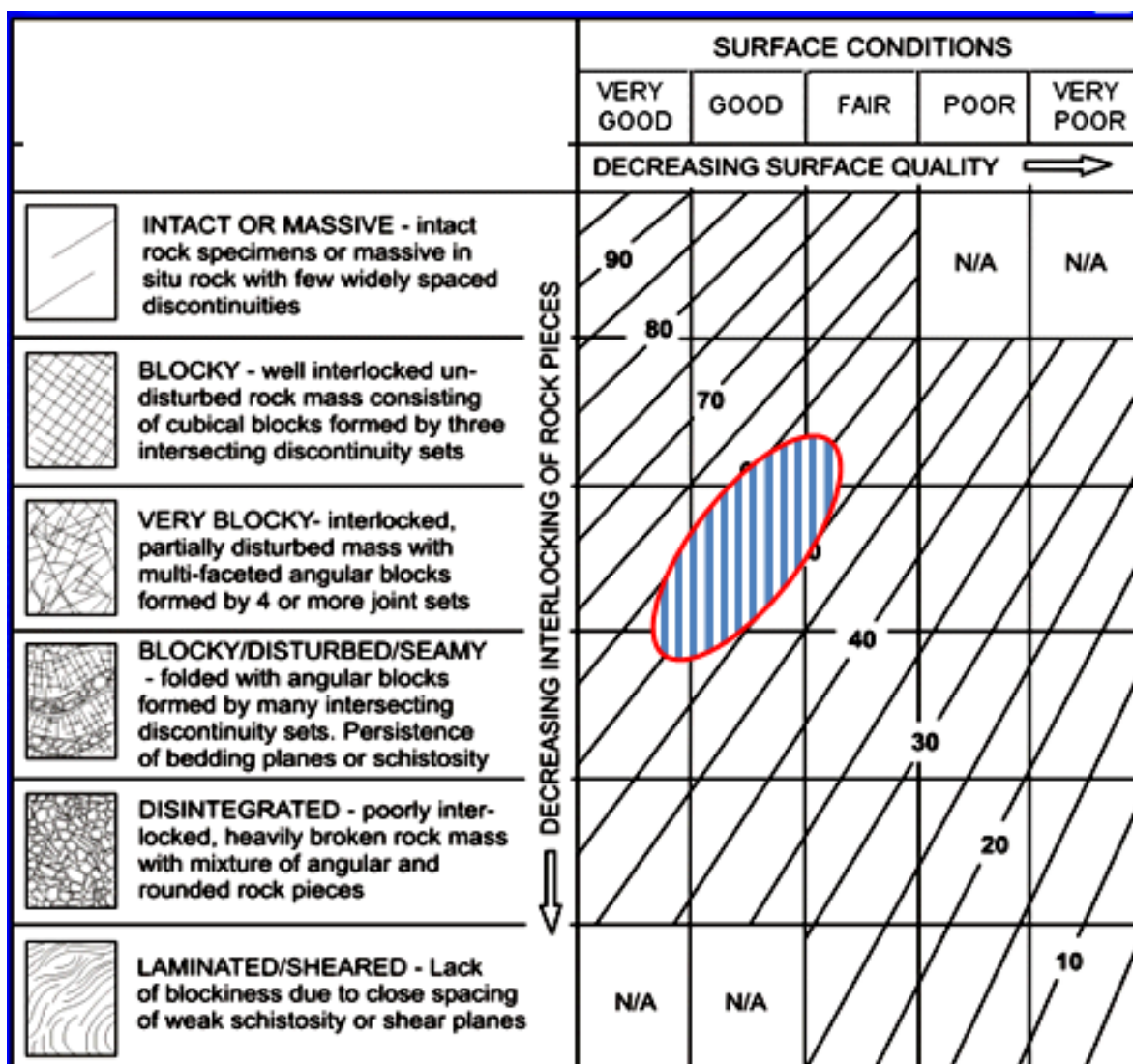
تصویر ۸۲: برآورد کمی GSI لایه های مارنی چاه نفتی W-18S به روش Hoek et al, 2013



## ۸-۵-۲- لایه های ماسه سنگ

### الف- تعیین کیفی شاخص مقاومت زمین شناسی

بر اساس مشاهدات میدانی شاخص مقاومت زمین شناسی به روش کیفی ماسه سنگ،  $GSI=50-60$  تخمین زده شده است (تصویر ۸۳).



تصویر ۸۳ : شاخص مقاومت زمین شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-18S

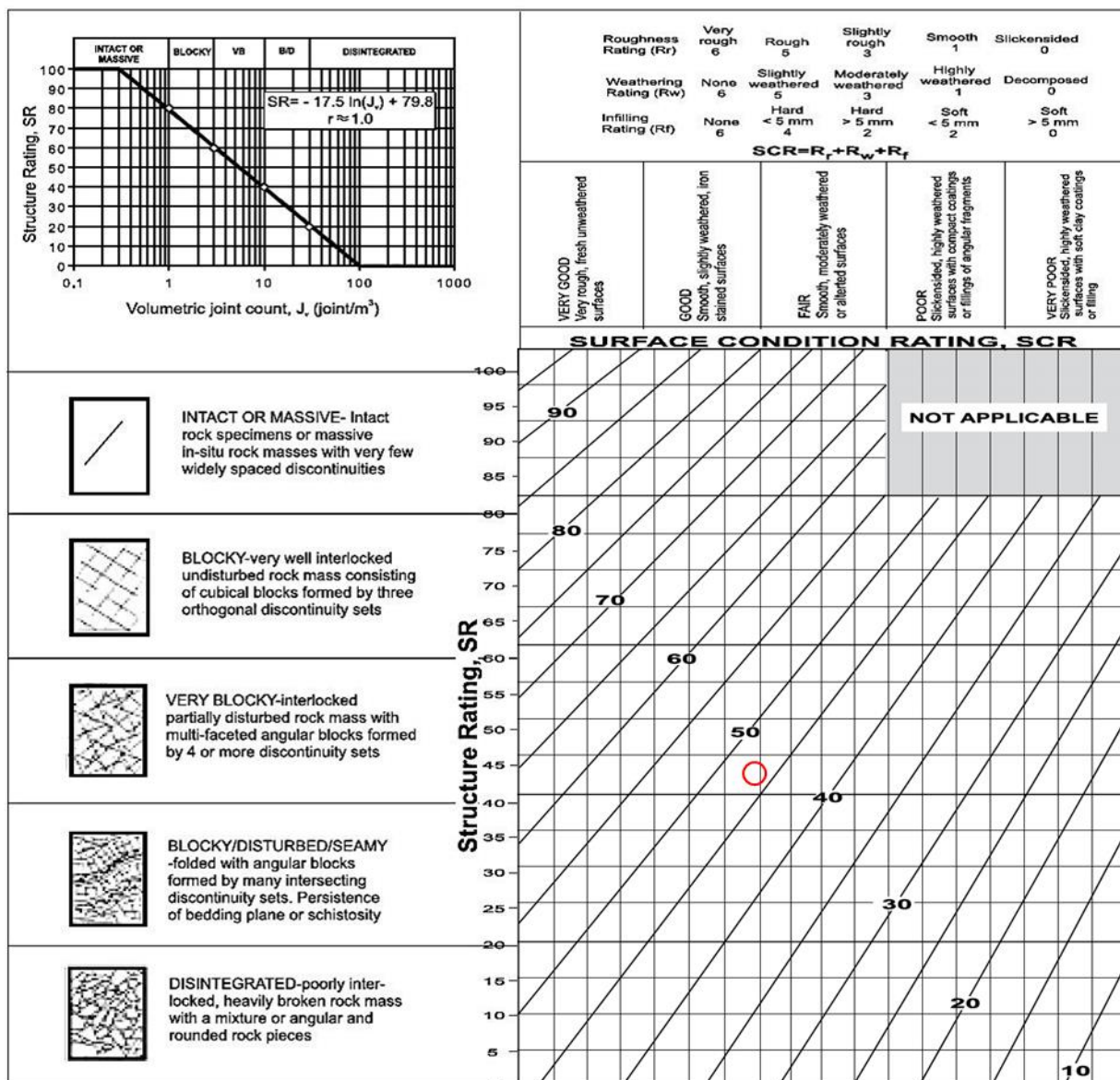


## ب- محاسبه GSI به روش کمی

در ادامه برآورد کمی لایه های ماسه سنگ محل چاه نفتی W-18S میدان نفتی بینک ارائه شده است:

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

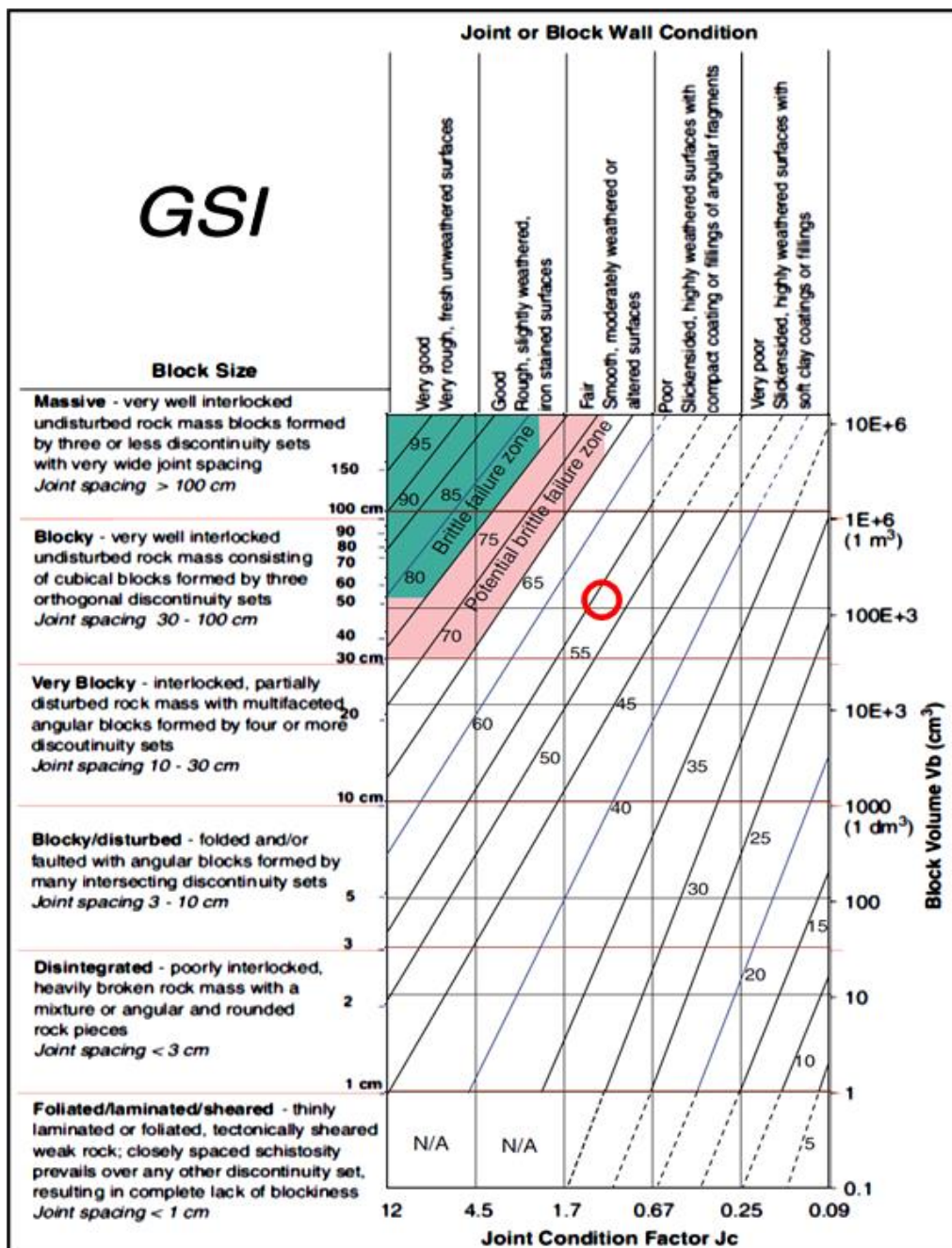
بر اساس روش Sonmez & Ulusay, 2002 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-18S ،  $GSI=47$  برآورد شده است که در تصویر ۸۴ ارائه شده است.



تصویر ۸۴: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-18S به روش Sonmez & Ulusay, 2002

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

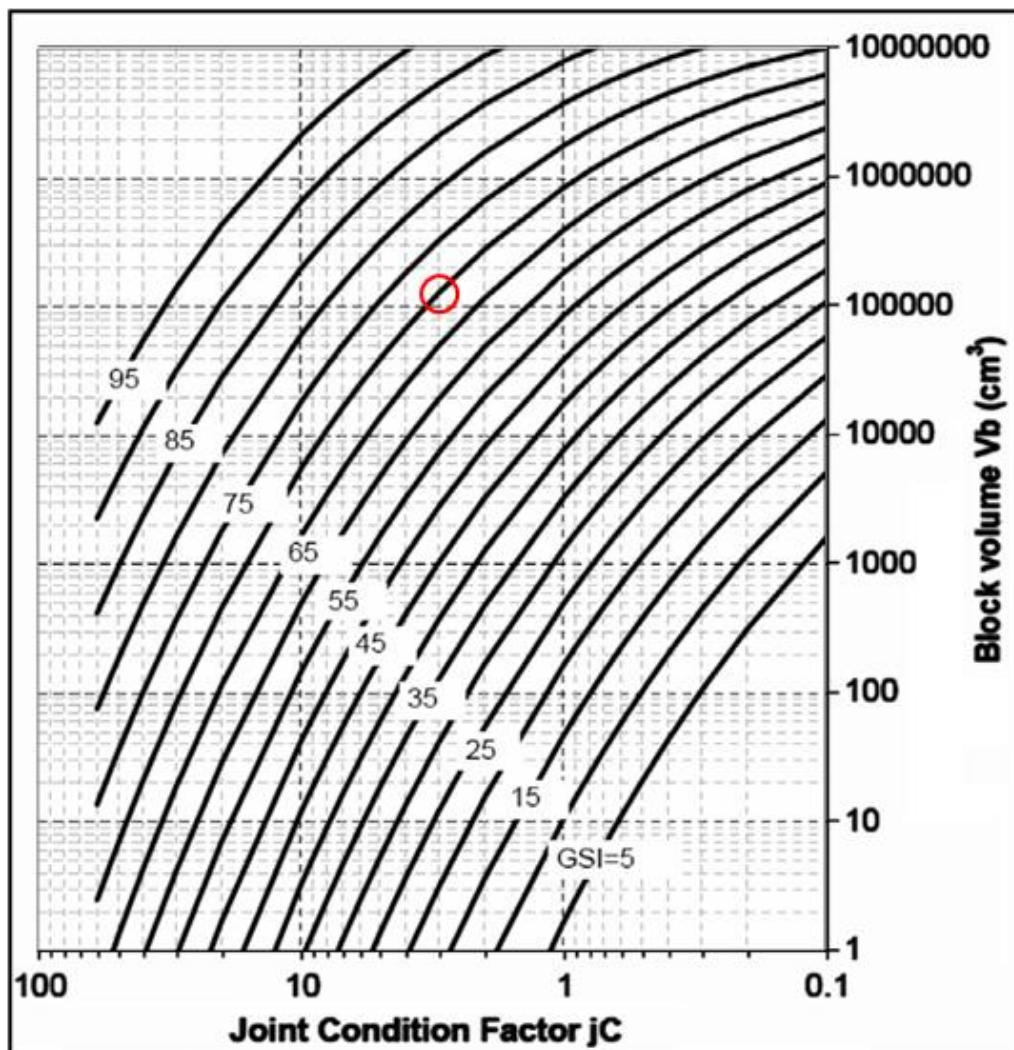
بر اساس روش Cai et al, 2004 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-18S ،  
GSI=55 برآورد شده است که در تصویر ۸۵ ارائه شده است.



تصویر ۸۵: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-18S به روش Cai et al, 2004

**ب-۳- محاسبه GSI بر اساس Russo, 2009**

بر اساس روش Russo, 2009 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-18S ،  
 GSI=70 برآورد شده است که در تصویر ۸۶ ارائه شده است.

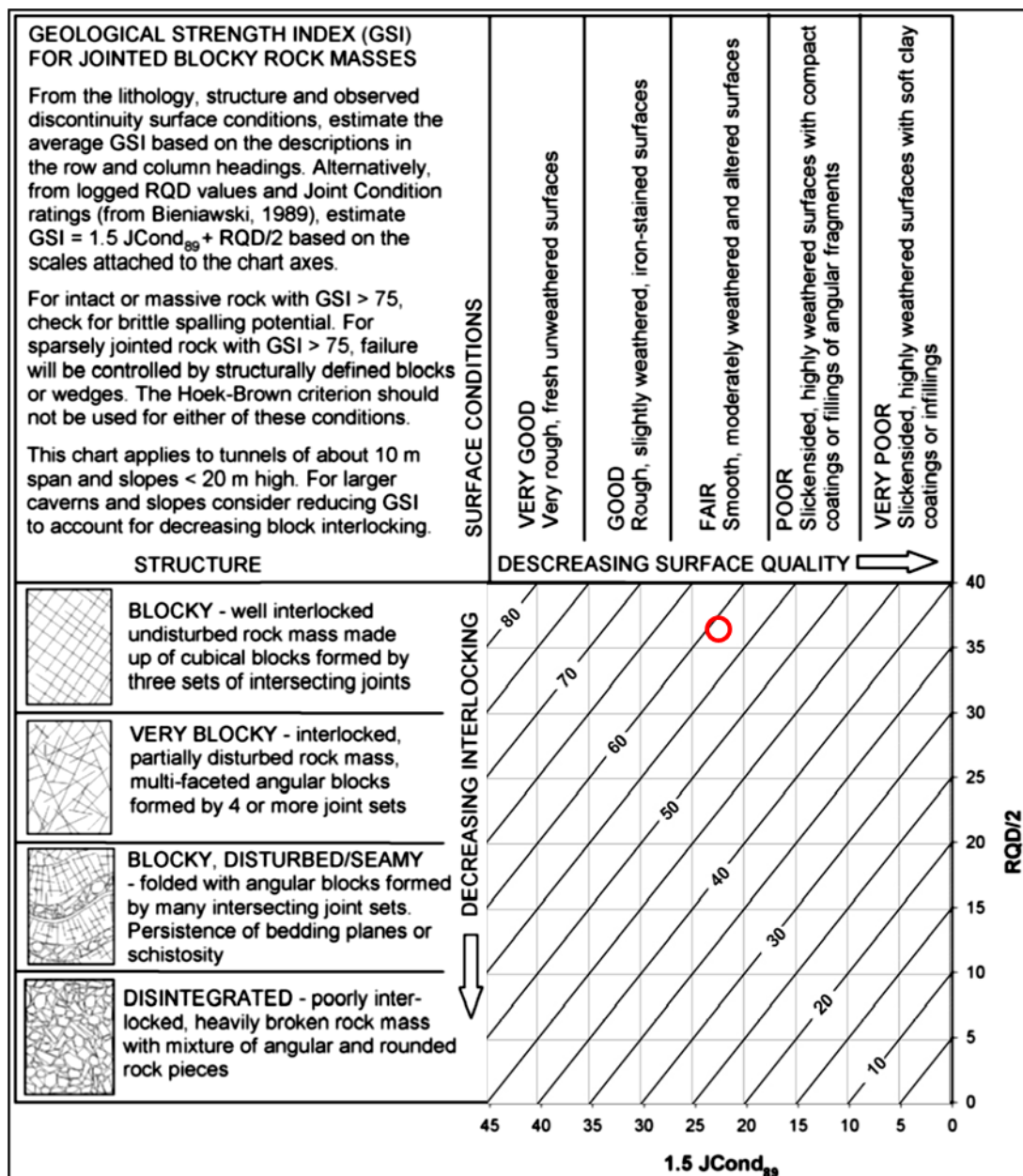


تصویر ۸۶: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-18S به روش Russo, 2009



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

بر اساس روش Hoek et al, 2013 شاخص مقاومت زمین‌شناسی لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-18S ،  
GSI=59 برآورد شده است که در تصویر ۸۷ ارائه شده است.



تصویر ۸۷: برآورد کمی GSI لایه های ماسه سنگ چاه نفتی W-18S به روش Hoek et al, 2013

### ۸-۷-۳- میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی چاه W-18S

با عنایت به مطالب بالا، چاه نفتی W-18S بر روی سازند آغاچاری متشکل از لایه های مارنی و ماسه سنگی تشکیل شده است که در جدول ذیل میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی (GSI) کل توده سنگهای محل چاه نفتی فوق ارائه شده است.

جدول ۷: میانگین شاخص مقاومت زمین شناسی توده سنگهای محل چاه نفتی W-18S

| Location name | Lithology | GSI                             |                       |                 |             |                  |      |
|---------------|-----------|---------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------|------------------|------|
|               |           | qualitative                     | quantitative          |                 |             |                  |      |
|               |           | Hoek, Marinos and Benissi, 1998 | Sonmez & Ulusay, 2002 | Cai et al, 2004 | Russo, 2009 | Hoek et al, 2013 | Ave. |
| W-18S         | Marl      | 40-50                           | 38                    | 40              | 57          | 57               | 48   |
|               | Sandstone | 50-60                           | 47                    | 55              | 70          | 59               | 58   |
| ave.          |           | 45-55                           | ave.                  |                 |             |                  | 53   |

## پیوست ۶

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

Bearing capacity and Settlements are computed using the following computations.

### 1. The Ultimate Bearing Capacity Calculation

Hansen's Method:

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

When  $\Phi = 0$

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

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

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

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

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

### 2- Elastic Settlement of foundations

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

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

$\Delta H$  = 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 4-5b

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

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

TABLE 4-5a

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

| Shape factors                                          | Depth factors                               |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| $s'_{c(H)} = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\phi = 0^\circ)$ | $d'_c = 0.4k \quad (\phi = 0^\circ)$        |
| $s_{c(H)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$ | $d_c = 1.0 + 0.4k$                          |
| $s_{c(V)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$   | $k = D/B$ 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 Vesić.
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  $s_{iB}, s_{iL}$  and  $d_{iB}, d_{iL}$ . For  $i, L$  subscripts of Eq. (4-2), presented in Sec. 4-6, use ratio  $L'/B'$  or  $D/L'$ .



Calculation of consolidation settlement for fully saturated clays

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

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

Pre- consolidated clays:

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

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

$S_c$  = Consolidation settlement for clay layer

$C_c$  = Compressibility index

$C_r$  = Rebound coefficient

$H$  = Thickness of clay layer

$e_0$  = Initial void ratio

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

$\Delta P$  = 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.

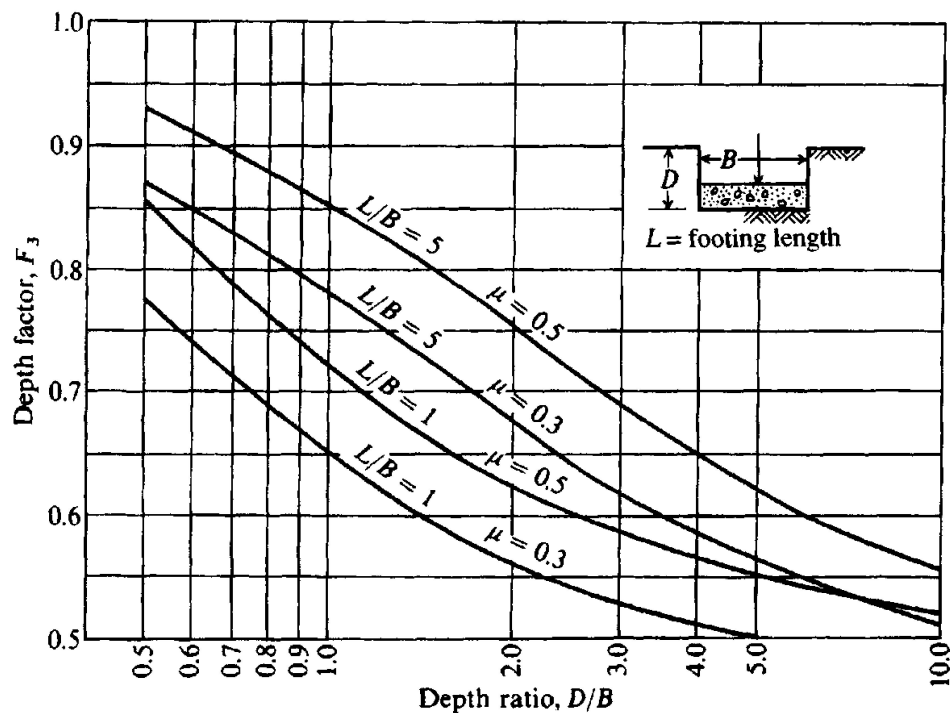


TABLE 5-2

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

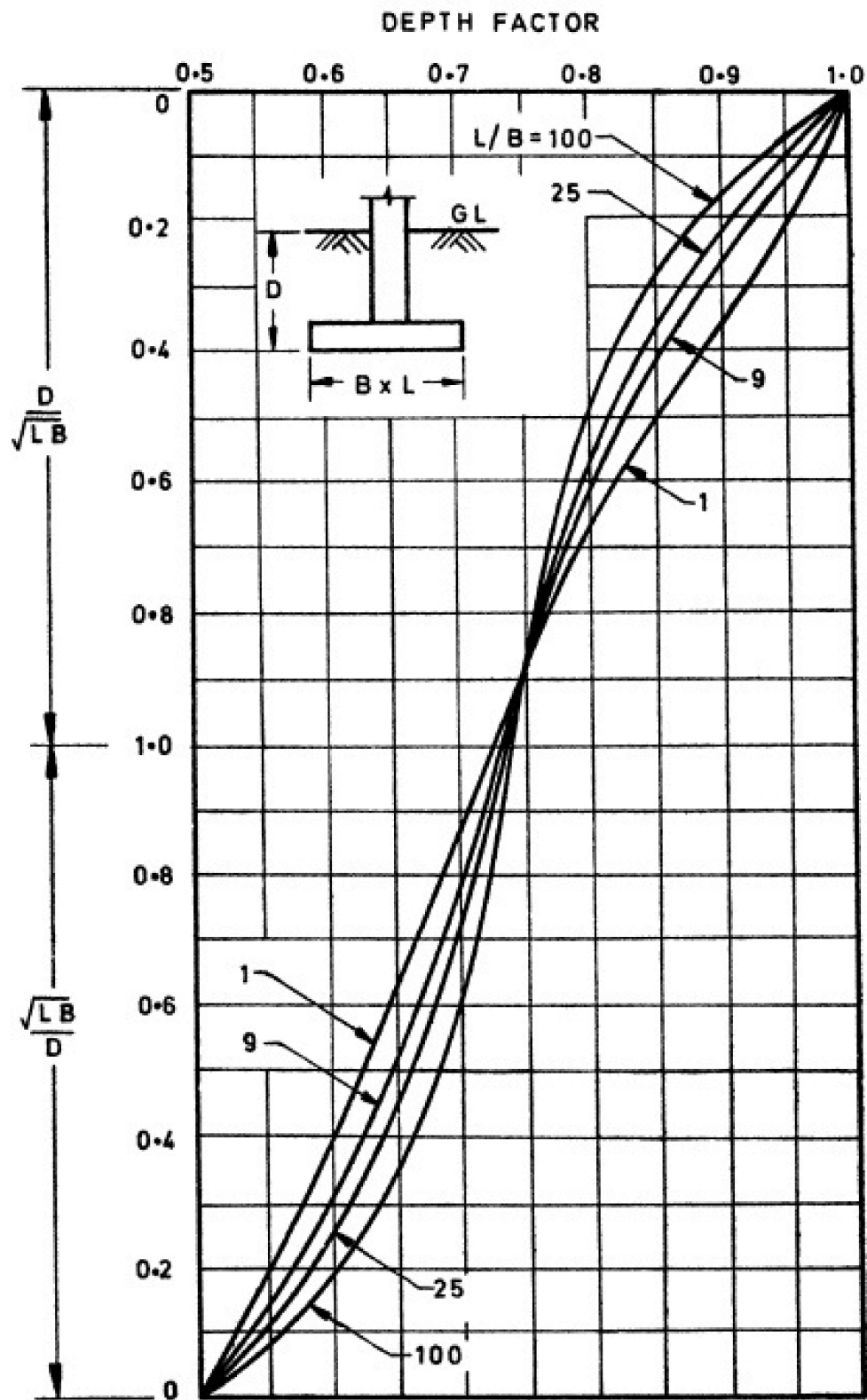


FIG. 12 FOX'S CORRECTION CURVES FOR SETTLEMENTS OF FLEXIBLE RECTANGULAR FOOTINGS OF  $L \times B$  AT DEPTH  $D$

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

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

طبقه زمین بر اساس آیین نامه UBC

TABLE 16-J—SOIL PROFILE TYPES

| SOIL PROFILE TYPE | SOIL PROFILE NAME/GENERIC DESCRIPTION                          | AVERAGE SOIL PROPERTIES FOR TOP 100 FEET (30 480 mm) OF SOIL PROFILE |                                                                                                    |                                                 |
|-------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                   |                                                                | Shear Wave Velocity, $\bar{V}_s$<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.

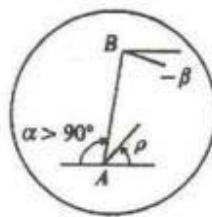
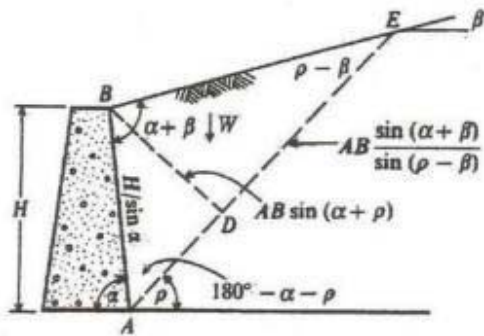
طبقه بندی نوع زمین (نقل از استاندارد ۲۸۰۰- ویرایش ۴)

| 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 سیمانته بسیار محکم با حداکثر ۵ متر مصالح ضعیف تر تا سطح زمین                                                                                                    | $> 750$          | —                 | —                |
| II       | خاک خیلی متراکم یا سنگ سست، شامل شن و ماسه خیلی متراکم، رس بسیار سخت با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر که مشخصات مکانیکی آن با افزایش عمق به تدریج بهبود یابد. سنگ های آذرین و رسوبی سست، مانند توف و یا سنگ متورق و یا کاملاً هوازده | $375-750$        | $> 50$            | $> 250$          |
| III      | خاک متراکم تا متوسط، شامل شن و ماسه متراکم تا متوسط یا رس های سخت با ضخامت بیشتر از ۳۰ متر                                                                                                                                   | $175-375$        | $15-50$           | $70-250$         |
| IV       | خاک متوسط تا نرم، لایه های خاک غیر چسبنده یا با کمی خاک چسبنده با تراکم متوسط تا کم، لایه های خاک کاملاً چسبنده نرم تا محکم.                                                                                                 | $< 175$          | $< 15$            | $< 70$           |

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

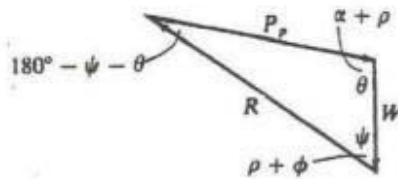
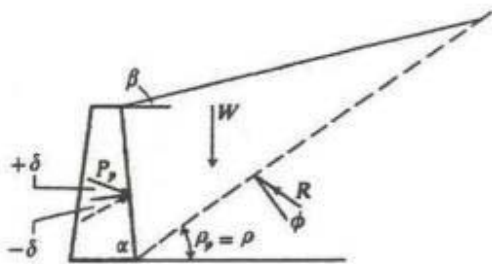
$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2\alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

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



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

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



(c) گوه کسپختگی برای فشار مقاوم خاک

(b) چند ضلعی نیرو برای تعیین نیروی مقاوم خاک

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

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

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

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

### ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله)

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

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

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

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

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

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

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

$K_h$ : Earthquake Horizontal Coefficient

$K_v$ : Earthquake Vertical Coefficient

