



|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                |                    |                     |                |            |                |                                                                                    |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------|------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <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 : 2 از 65                                                               |  |
| شماره پیمان :<br>053 - 073 - 9184                                                                 | پروژه<br>BK                                                                                                                                                                                    | بسته کاری<br>W018S | صادر کننده<br>PEDCO | تسهیلات<br>110 | رشته<br>GT | نوع مدرک<br>RT |                                                                                    |  |

### REVISION RECORD SHEET

| PAGE | D00 | D01 | D02 | D03 | D04 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1    | X   | X   | X   | X   | X   |
| 2    | X   | X   | X   | X   | X   |
| 3    | X   |     |     |     |     |
| 4    | X   |     |     |     |     |
| 5    | X   | X   |     | X   |     |
| 6    | X   | X   |     |     |     |
| 7    | X   |     |     | 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   |     | X   |     |
| 22   | X   |     |     | X   |     |
| 23   | X   |     |     |     |     |
| 24   | X   |     |     |     |     |
| 25   | X   |     |     |     |     |
| 26   | X   |     |     |     |     |
| 27   | X   | X   |     | X   |     |
| 28   | X   |     |     |     |     |
| 29   | X   | X   |     |     |     |
| 30   | X   |     |     |     |     |
| 31   | X   | X   |     |     |     |
| 32   | X   | X   |     |     |     |
| 33   | X   |     |     |     |     |
| 34   | X   |     |     |     |     |
| 35   | X   |     |     |     |     |
| 36   | X   | X   |     | X   |     |
| 37   | X   |     | X   |     |     |
| 38   | X   | X   |     |     |     |
| 39   | X   | X   |     |     |     |
| 40   | X   | X   |     |     |     |
| 41   | X   | X   |     |     |     |
| 42   |     |     |     |     |     |
| 43   |     | X   |     |     |     |
| 44   |     |     |     |     |     |
| 45   |     |     |     |     |     |
| 46   |     |     |     |     |     |
| 47   |     | X   | X   | X   |     |
| 48   |     |     | X   |     |     |
| 49   |     | X   | X   |     |     |
| 50   |     | X   | X   |     |     |
| 51   |     | X   | X   |     |     |
| 52   |     |     | X   |     |     |
| 53   |     |     | X   |     |     |
| 54   |     |     | X   |     |     |
| 55   |     |     | X   |     |     |
| 56   |     |     |     |     |     |
| 57   |     |     |     |     |     |
| 58   |     |     | X   |     |     |
| 59   |     |     | X   | X   |     |
| 60   |     |     | X   |     |     |
| 61   |     |     | X   |     |     |
| 62   |     |     | X   |     |     |
| 63   |     |     | X   |     |     |
| 64   |     |     |     | X   |     |
| 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>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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه: 3 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| نسخه                                                                                      | سرال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| D04                                                                                       | 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.....  | 1-3-مشخصات کلی طرح.....                                                         |
| 11..... | فصل 2- زمین شناسی عمومی، زمین ساخت گستره طرح و وضعیت کلی لرزه خیزی ساختگاه..... |
| 11..... | 1-2-مطالعات زمین شناسی عمومی منطقه.....                                         |
| 14..... | 2-2- لرزه خیزی عمومی منطقه.....                                                 |
| 16..... | فصل 3 -کاوش های صحرایی.....                                                     |
| 16..... | 1-3-عملیات حفاری گمانه های ماشینی.....                                          |
| 17..... | 2-3-آزمایش های برجا.....                                                        |
| 26..... | 3-3-وضعیت تراز سطح آب.....                                                      |
| 27..... | فصل 4 - آزمایشهای آزمایشگاهی.....                                               |
| 27..... | 1-4-توصیف و طبقه بندی لایه های خاک.....                                         |
| 32..... | فصل 5 - پارامترهای طراحی و بررسی ملاحظات ژئوتکنیکی.....                         |
| 32..... | 1-5-خصوصیات فیزیکی و مکانیکی لایه های خاک و پارامترهای طراحی.....               |
| 34..... | 2-5-پتانسیل روانگرایی.....                                                      |
| 34..... | 3-5-برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش).....                                       |
| 35..... | 4-5-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..... | 1-7-بررسی فشار محرک و مقاوم خاک.....                                            |
| 44..... | 2-7-تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت استاتیکی.....                            |
| 45..... | 3-7-تعیین ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله).....               |
| 46..... | 7-4-گودبرداری و پایداری شیب.....                                                |
| 52..... | فصل 8- جمع بندی، نتیجه گیری و توصیه های فنی.....                                |
| 56..... | 1-8-جمع بندی و نتیجه گیری.....                                                  |
| 57..... | 2-8-توصیه فنی.....                                                              |
| 63..... | 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                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه: 4 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                     |
| پروژه                                                                                     | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                     |
| BK                                                                                        | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                     |

## مقدمه

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

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

**جلد اول: 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><br>053 - 073 - 9184                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |                    |                     |                |            |                |               | شماره صفحه: 5 از 65                                                                |
|                                                                                           | پروژه<br>BK                                                                                                                                                                           | بسته کاری<br>W018S | صادر کننده<br>PEDCO | تسهیلات<br>110 | رشته<br>GT | نوع مدرک<br>RT | سریال<br>0001 |                                                                                    |

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 شامل خط جریانی به طول 2266 متر 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.

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.

|  | <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه: 6 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| نسخه                                                                             | سرئال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| D04                                                                              | 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<sup>-</sup>، SO<sup>4--</sup> و ...) و تعیین نوع سیمان مصرفی در بتن شالوده ها.
- ✓ تعیین نوع زمین و طبقه بندی آن از نظر درجه بندی خطر نسبی زلزله و تعیین ضرایب زلزله محل مطابق استاندارد 2800، نشریه 038 تاسیسات صنعت نفت و براساس آیین نامه های API650، ASCE، UBC97 و تعیین کلیه پارامترهای لازم منجمله Near Feild جهت محاسبات نیروی زلزله.
- ✓ ارائه توصیه های فنی مورد نیاز.

### 1-2- محدودیت ها

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

| <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>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه: 7 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                     |
| پروژه                                                                                     | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                     |
| BK                                                                                        | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                     |

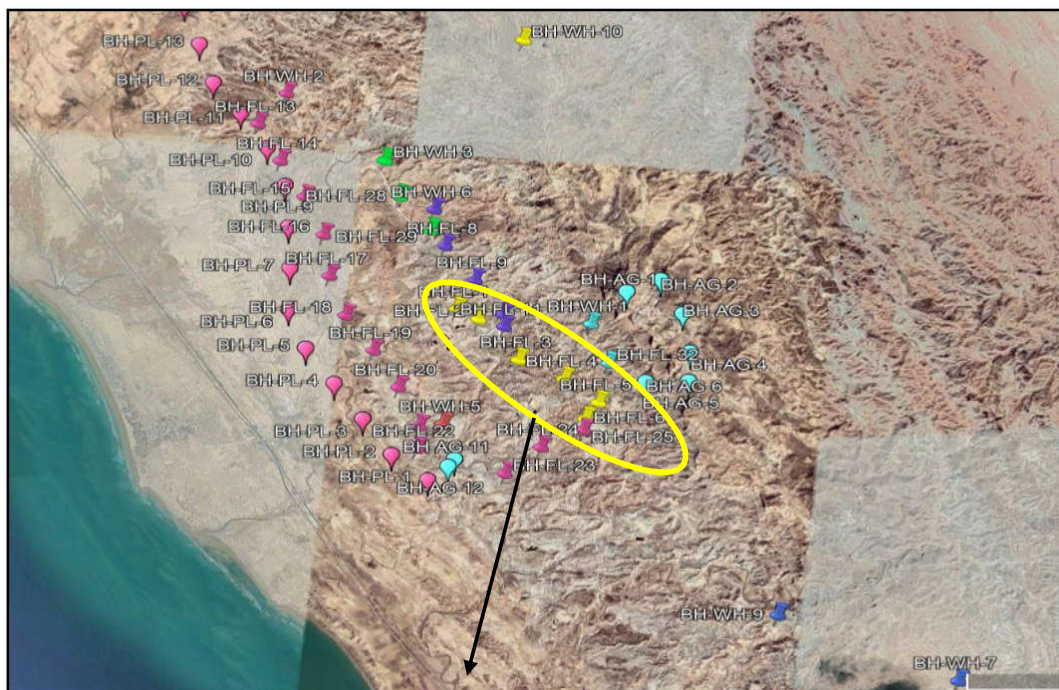
این گزارش برای استفاده انحصاری در ارتباط با پروژه طرح نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک در بخش تحت الارض، موقعیت بسته W018S می باشد که براساس درخواست کارفرمای محترم -شرکت مهندسی هیرگان انرژی- تهیه شده است. استفاده از این گزارش توسط شخص یا شرکت دیگری غیر از کارفرمای محترم و اعضای تیم طراحی مرتبط 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 ماشیننی 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 ماشیننی 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.

### 3-1- مشخصات کلی طرح

مطابق اطلاعات دریافتی از کارفرمای محترم، پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک ( بسته بینک) در بخش تحت الارض با هدف ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و مسیر خطوط جریانی و مسیر برق رسانی مربوطه و در بخش سطح الارض با هدف احداث خطوط لوله 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 شامل خط جریانی به طول 2266 متر در بخش تحت الارض می باشد. با توجه به نقشه های ارسالی از سمت کارفرمای محترم، پی گسترده با ابعاد 12x20 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 نمای از محدوده سایت مورد مطالعه در نقشه ماهواره ای گمانه های ماشیننی و نقشه های ارسالی از کارفرمای محترم در سایت مذکور ارائه شده است.

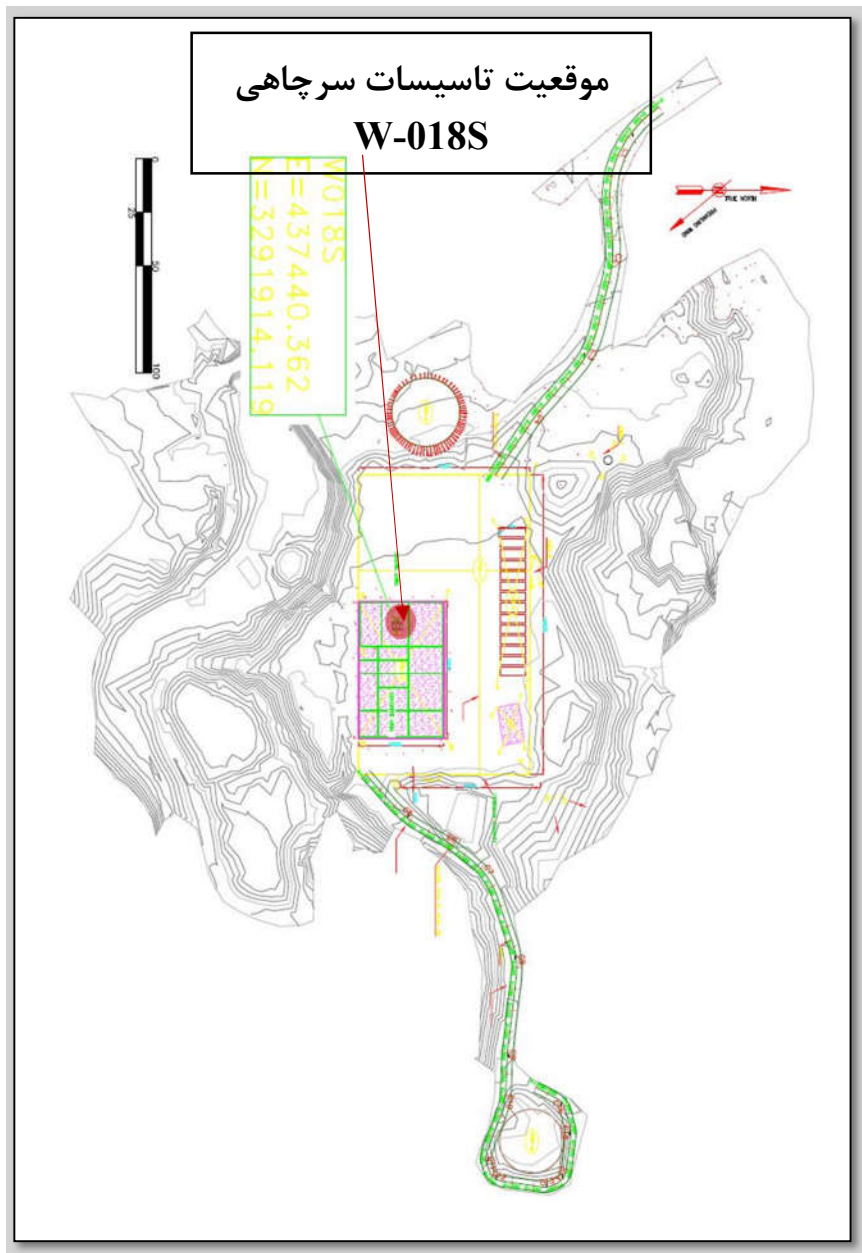
|  | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p>                                                                                                                                                 |  |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|---------------------|
| 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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه: 8 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| D04                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |



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

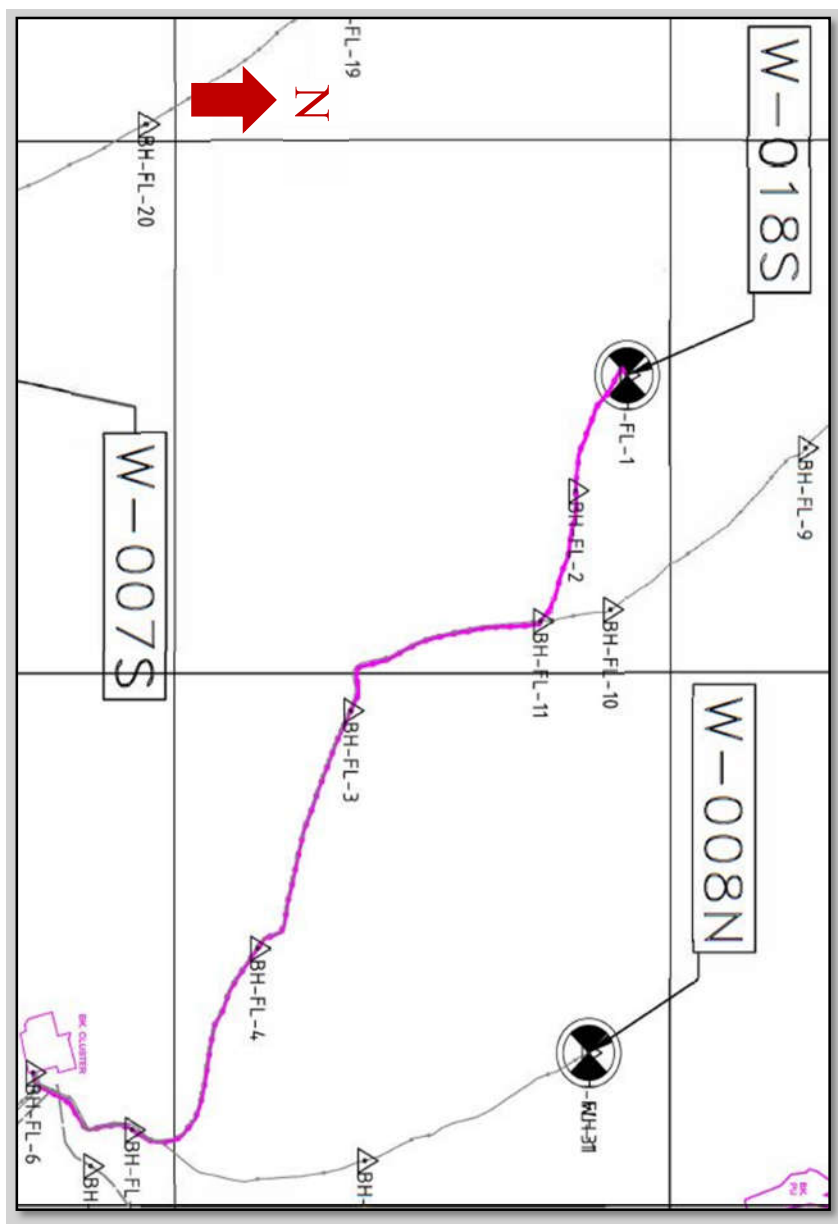


| <br>NISOC | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|---------------------|
| شماره پیمان:<br><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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه: 9 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                     |
| D04                                                                                       | 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

|  | <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 10 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 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>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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 11 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

### 2-1- مطالعات زمین شناسی عمومی منطقه

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

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

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

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

|  | <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 12 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

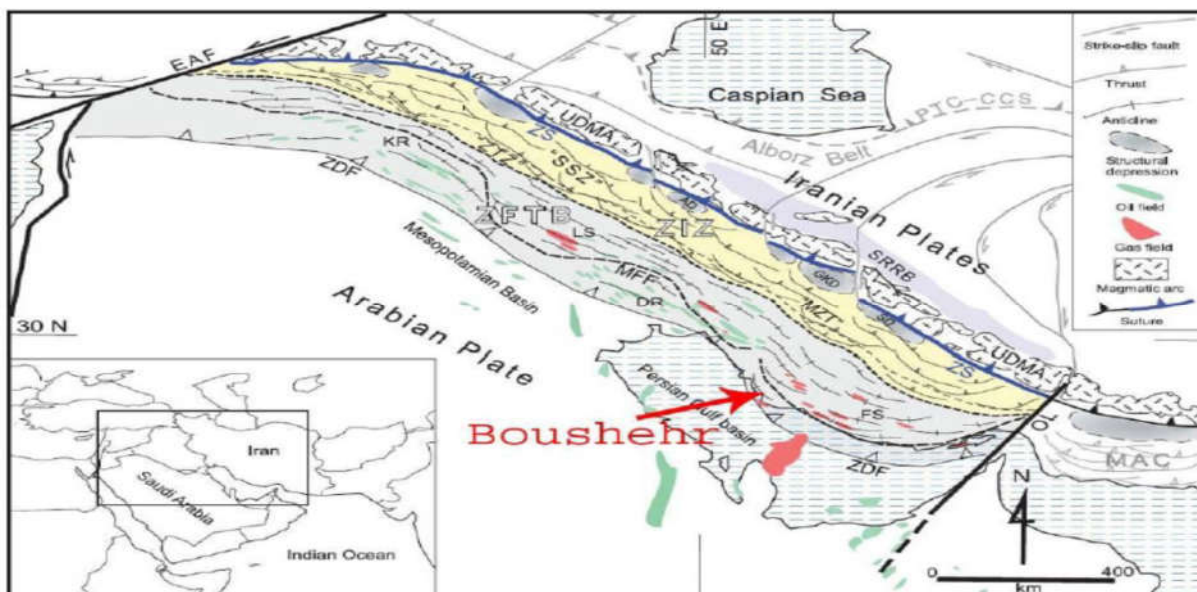
قسمت کوهستانی: استان بوشهر از دو رشته کوه عمده تشکیل می‌شود که در سراسر طول استان به موازات هم امتداد یافته‌اند. این رشته‌کوه‌ها مشتمل بر ارتفاعات گچ ترش و ارتفاعات نوکند است که به ترتیب در محدوده شمالی و شرق استان قرار دارند. با توجه به استقرار استان بوشهر در منطقه فوق حاره‌ای، مهم‌ترین پدیده و فرآیند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



شکل 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>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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 13 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |



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>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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 14 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سرال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 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.





| <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 16 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 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 3-1 مشخصات کلی گمانه های ماشینی همچنین در شکل 3-1 جانمایی آنها به روی خط لوله ارائه شده است.



شکل 3-1- 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>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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 17 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 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 |

## 3-2- آزمایش‌های برجا

### 3-2-1- 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>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه : 18 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| پروژه                                                                                     | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| BK                                                                                        | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |

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

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

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

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

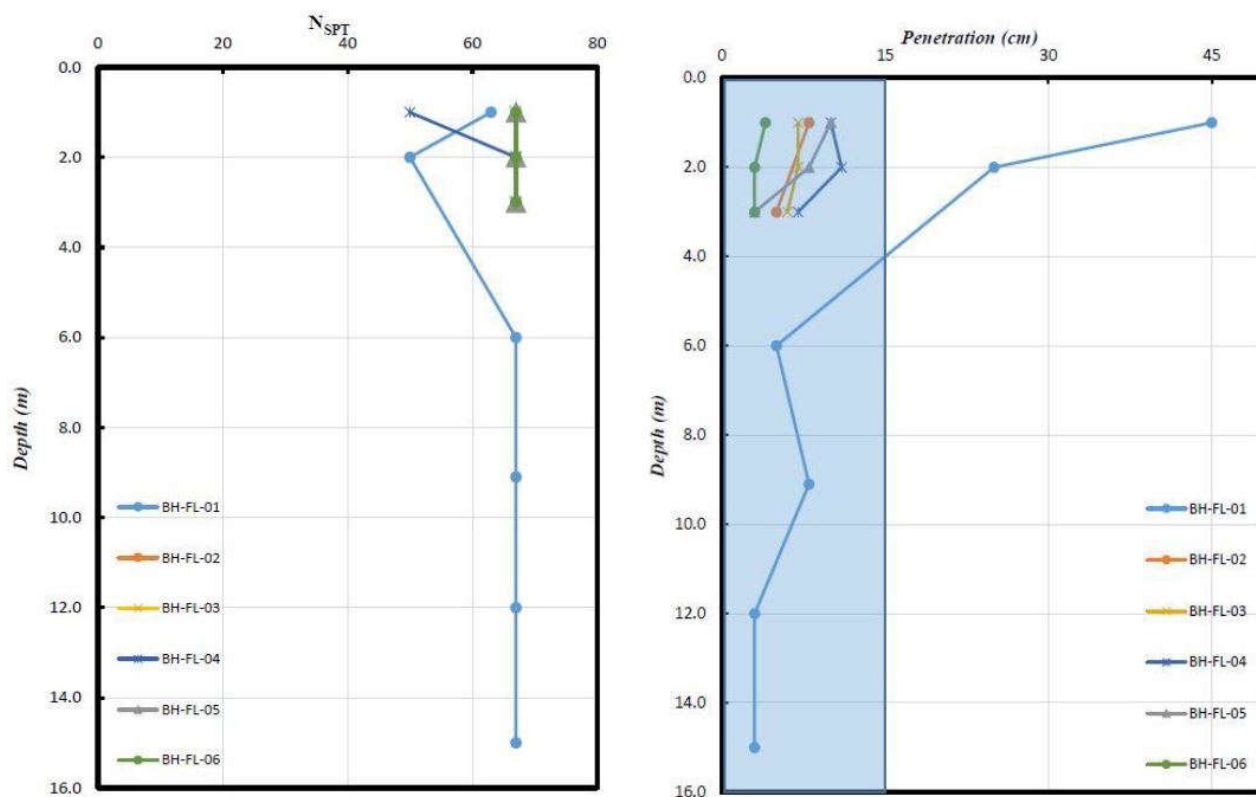
| SPT resistance value (N) | Relative density |
|--------------------------|------------------|
| 0-4                      | Very loose       |
| 4-10                     | Loose            |
| 10-30                    | Medium dense     |
| 30-50                    | Dense            |
| Over 50                  | 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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 19 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 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 بر حسب 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>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه : 20 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| پروژه                                                                                      | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| BK                                                                                         | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |

### 3-2-1-1- 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 در گمانه 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 آن ها 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:

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

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.

| <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>سرپال</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>D04</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 | سرپال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 21 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سرپال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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:

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

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

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

به منظور تعیین ضریب ارتجاعی (Elastic Soil Modulus) و دستیابی به پارامترهای نشست پذیری لایه های خاک، مطابق با درخواست کارفرمای محترم مقرر گردید یک آزمایش بارگذاری صفحه در محل هر یک از تاسیسات سرچاهی انجام شود. آزمایش (PLT-1)، در محل دسته W-018S واقع و در گزارش حاضر ارائه شده است. این آزمایش مطابق با استاندارد ASTM D1194-72 بر روی صفحه دایره ای شکل به قطر 30 سانتیمتر به عمل آمده است. صفحه بارگذاری توسط صفحات کوچکتري 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 3-5 خلاصه نتایج حاصل از آزمایش و در پیوست 3-1 نیز نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

جدول 3-5. 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                                  |

| <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>سرپال</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>D04</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 | سرپال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 22 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سرپال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

آزمایش CBR به منظور تعیین مقاومت نسبی لایه های رویه و اساس و خصوصیات تراکم پذیری خاک مطابق با استاندارد ASTM D4429 انجام می شود. در این راستا مجموعاً 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 3-6 و در پیوست 3-2 نتایج و نمودارهای حاصل از آن ارائه شده است.

جدول 3-6. 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 می گردد. نقاط آزمایش های نفوذ باید با فواصل مناسب از یکدیگر انتخاب شوند. پس از استقرار دستگاه، تهیه سربار مناسب و جک در محل مورد نظر، صفحه سربار ده پوندی (4/5 کیلوگرم) زیر پیستون نفوذی قرار می گیرد و نفوذ انجام می شود. منحنی تنش نفوذی با تقسیم نیروی اعمال شده بر سطح پیستون برای هر افزایش نفوذ محاسبه می شود.

بر اساس نتیجه به دست آمده از آزمایش CBR، سطح کیفی مصالح خاکی نسبتاً خوب (fair) ارزیابی شده و برای استفاده در زیر اساس می تواند مناسب باشد (Bowles, 1995).

### 3-2-4- اندازه گیری دمای خاک

اندازه گیری 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 اندازه گیری دمای خاک در پیوست 3-3 ارائه شده است.

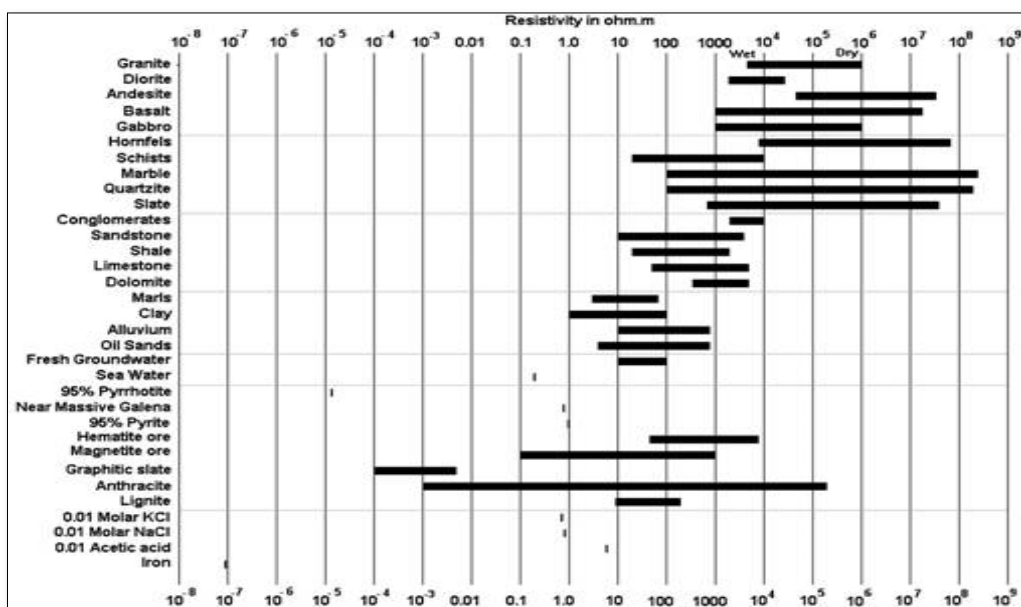
|  | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p>                                                                                                                                                |  |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|-----------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| 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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 23 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 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 الکتروود و اندازه گیری افت پتانسیل بین دو الکتروود دیگر است که در امتداد یک خط در میان الکتروودهای اولیه قرار داده شده اند.

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



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



| <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>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه : 24 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| پروژه                                                                                     | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| BK                                                                                        | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |

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

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

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

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

a = فاصله الکترودها (متر)

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

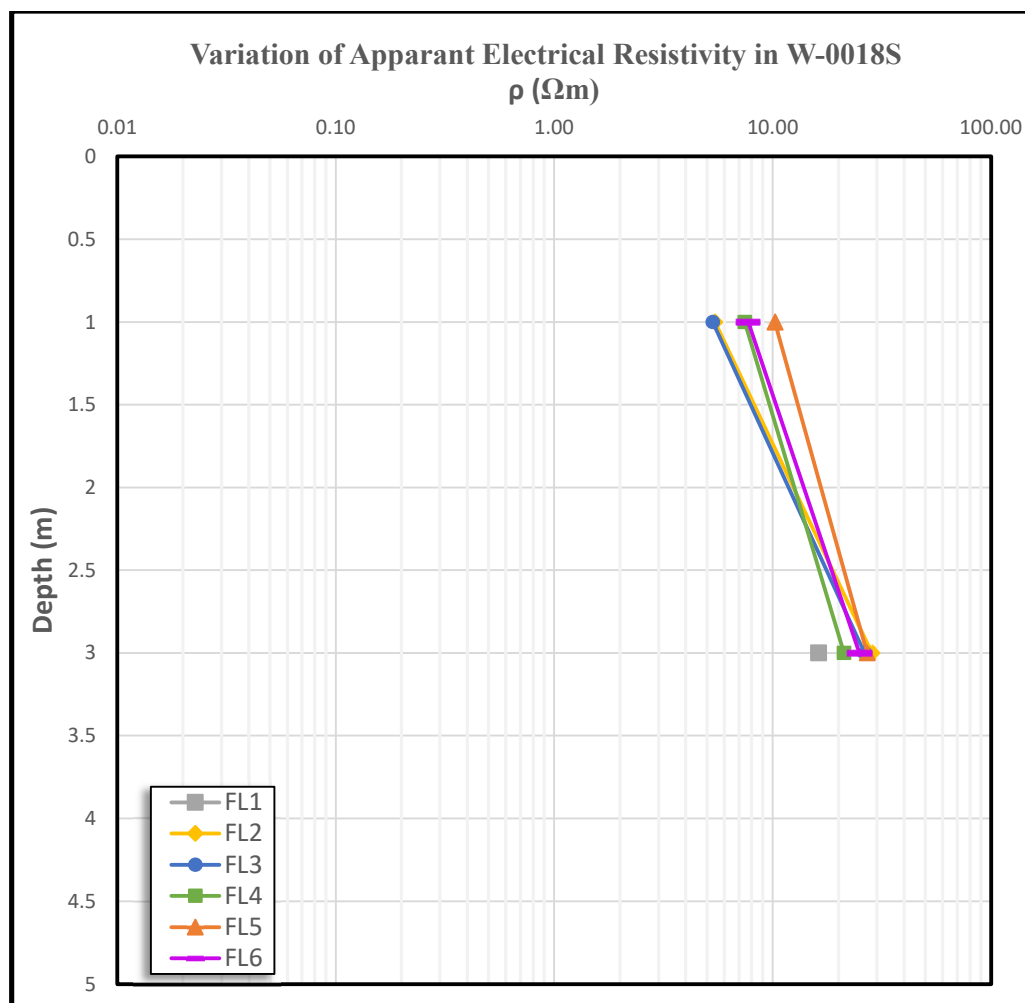
$$\rho_a = \text{مقاومت الکتریکی ظاهری (اهم متر)}$$

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

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

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

|  | <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 25 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |



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

### 3-2-5-2- خوردگی

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |                    |                     |                |            |                |               |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------|------------|----------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 : 26 از 65                                                              |
|                                                                                           | پروژه<br>BK                                                                                                                                                                           | بسته کاری<br>W018S | صادر کننده<br>PEDCO | تسهیلات<br>110 | رشته<br>GT | نوع مدرک<br>RT | سریال<br>0001 |                                                                                    |

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 3-8 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 3-8. 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.

|  | <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>صادر کننده</th><th>بسته کاری</th><th>پروژه</th></tr><tr><td>D04</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 | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 27 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |      |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سرال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |      |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 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

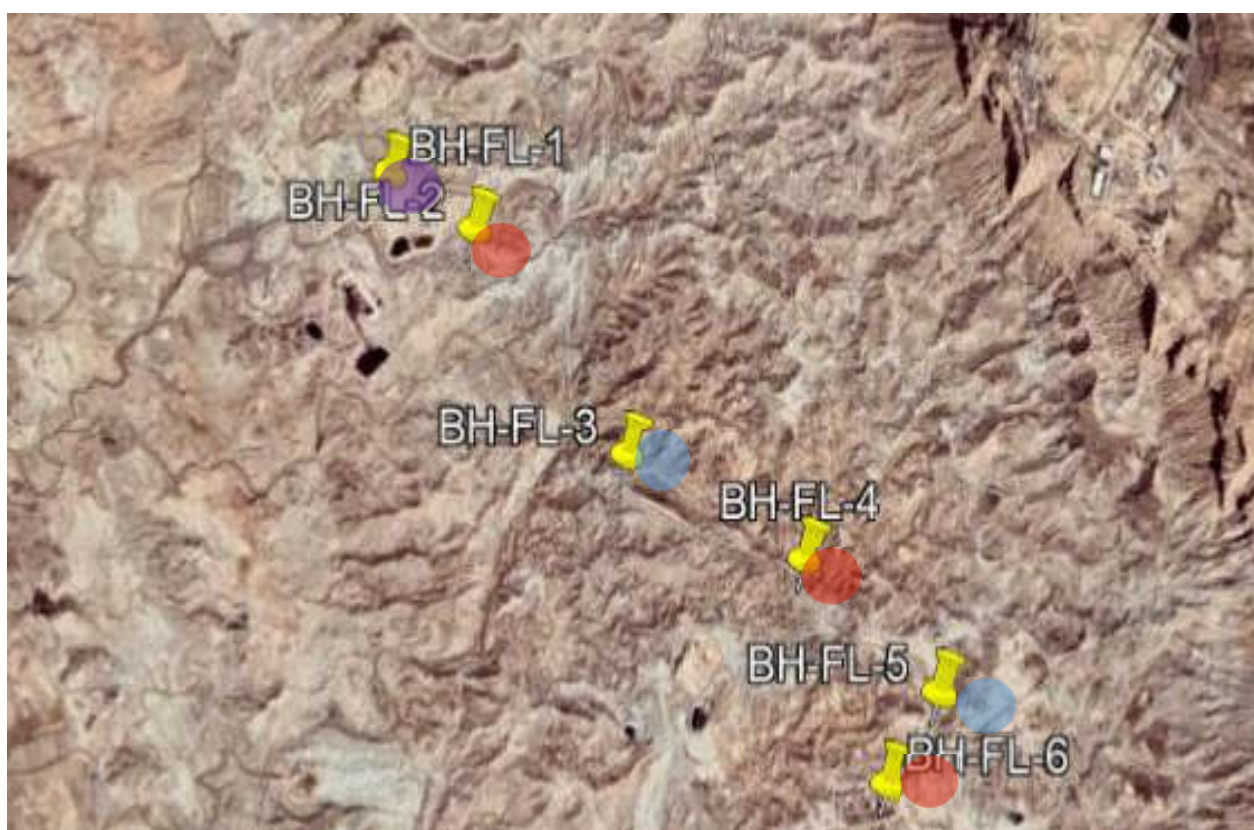
| نام آزمایش           | شماره استاندارد | توضیحات                                                                      |
|----------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|
| طبقه بندی خاک        | ASTM D2488      |                                                                              |
| 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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 28 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 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 1-4. مرز تفکیکی زون های 1، 2 و 3

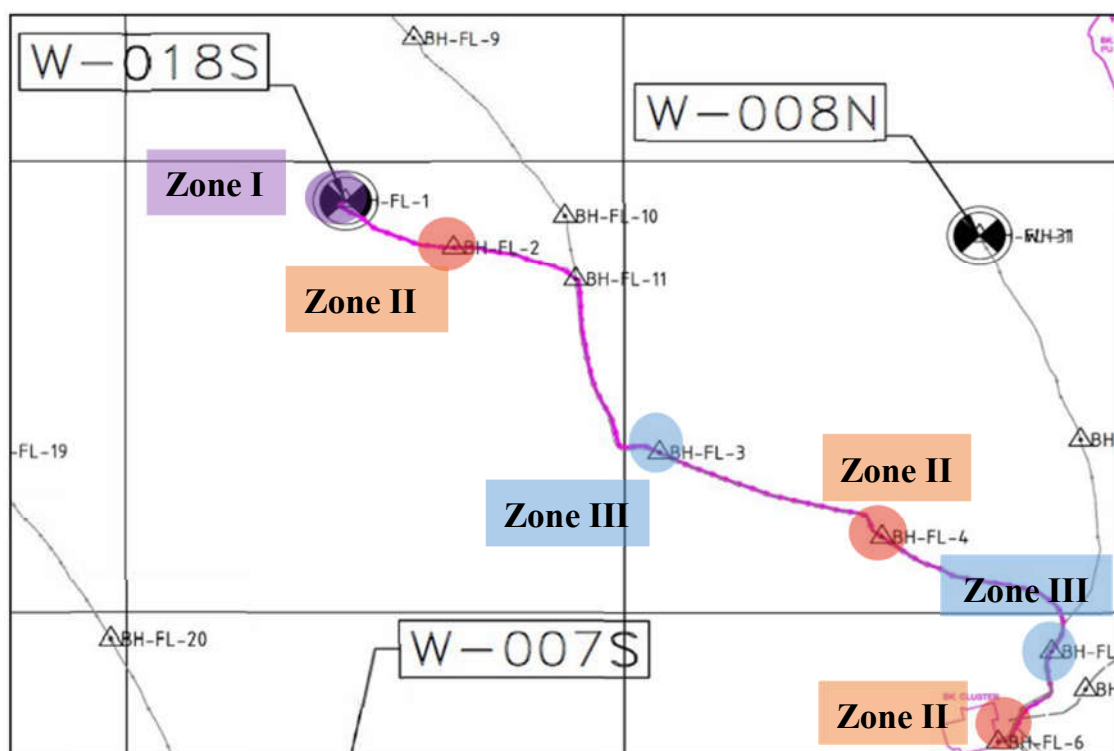
لازم به ذکر است به دلیل اختلاف زیاد رقوم ارتفاعی ( حداقل 4 و حداکثر 21 متر) همچنین عمق گمانه های ماشینی حفر شده در مسیر خط لوله (3 متر) رسم پروفیل عرضی گمانه های ماشینی در مسیر خط لوله مقدور نیست

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



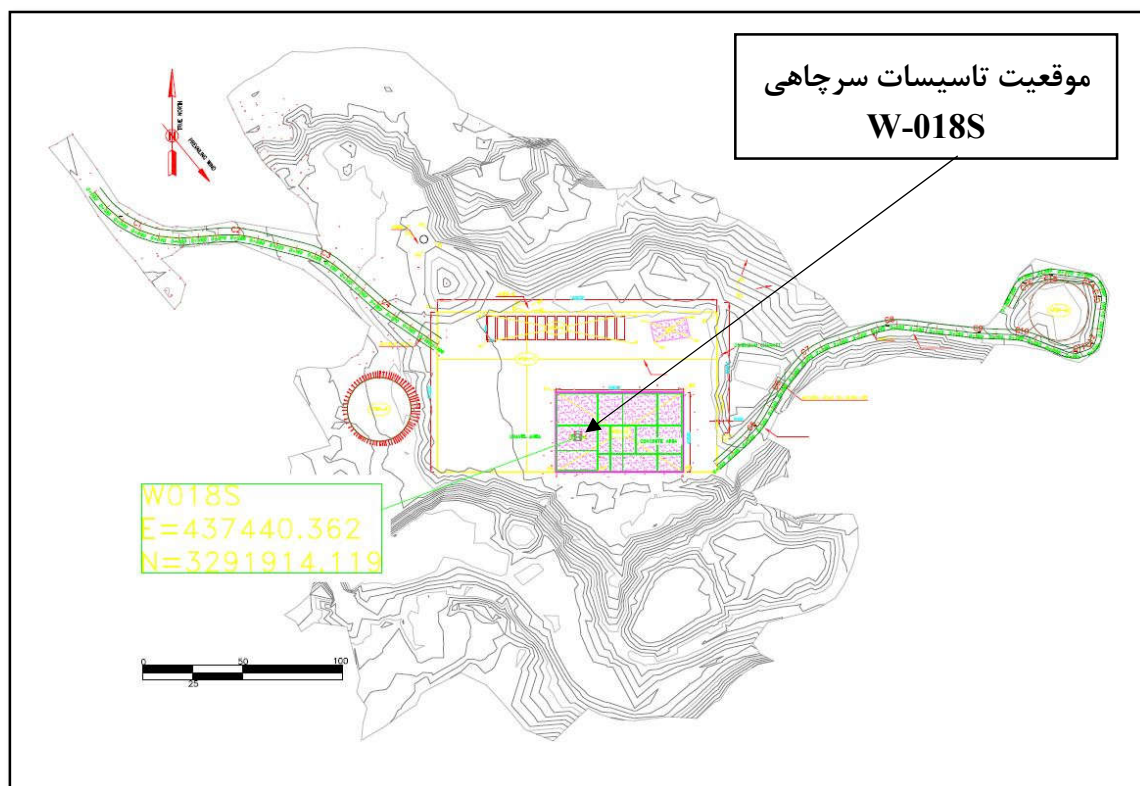
|  | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت W018S</p>                                                                                                                                                 |  |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------|-----------|-------|--|--|------|-------|----------|------|---------|------------|-----------|-------|-----|------|----|----|-----|-------|-------|----|-----------------------|
| 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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 29 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

|  | <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 30 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |



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><br>053 - 073 - 9184                                                       | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |            |         |      |          |       | شماره صفحه : 31 از 65                                                              |
|                                                                                            | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                            | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04                                                                                |

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

### زون سه:

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

### تعیین کیفیت سنگهای محدوده بر اساس معیار RQD

مغزه گیری از 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.

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

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>053 - 073 - 9184                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه : 32 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| پروژه                                                                                     | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| BK                                                                                        | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |

## 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 ی 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 5-1 الی 5-3 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 5-1 ارائه شده است.

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

| Layer type according to Unified method              | CL-ML     | SILTSTONE | CL/ML     | Unit               |
|-----------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| Depth***                                            | 0.2-2.0   | 2.0-4.0   | 4.0-15.0  | m                  |
| Soil internal friction angle long term ( $\phi_d$ ) | -         | -         | -         | 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 | -                  |

#### زون دو:

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |                    |                     |                |            |                |               |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------|------------|----------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 65                                                              |
|                                                                                           | پروژه<br>BK                                                                                                                                                                           | بسته کاری<br>W018S | صادر کننده<br>PEDCO | تسهیلات<br>110 | رشته<br>GT | نوع مدرک<br>RT | سریال<br>0001 |                                                                                    |

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 2-5 ارائه شده است.

جدول 2-5. 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 3-5 ارائه شده است.

جدول 3-5. 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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 34 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

## 5-2- پتانسیل روانگرایی

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

## 5-3- برآورد پتانسیل رمبندگی (فروریزش)

خاک های رمبنده خاک های غیر اشباعی هستند که در صورت افزایش رطوبت تغییر حجم زیادی در آن ها به وجود می آید. این تغییر حجم می تواند ناشی از اعمال بار اضافی باشد یا نباشد. شالوده هایی که روی چنین خاک هایی قرار می گیرند در صورت اشباع شدن خاک ممکن است دچار نشست ناگهانی و زیاد شوند. این رطوبت ممکن است از منابع مختلفی مانند لوله های آب و فاضلاب شکسته، نشت از مخازن آب یا بالا آمدن تدریجی تراز آب زیرزمینی فراهم شود. اکثر خاک های رمبنده بادرفت 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                                                          | <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 35 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

## 5-4- 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 5-4 در هر سه زون در محدوده کم برآورد می شود، لذا در نظر گرفتن تمهیدات خاصی مورد نیاز نمی باشد.

جدول 5-4. 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                                                      | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W018S                                                                                                                                             |           |            |         |      |          |       | شماره صفحه : 36 از 65                                                              |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04                                                                                |

## فصل 6 - ظرفیت باربری مجاز شالوده های سطحی

### 6-1- مقدمه

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

- گسیختگی برشی خاک
- نشست های قابل قبول پی

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

مدل ژئوتکنیکی لایه های خاک در حوزه تأثیر بار شالوده ها و محدودیت استفاده از شالوده های سطحی مطابق توضیحات ارائه شده در فصول قبل فرض شده است. مشخصات فنی استفاده شده در محاسبات، در جداول 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 شالوده ها، با این مهندسین مشاور تماس حاصل گردد. لازم به ذکر است محاسبات مزبور صرفاً در صورت استقرار کف پی بر روی خاک بکر معتبر خواهد بود و به عبارتی ظرفیت باربری برای خاک بکر و عدم وجود خاک نباتی، دستی و هر گونه حفره و فضای خالی تعیین شده است.

| <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>سرپال</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>D04</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 | سرپال | نوع مدرک | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 37 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سرپال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 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 غیر اشباع و نسبت مدول الاستیسیته باربرداری به مدول الاستیسیته بارگذاری 3 در نظر گرفته شده است و در محاسبه ظرفیت باربری شالوده های سطحی، فرض بر ادامه لایه انتهایی تا پایان حوزه تأثیر بار شالوده بوده 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 زیر سطحی 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

| <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 38 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سرئال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

0/75 نشست کلی برآورد می شود. بدیهی است که مقدار دقیق نشست نامساوی بستگی به صلبیت پی داشته و براساس سختی خاک و سازه و با استفاده از روش اجزاء محدود (Finite Element) قابل محاسبه است. لازم به ذکر است، میزان نشست نامساوی مجاز برای 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>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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 39 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 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. Pp، فشار مقاوم خاک و  $\delta$ ، زاویه اصطکاک بین بتن و خاک می باشد.

## 5-6- ضریب عکس العمل بستر (Ks)

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

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

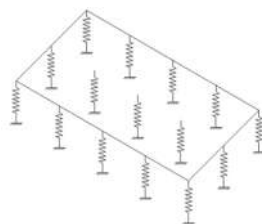
**شالوده های انعطاف پذیر:** انتخاب مقدار یکنواخت برای Ks صحیح نبوده و متناسب با نشست رخ داده باید تغییر کند. افزایش سختی در لبه ها توصیه می گردد.



|  | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 40 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

### روش وینکلر:

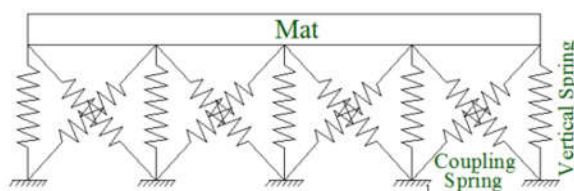
در تئوری اولیه وینکلر فرض بر عملکرد مستقل فنرها در شالوده انعطاف پذیر بوده که در واقعیت فنرها نمی-توانند مستقل از یکدیگر عمل نمایند و فشار زیر پی در یک نقطه تحت تاثیر فنرهای مجاور خواهد بود.



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.

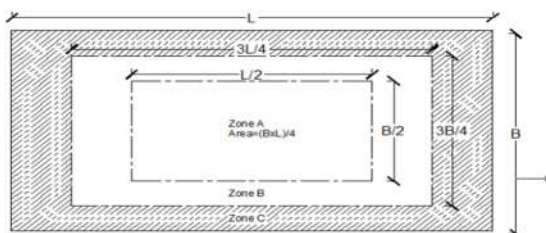


شکل 6-2. مدل سازی فنرهای کوپله

|  | <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 41 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 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 آنی و پله ای تغییر خواهد نمود. حالت ایده آل آن است که تعداد نواحی آنقدر زیاد و نزدیک به هم تعریف گردد تا دقت محاسبات بیشتر شده و این خطای عددی به حداقل برسد لیکن از آنجا که دستیابی به این موضوع در عمل میسر نیست لازم است در کنترل برش تیر نیز، این تغییر آنی در تنش و برش به عنوان خطای عددی مورد توجه قرار گیرد. مجدداً یادآور می گردد مطابق پیشنهاد ACI طراح سازه مجاز است به منظور تدقیق محاسبات، مقدار مدول عکس العمل خاک ( $K_s$ ) را با توجه به میزان نشست بدست آمده در تحلیل اولیه مطابق نمودار ظرفیت باربری مربوطه اصلاح و تحلیل مجدد انجام دهد.

| <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>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه : 42 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| پروژه                                                                                      | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| BK                                                                                         | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |

## 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 عکس العمل 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>(متر گسترده) | عمق استقرار<br>(m) | میزان نشست<br>(cm) | مدول عکس العمل بستر $\text{Zone I} - (\text{kg/cm}^3)$ |        |        |
|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------------------------|--------|--------|
|                          |                    |                    | 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

| عرض پی (m) | مدول عکس العمل بستر $(\text{kg/cm}^3)$<br>$D=1(m), \text{Zone I}$ |         |         |          |
|------------|-------------------------------------------------------------------|---------|---------|----------|
|            | $L/B=1$                                                           | $L/B=2$ | $L/B=5$ | $L/B=10$ |

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |                    |                    |                |            |                |               |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------|----------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 : 43 از 65                                                              |
|                                                                                           | پروژه<br>BK                                                                                                                                                                           | بسته کاری<br>W018S | صادرکننده<br>PEDCO | تسهیلات<br>110 | رشته<br>GT | نوع مدرک<br>RT | سریال<br>0001 |                                                                                    |

|     |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|
| 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 ( $kg/cm^3$ ) |          |
|------------|-----------------------------------|----------|
|            | $L/B=10, D=1 m$                   |          |
|            | 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 زمان های کوتاه کرنش های خاک در محدوده کرنش های کوچک ( $10^{-4}$  تا  $10^{-6}$ ) بوده و خاک رفتار سخت تری از خود نشان می دهد. در این حالت میزان سختی خاک با استفاده از آزمایش های آزمایشگاهی نظیر ستون تشدید و سه محوری سیکلیک و همچنین آزمایش های صحرایی مرتبط تعیین می گردد. در غیاب آزمایش های فوق می توان از روش پیشنهادی در نشریه 360 سازمان برنامه و بودجه کشور استفاده نمود. روش محاسبه مدول عکس العمل بستر در حالت بارگذاری فوق العاده (زلزله) به صورت کامل در بند 4-1-2-1 اشاره شده است.

|  | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط 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>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه : 44 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| پروژه                                                                            | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| BK                                                                               | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |

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

### 1-7- 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 $K_a$ : ضرائب فشار جانبی خاک           | $q$ : سربار قائم بر حسب $t/m^2$                     |
| $P_a$ : فشار محرک وارد بر دیوار بر حسب $t/m^2$ | $P_p$ : فشار مقاوم وارد بر دیوار بر حسب $t/m^2$     |
| $\gamma$ : وزن مخصوص طبیعی خاک به واحد $t/m^3$ | $h$ : تراز نقطه اعمال فشار $P_a$ از سطح زمین به متر |

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

مقادیر ضرائب 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 1-7 و فرمول های محاسبه ضرائب فشار محرک ( $K_a$ ) و مقاوم ( $K_p$ ) در پیوست 6 آورده شده است.

برای تعیین مؤلفه افقی ضرائب 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>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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 45 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سرال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

ضرائب 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-اکابه معروف می باشند، محاسبه می گردند. این روابط در واقع بسط رابطه کولمب با در نظر گیری اثرات ناشی از شتاب های شبه استاتیکی بر گوه کولمب در حالت محرک یا مقاوم می باشد.

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

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

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

به منظور عملکرد بهتر دیوار حائل توصیه می شود جهت پر کردن پشت دیوار از مصالح درشت دانه در رده خاک های GP, GW یا SW و SP استفاده شود. همچنین تعبیه مجاری زهکشی طولی در پشت دیوار ضروری می باشد تا از تجمع آب و نتیجتاً افزایش فشار وارده به دیوارهای 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 دانه ای ارائه شده است. در شرایط زلزله عملکرد کوتاه مدت لایه های رسی ملاک بوده و با توجه به اینکه زاویه اصطکاک داخلی خاک در این حالت نزدیک صفر می باشد؛ ضرایب فشار جانبی خاک در حالت زلزله معادل یک خواهد بود. لیکن در محاسبه فشارهای جانبی چسبندگی خاک در کاهش نیروهای وارده موثر می باشد که باید از رابطه زیر محاسبه گردد.

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

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

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



| <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>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W018S                                          |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه : 46 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT - W018S                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| پروژه                                                                                     | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| BK                                                                                        | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |

| ضرایب فشار جانبی                       | علامت مشخصه | مقادیر عددی ضرایب فشار جانبی<br>$\Phi = 30^\circ - 33^\circ$<br>برای لایه طبیعی خاک ریزدانه غیر چسبنده و درشت دانه تا عمق یک متر-زون 2 |
|----------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ضریب فشار جانبی سکون                   | $K_0$       | 0/5-0/46                                                                                                                               |
| ضریب فشار جانبی محرک در حالت استاتیکی  | $K_a$       | 0/33-0/29                                                                                                                              |
| ضریب فشار جانبی مقاوم در حالت استاتیکی | $K_p$       | 3/00-3/39                                                                                                                              |
| ضریب فشار جانبی محرک در حالت زلزله     | $K_{ae}$    | 0/56                                                                                                                                   |
| ضریب فشار جانبی مقاوم در حالت زلزله    | $K_{pe}$    | 2/47                                                                                                                                   |

#### 4-7- گودبرداری و پایداری شیب

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

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

در معادله فوق داریم:

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

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

$$N_s = \text{فاکتور پایداری}$$

$$c = \text{چسبندگی زهکشی نشده}$$

$$\gamma = \text{وزن مخصوص خاک}$$

$$F.S. = \text{ضریب اطمینان}$$

با در نظرگیری عمق خاکبرداری، شرایط خاک طبیعی محل و با در نظر گرفتن ضریب اطمینان (F.S.=1.5) در صورت وجود ساختمان و هرگونه سربار، خاکبرداری قائم می بایست در فاصله ایمن حداقل 1/5 برابر عرض پی این سازه ها و عوارض انجام پذیرد. شیب مجاز خاکبرداری، برای لایه های خاک تا عمق حداکثر 3 متری در گمانه ماشینی BH-FL-1 در محدوده میدان نفتی بینک بدون در نظر گرفتن اثر سربار سازه های مجاور، آب های جاری، اثر زلزله و با توجه به شرایط لایه های 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 لایه های سنگی، توصیه می شود عملیات محافظت بدنه ترانشه در نظر گرفته شود. پس از گذشت مدتی از گودبرداری به دلیل اثر هوازدگی، نفوذ رطوبت و کاهش قفل و بست میان ذرات، وقوع ریزش های موضعی محتمل می باشد و پس از این مدت با توجه به شرایط لایه های بستر در زون یک شیب مجاز خاکبرداری، برای لایه های خاک و سنگ تا عمق حداکثر 3 متری در گمانه

|  | <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>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه : 47 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| پروژه                                                                            | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| BK                                                                               | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |

ماشینی BH-FL-1 به صورت 70-75 درجه و برای لایه های خاک و سنگ در زون 2 و 3 تا عمق حداکثر یک متری در مسیر خط لوله در گمانه های ماشینی BH-FL-2 الی BH-FL-6 به صورت 80-85 درجه در بلند مدت برآورد می شود. برای پایداری درازمدت شیب های مذکور باید حفاظت های سطحی برای جلوگیری از رسوخ آب و شسته شدن لایه ها صورت گیرد؛ در غیر این صورت احتمال وقوع ریزش به صورت کلی و موضعی در ترانشه ها، در درازمدت وجود دارد.

## 5-7- روش های پایداری گود

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

### 7-5-1- روش دیوار برلنی

در این روش برای مهار حرکت و رانش خاک با تمهیدات خاصی از خاک های اطراف استفاده می شود. ابتدا در حاشیه زمینی که قرار است درون آن گودبرداری شود، به فواصل معین چاه هایی حفر گشته پروفیل های I شکل درون آن قرار داده می شوند به منظور تامین گیرداری، انتهای این پروفیل ها به مقدار 0/25-0/35 ارتفاع گود به پائین تر از رقوم کف گود ادامه یافته سپس با بتن ریزی در محل خود کاملاً مستقر می شوند.

پس از استقرار پروفیل ها عملیات گودبرداری آغاز می شود. بین پروفیل های فوق پانل های بتنی کار گذاشته می شود برای جلوگیری از ریزش خاک در بدنه گود چاهک هایی به قطر مناسب حفر و درون آن یک یا چند میلگرد قرار داده می شود. سپس در آن بتن تزریق می شود. در نهایت پانل های بتنی باروش خاصی به میلگردهای مذکور متصل می شوند. طول این چاهک ها با توجه به نوع خاک و پارامترهای فیزیکی و مکانیکی آن تعیین می گردد و در حدود 10-5 متر است.

• معایب:

به دلیل قرارگیری در حریم ملک های مجاور، در سطح شهر نمی توان از این روش بهره گرفت.

به دلیل این که عملیات حفاری به صورت مرحله ای انجام می شود عملیات گودبرداری نیاز به زمان زیادی دارد.

| <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 48 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

### 2-5-7- روش انکراژ (Anchoring):

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

#### • معایب:

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

#### • مزایا:

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

### 3-5-7- روش میخکوبی (Nailing)

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

#### • مزایا:

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

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

|  | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض</p> <p>ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی</p> <p>مربوط به موقعیت 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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 49 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

• معایب:

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

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

در این روش به کمک دستگاه های ویژه ای ابتدا در محل محور دیواره نگهدارنده حفاری انجام و به طور همزمان برای جلوگیری از ریزش خاک درون آن با گل بنتونیت و سیمان پر می شود بعد از اتمام خاکبرداری قفسه آرماتورها درون شیار قرار داده و درون آن با بتن پلاستیک پر می شود دیواره حاصل برابر بوده و می توان از آن به عنوان دیوار حائل نیز استفاده کرد.

• مزایا:

این روش دارای سرعت قابل ملاحظه ای است و از درجه اطمینان بالایی نیز برخوردار می باشد. دیوار حائل همزمان با دیوار نگهدارنده احداث می شود. از این روش به خوبی می توان برای حفاری هایی که طول زیادی دارند استفاده کرد.

• معایب:

هزینه این روش بسیار زیاد است و در حجم کم گودبرداری مقرون به صرفه نیست. چون دستگاه حفاری نیاز به فضای کار دارد لذا در محل هایی که دارای محدودیت جانبی هستند به سختی کار می کند. هزینه اجرایی این روش در مقایسه با روش های دیگر بالاتر و در مواردی خارج از محدوده قابل قبول است.

### 7-5-5- روش مهار متقابل:

در این روش ابتدا چاهک هایی در فواصل معین، در دو طرف گود حفر و در درون این چاهک ها پروفیل  $H$  قرار داده می شود. می توان برای تثبیت بیشتر این پروفیل ها درون چاهک را با ملات سبک پر کرد. سپس عملیات گودبرداری بصورت قائم انجام می گیرد و به منظور مهار نیروی رانشی خاک در فواصل معینی بین دو طرف گود تیرهایی در بین پروفیل های عمودی قرارداده می شود در صورتی که خاک خیلی ریزشی باشد باید بین اعضا قائم الوارهای چوبی قرار داد.

• مزایا:

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

|  | <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 50 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سرئال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

این روش اقتصادی است.

• معایب:

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

### 7-5-6- روش اجرای شمع درجا:

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

• مزایا:

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

سرعت عملیات بالاست.

• معایب:

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



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

|  | <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 51 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |



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

## 6-7- روشهای کنترل تراوش آب های زیرسطحی

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

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

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

طبق توصیه BS 8004:1986 روش مناسب آبکشی باید شرایط زیر را ارضا کند:

- سطح آب پایین افتاده در تمام دوره ساخت باید تحت کنترل کامل باشد.
- روش آبکشی باید طوری انتخاب شود که در تمام دوره ساخت پایداری دیواره و کف گود حفظ گردد.
- در حین زهکشی خاک های با دانه بندی یکنواخت، خود مصالح نقش فیلتر را ایفا کرده و از شسته شدن خاک در اثر پمپاژ جلوگیری می کند. در غیر این صورت باید از مصالح فیلتر مناسب در اطراف گودال یا چاه تخلیه استفاده نمود.
- در سیستم های پمپاژ همواره باید پمپ های کمکی (standby) با ظرفیت کافی برای مواقع اضطراری و سرویس در دسترس باشد.

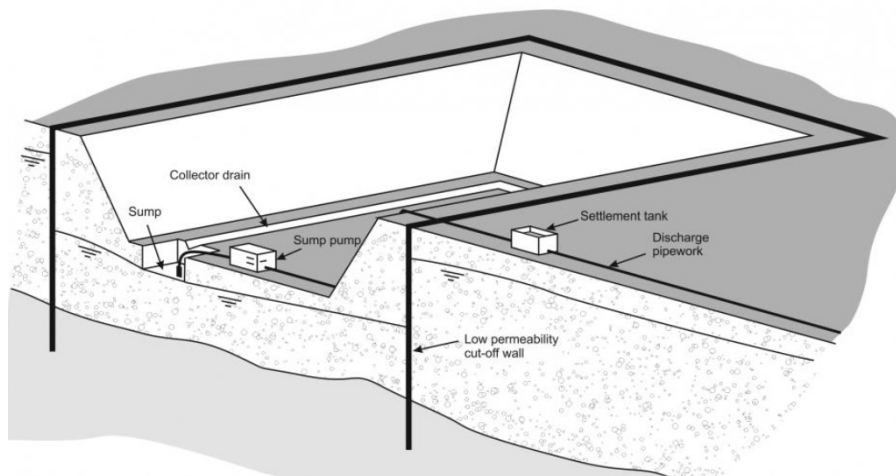
در ادامه توضیحات لازم در مورد روش های مختلف آبکشی ارائه شده است.



| <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 52 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

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



شکل 7-2 - روش نهر و پمپاژ از گودال

### سیستم نقطه چاه‌ها (Well Point System)

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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:                                                                              | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |            |         |      |          |       | شماره صفحه : 53 از 65                                                              |
| 053 - 073 - 9184                                                                          | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04                                                                                |

پایین آوردن تراز آب به بیش از 5 تا 6 متر می توان از سیستم نقطه چاه چند مرحله ای استفاده نمود که این روش مستلزم ایجاد چند برم در شیروانی های گودبرداری بوده و ابعاد خاکبرداری را افزایش می دهد. ظرفیت یک چاه نقطه ای معمولاً بسته به جنس خاک بین 0/6 تا 4 مترمکعب در ساعت است.

این روش آبکشی برای خاک های ماسه ای مناسب است. در خاک های شنی، فاصله بین نقطه چاه ها بسیار کم و غیر عملی می شود. از این روش در خاک های رسی نیز استفاده نمی شود، زیرا در این شرایط میزان سرعت تراوش آب و در نتیجه سرعت پایین آوردن سطح آب خیلی کم می شود. راندن نقطه چاه ها در خاک های شامل قلوه سنگ معمولاً با مشکلات اجرایی همراه است. بعلاوه کنترل جایگذاری صحیح فیلتر در اطراف نقطه چاه ها به لحاظ اجرایی مشکل است. در صورت عدم کارکرد صحیح فیلترها، ممکن است لایه های نفوذناپذیری در اطراف چاه تشکیل شده و مانع رسیدن آب به چاه نقطه ای گردد.



شکل 7-3 - سیستم آبکشی با نقطه چاه

| <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 54 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |



شکل 7-1 - سیستم نقطه چاه چند مرحله‌ای

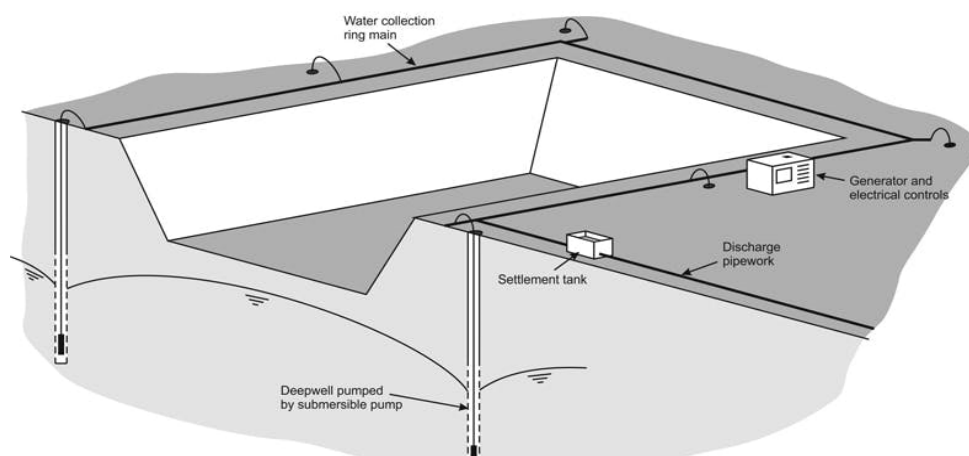
#### سیستم چاه‌های کم عمق (Shallow well System)

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

#### سیستم چاه عمیق (Deep well System)

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |                    |                    |                |            |                |               |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------|----------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 : 55 از 65                                                              |
|                                                                                           | پروژه<br>BK                                                                                                                                                                           | بسته کاری<br>W018S | صادرکننده<br>PEDCO | تسهیلات<br>110 | رشته<br>GT | نوع مدرک<br>RT | سریال<br>0001 |                                                                                    |

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



شکل 7-2 - سیستم آبکشی از چاه های عمیق

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

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

با توجه به موارد ذکر شده و عمق گودبرداری در حدود 43 متر و بالا بودن تراز آب زیر سطحی و با وجود قرارگیری در فضای شهری و محدودیت فضا در اطراف گود، می بایست طبق نظر متخصصین مجرب ژئوتکنیکی روش بهینه جهت کنترل سطح آب و پایین نگه داشتن آن در حین گودبرداری، همچنین بررسی لزوم استفاده از سیستم های زهکشی دائم پس از بهره برداری از سازه، تعیین 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>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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 56 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |      |         |           |           |       |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                                      | سرال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادرکننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                                       | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO     | W018S     | BK    |  |  |      |      |          |      |         |           |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

## 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.

- با در نظرگیری عدم مشاهده تراز آب زیرزمینی در اعماق سطحی و از طرف دیگر بالا بودن ضربات SPT، وقوع روانگرایی 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                                                          | <table><tr><th colspan="8">GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</th></tr><tr><th>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه : 57 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| پروژه                                                                                     | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| BK                                                                                        | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |

- 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.

## 8-2- توصیه فنی

- در اجرای شالوده ها می بایست کلیه اصول فنی از جمله اجرای صحیح درزهای اتصال سازه ای، مسطح بودن تراز شالوده در هنگام بتن ریزی، رعایت پوشش لازم بتنی و سایر موارد ایمنی رعایت شود. در محلهایی که جهت قرار گرفتن شالوده گودبرداری می گردد، متراکم نمودن خاک ضرورتی ندارد ولیکن لازم است قبل از بتن ریزی شالوده، بتن مگر (Lean Concrete) به ضخامت حداقل 10 سانتیمتر در سریع ترین زمان بر روی سطح خاکبرداری شده ریخته شود.
- میزان نفوذپذیری در لایه های خاک متراکم و سنگ مشاهده شده در گمانه های ماشینی 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 به نحوی اجرا شود که از تجمع و نفوذ آب های سطحی به زیر شالوده جلوگیری شود و چنانچه احتمال نفوذ آب از بالادست وجود دارد با طرح زهکش های مناسب از نفوذ آب به محدوده شالوده جلوگیری شود.
- باتوجه به تعداد روزهای ناچیز یخبندان در ایستگاه های موجود در اطراف پروژه، عمق یخبندان ناچیز برآورد می شود.



|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |                                                                                    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <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:                                                                              | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                                                                                                              |           |            |         |      |          |       | شماره صفحه : 58 از 65                                                              |      |
| 053 - 073 - 9184                                                                          | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    | نسخه |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04                                                                                |      |

- لایه زیر اساس معمولاً اولین قشر است که روی بستر آماده شده روسازی راه قرار می گیرد. مصالح مصرفی برای زیراساس شنی از بستر رودخانه ها، مسیل های قدیمی، تپه های شن و ماسه ای یا واریزه ها و برای زیر اساس سنگی از سنگ های استخراج شده از معادن سنگ یا قلوه سنگ های طبیعی که در سنگ شکن شکسته شده و سپس سرند می شوند به دست می آید این لایه باید دارای مشخصات فنی زیر باشد:
- الف: دانه بندی مصالح مصرفی که به روش آشتو  $T_{27}$  تعیین می گردد باید در محدوده یکی از دانه بندی های داده شده در جدول شماره 1-8 باشد:

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

| درصد وزنی رد شده از هر الک |       |        |       | اندازه الک<br>نوع دانه بندی |
|----------------------------|-------|--------|-------|-----------------------------|
| IV                         | III   | II     | I     |                             |
| -                          | ۱۰۰   | ۱۰۰    | ۱۰۰   | ۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)         |
| ۱۰۰                        | -     | ۹۰-۱۰۰ | -     | ۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)     |
| ۹۰-۱۰۰                     | ۷۵-۹۵ | ۷۵-۹۰  | ۷۵-۸۰ | ۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)         |
| ۴۰-۷۵                      | ۴۰-۷۰ | ۳۰-۶۵  | ۳۰-۶۵ | ۹/۵ میلیمتر (۰/۶ اینچ)      |
| ۴۰-۶۰                      | ۳۰-۶۰ | ۳۰-۶۰  | ۲۵-۵۵ | ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)      |
| ۲۸-۴۸                      | ۲۰-۴۵ | ۲۰-۵۰  | ۱۵-۴۰ | ۲ میلیمتر (شماره ۱۰)        |
| ۱۴-۲۸                      | ۱۵-۳۰ | ۱۰-۳۰  | ۸-۲۰  | ۰/۴۲۵ میلیمتر (شماره ۴۰)    |
| ۵-۱۲                       | ۵-۱۲  | ۳-۱۲   | ۲-۸   | ۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)*  |

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

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

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

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

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

| <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>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه : 59 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| پروژه                                                                                     | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| BK                                                                                        | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |

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

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

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

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

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

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

ج: درصد افت وزنی مصالح با آزمایش آشتو  $T_{104}$  و با سولفات سدیم در پنج نوبت نباید از 12٪ تجاوز نماید.

چ: تحمل باربری مصالح ( $CBR$ ) که با روش  $ASTM D1883$  و با تراکم آزمایشگاهی آشتو  $T_{180}$  اندازه گیری می شود نباید از 80٪ کمتر باشد.

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

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

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

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

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

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

|                                                                                            |                                                                                                                                                                                       |           |            |         |      |          |       |                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 : 60 از 65                                                              |
|                                                                                            | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                            | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO      | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04                                                                                |

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

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

جدول 2-8. دانه بندی مصالح اساس\*

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

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

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

ز) در تسطیح ارضی باید به زهکشی سطحی و زیرسطحی توجه شود. مسیرهای ورود آب به زمین باید تعیین گردد و زهکش مناسب در امتداد عمود بر مسیر آب احداث شود.

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

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

ی) شیب دار کردن سایت به منظور خروج آب های سطحی نیز ضروری می باشد.

| <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>پروژه</th><th>بسته کاری</th><th>صادر کننده</th><th>تسهیلات</th><th>رشته</th><th>نوع مدرک</th><th>سریال</th><th>نسخه</th></tr><tr><td>BK</td><td>W018S</td><td>PEDCO</td><td>110</td><td>GT</td><td>RT</td><td>0001</td><td>D04</td></tr></table> | GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                           |         |      |          |       |      |  |  | پروژه | بسته کاری | صادر کننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه | BK | W018S | PEDCO | 110 | GT | RT | 0001 | D04 | شماره صفحه : 61 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |         |      |          |       |      |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| پروژه                                                                                     | بسته کاری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | صادر کننده                                                                         | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال | نسخه |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |
| BK                                                                                        | W018S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PEDCO                                                                              | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04  |  |  |       |           |            |         |      |          |       |      |    |       |       |     |    |    |      |     |                       |

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

• مطابق اطلاعات دریافتی از کارفرمای محترم، تاریخ ابلاغ قرارداد پروژه میدان نفتی بینک پیش از تاریخ 1401/01/01 است. لذا باتوجه به متن "آیین نامه بتن ایران (آبا)-تجدید نظر دوم"، اجرای مفاد آیین نامه مذکور در این پروژه لازم الاجرا نمی باشد و می توان از آیین نامه بتن تجدید نظر اول استفاده نمود. با توجه به قرارگیری محل پروژه در سواحل خلیج فارس و نتایج آزمایش شیمیایی، درنظرگیری ضوابط طرح مخلوط و خواص بتن برای شرایط محیطی در سواحل جنوبی کشور مبثت 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  $300 \text{ kg/m}^3$  (نسبت آب به سیمان نباید از 0/55 تجاوز کند) و حداقل رده ی بتن (مقاومت مشخصه) C25 استفاده نمود. در نهایت نیز طرح اختلاط مصوب توسط شرکت ذی صلاح با درنظر 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

|  | <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>D04</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 | D04 | 0001 | RT | GT | 110 | PEDCO | W018S | BK | شماره صفحه : 62 از 65 |
| GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |      |         |            |           |       |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| نسخه                                                                             | سریال                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | نوع مدرک                                                                           | رشته | تسهیلات | صادر کننده | بسته کاری | پروژه |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |
| D04                                                                              | 0001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RT                                                                                 | GT   | 110     | PEDCO      | W018S     | BK    |  |  |      |       |          |      |         |            |           |       |     |      |    |    |     |       |       |    |                       |

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

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

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                       |           |           |         |      |          |       |                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 : 63 از 65                                                              |
|                                                                                           | پروژه                                                                                                                                                                                 | بسته کاری | صادرکننده | تسهیلات | رشته | نوع مدرک | سریال |                                                                                    |
|                                                                                           | BK                                                                                                                                                                                    | W018S     | PEDCO     | 110     | GT   | RT       | 0001  | D04                                                                                |

خاک نباشد و یا اینکه هزینه تعویض خاک مقرون به صرفه نباشد باید روش اصلاح و بهبود خاک مورد بررسی قرار گیرد تا چنانچه از نظر فنی قابل توجیه باشد تثبیت بستر راه و خاکریزی انجام گردد.

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

- تثبیت خاک و مصالح دانه ای با آهک
- تثبیت خاک و مصالح شنی با سیمان پرتلند
- تثبیت خاک و مصالح شنی با قیر
- تثبیت خاکها با ترکیبی از مواد تثبیت کننده

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

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



|                                                                                   |                                                                                                                                                                                 |                            |                             |                        |                    |                        |                       |                     |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br/> فعالیت های رو زمینی در بسته های کاری تحت الارض<br/> ساخت موقعیت چاه، تاسیسات سرچاهی و خطوط جریانی<br/> مربوط به موقعیت W018S</p> |                            |                             |                        |                    |                        |                       |                     |  |
| <p>شماره پیمان:<br/>053 - 073 - 9184</p>                                          | <p>GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT- W018S</p>                                                                                                                                 |                            |                             |                        |                    |                        |                       |                     | <p>شماره صفحه : 64 از 65</p>                                                       |
|                                                                                   | <p>پروژه<br/>BK</p>                                                                                                                                                             | <p>بسته کاری<br/>W018S</p> | <p>صادر کننده<br/>PEDCO</p> | <p>تسهیلات<br/>110</p> | <p>رشته<br/>GT</p> | <p>نوع مدرک<br/>RT</p> | <p>سریال<br/>0001</p> | <p>نسخه<br/>D04</p> |                                                                                    |

## پیوست ها

پیوست ۱

تصاویر و مستندات پروژه



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



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





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



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



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

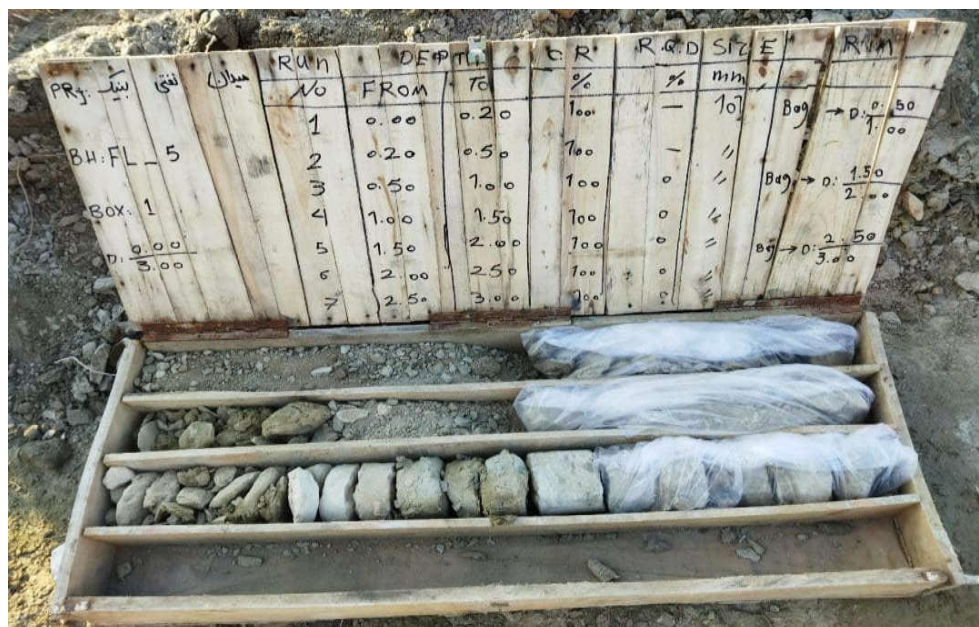


FL-03-CoreBox 1-Depth (0.0-3.0 m)





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



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





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

## پیوست ۲

شرح پیمایش گمانه های ماشینی و مقاطع عرضی

پیوست ۱-۲

شرح پیمایش طولی گمانه های ماشینی



Barangeotechnics

**BORING NUMBER BH-FL-1**

PAGE 1 OF 1

|                                                 |                        |                                         |                             |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|
| <b>CLIENT</b> _____                             |                        | <b>PROJECT NAME</b> <u>Binak</u>        |                             |
| <b>PROJECT NUMBER</b> <u>589</u>                |                        | <b>PROJECT LOCATION</b> <u>Booshehr</u> |                             |
| <b>DATE STARTED</b> _____                       | <b>COMPLETED</b> _____ | <b>GROUND ELEVATION</b> <u>0 m</u>      | <b>HOLE SIZE</b> <u>127</u> |
| <b>DRILLING CONTRACTOR</b> _____                |                        | <b>GROUND WATER LEVELS:</b>             |                             |
| <b>DRILLING METHOD</b> <u>Continuous Coring</u> |                        | <b>AT TIME OF DRILLING</b> <u>--</u>    |                             |
| <b>LOGGED BY</b> <u>S.B.</u>                    |                        | <b>AT END OF DRILLING</b> <u>--</u>     |                             |
| <b>NOTES</b> <u>X:437439 Y: 3291913</u>         |                        | <b>AFTER DRILLING</b> <u>--</u>         |                             |

| DEPTH<br>(m) | GRAPHIC LOG | MATERIAL DESCRIPTION                                                                                                                                                       | SAMPLE TYPE<br>NUMBER | RECOVERY %<br>(ROD) | 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 |              |
|              |             | Fill Material                                                                                                                                                              |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |             | SITYCLAY with SAND (CL-ML), 3.1% gravel, 13% sand, 84% fines, light brown, dry to moist, very stiff                                                                        | CR                    |                     |                             |                      |                                      |                         | 27                  | 20               | 7                   | 84           |
|              |             |                                                                                                                                                                            | SS                    |                     | 35-33-30<br>(63)            |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 2            |             | SILT WITH SAND, (ML) 7.1 % gravel, 11.1 % sand, 81.8 % fines, brown, dry to moist, hard                                                                                    | CR                    |                     |                             |                      |                                      |                         | 42                  | 29               | 13                  | 82           |
|              |             |                                                                                                                                                                            | SS                    |                     | 40-50/0.10                  |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |             | 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           |
| 4            |             |                                                                                                                                                                            |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 6            |             | CLAYSTONE, (CL), redish brown, dry to moist, completely weathered                                                                                                          | SS                    |                     | 67/0.05                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |             | 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           |
| 8            |             | 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           |
|              |             | SILTSTONE, (CL) 0% gravel, 1.9% sand, 98.1% fines, light brown, dry to moist, highly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL             | SS                    |                     | 67/0.08                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 10           |             |                                                                                                                                                                            | UD                    | (80)                |                             |                      | 1.96                                 | 7                       | 35                  | 24               | 11                  | 98           |
|              |             | MARL, (CL), (2% gravel, 2.4% sand, 95.6% fines, gravish brown, dry to moist), slightly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL           | UD                    | (80)                |                             |                      | 1.92                                 | 6                       | 39                  | 26               | 13                  | 96           |
|              |             | 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 |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 12           |             |                                                                                                                                                                            | 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           |
| 14           |             |                                                                                                                                                                            | CR                    |                     |                             |                      | 1.97                                 | 6                       | 29                  | 18               | 11                  | 75           |
|              |             |                                                                                                                                                                            | SS                    |                     | 67/0.03                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |

Bottom of borehole at 15.03 meters.

GEOTECH-BH COLUMNS 14001127-589-BINAK-W0185-REV09 - COPY.GPJ GINT STD CANADA LAB.GDT 3/15/22



barangeotechnics

## BORING NUMBER BH-FL-2

PAGE 1 OF 1

|                     |                      |                      |          |
|---------------------|----------------------|----------------------|----------|
| CLIENT              |                      | PROJECT NAME         | Binak    |
| PROJECT NUMBER      | 589                  | PROJECT LOCATION     | Booshehr |
| DATE STARTED        |                      | COMPLETED            |          |
| DRILLING CONTRACTOR |                      | GROUND ELEVATION     | 0 m      |
| DRILLING METHOD     | Continuous Coring    | HOLE SIZE            | 127      |
| LOGGED BY           | P.A                  | GROUND WATER LEVELS: |          |
| CHECKED BY          |                      | AT TIME OF DRILLING  | --       |
| NOTES               | X:437656 Y : 3291810 | 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            |                | SILTSTONE, (SM), 17.4% gravel, 39.7% sand, 42.9% fines, grayish brown, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as SM, most gravel size particle are cemented silt. | CR                    |                     |                             |                      | 1.77                                 | 10                      | NP                  | NP               | NP                  | 43           |
| 2            |                | MARL, (CL), 29.1% gravel, 2.5% sand, 68.4% fines, dark brown, dry to moist, completely to highly weathered, after 24 hours soaking in water, the sample is classified as CL, most gravel particle are cemented silt.    | SS                    |                     | 67/0.08                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                |                                                                                                                                                                                                                         | CR                    | 40                  |                             |                      | 1.85                                 | 11                      | 42                  | 27               | 15                  | 68           |
| 3            |                | CLAYSTONE, (CL), 0% gravel, 1.8% sand, 98.2% fines, brown, dry to moist, highly weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL.                                                              | UD                    | 40                  |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                |                                                                                                                                                                                                                         | SS                    |                     | 67/0.05                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |

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 \_\_\_\_\_ GROUND ELEVATION 4 m HOLE SIZE 127

DRILLING CONTRACTOR \_\_\_\_\_ GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD Continuous Coring AT TIME OF DRILLING --

LOGGED BY P.A CHECKED BY \_\_\_\_\_ AT END OF DRILLING --

NOTES X:438070 Y:3291356 AFTER DRILLING --

| DEPTH<br>(m) | GRAPHIC<br>LOG | MATERIAL DESCRIPTION                                                                                                                                                                                     | SAMPLE TYPE<br>NUMBER | RECOVERY %<br>(ROD) | 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           |
|              |                |                                                                                                                                                                                                          | SS                    |                     | 67/0.07                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 2            |                | MARL, (CL), 1.4% gravel, 6.2% sand, 92.4% fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel size particle are cemented clay.  | CR                    |                     |                             |                      | 1.83                                 | 9                       | 44                  | 27               | 17                  | 92           |
|              |                |                                                                                                                                                                                                          | SS                    |                     | 67/0.07                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                |                                                                                                                                                                                                          |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
| 3            |                | MARL, (CL), 5.4% gravel, 10.4% sand, 84.2% fines, gray, dry to moist, completely weathered, after 24 hours soaking in water the sample is classified as CL, most gravel size particle are cemented clay. | CR                    |                     |                             |                      | 1.87                                 | 10                      | 35                  | 21               | 14                  | 84           |
|              |                |                                                                                                                                                                                                          | SS                    |                     | 67/0.06                     |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |
|              |                |                                                                                                                                                                                                          |                       |                     |                             |                      |                                      |                         |                     |                  |                     |              |

Bottom of borehole at 3.06 meters.



barangeotechnics

**BORING NUMBER BH-FL-4**

PAGE 1 OF 1

CLIENT \_\_\_\_\_ PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589 PROJECT LOCATION Booshehr

DATE STARTED \_\_\_\_\_ COMPLETED \_\_\_\_\_ GROUND ELEVATION 16 m HOLE SIZE 127

DRILLING CONTRACTOR \_\_\_\_\_ GROUND WATER LEVELS:

DRILLING METHOD Continuous Coring AT TIME OF DRILLING --

LOGGED BY P.A CHECKED BY \_\_\_\_\_ AT END OF DRILLING --

NOTES X:438516 Y:3291167 AFTER DRILLING --

| DEPTH<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                    |                     |                             |                      |                                      |                         | NP                  | NP               | NP                  | 57           |
|              |                | 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>(ROD) | 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>(ROD) | 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

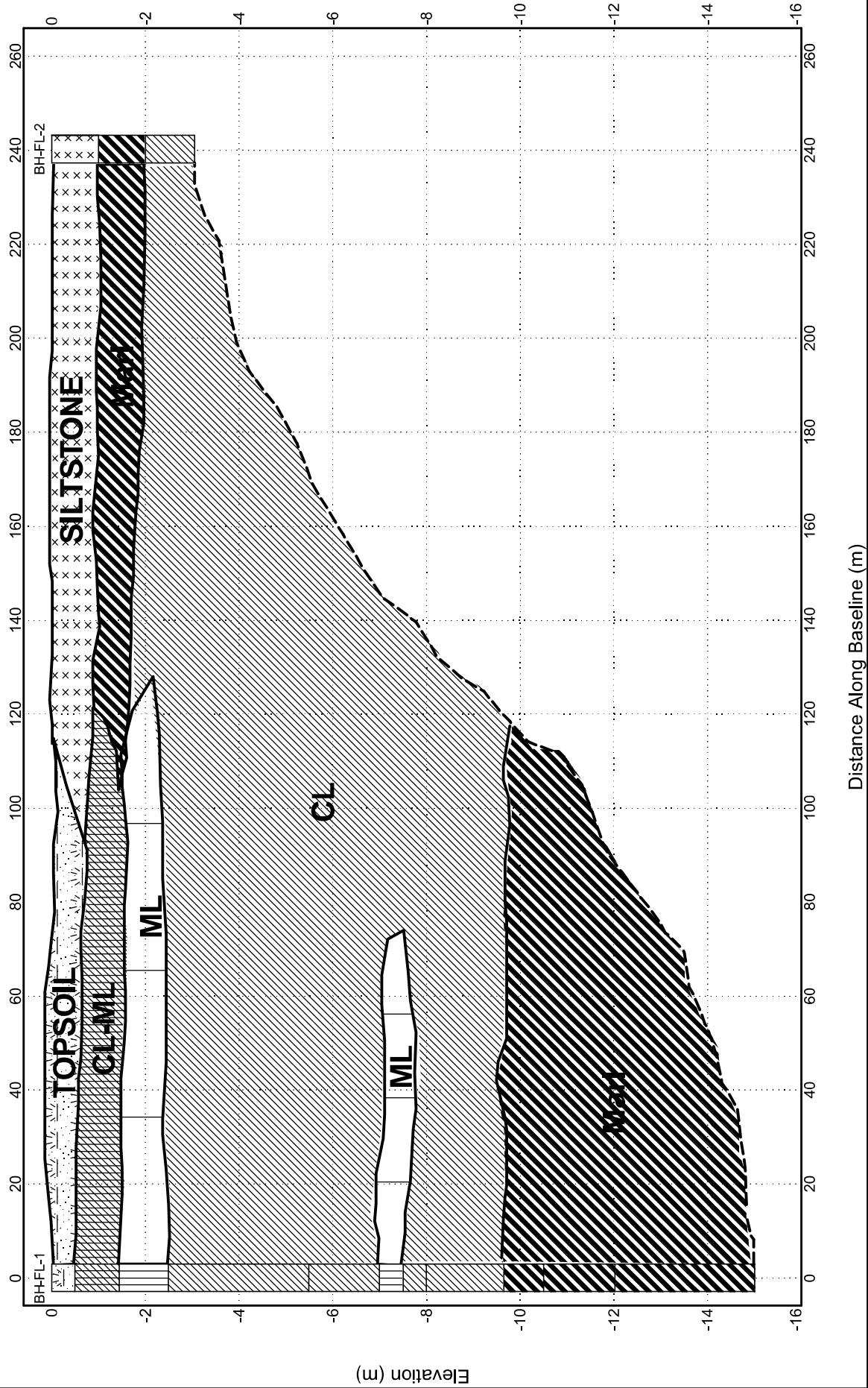
# SUBSURFACE DIAGRAM

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

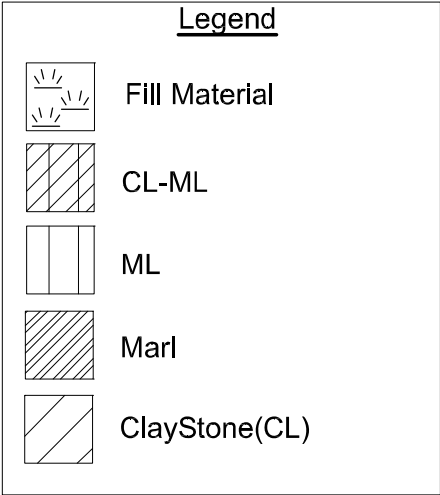
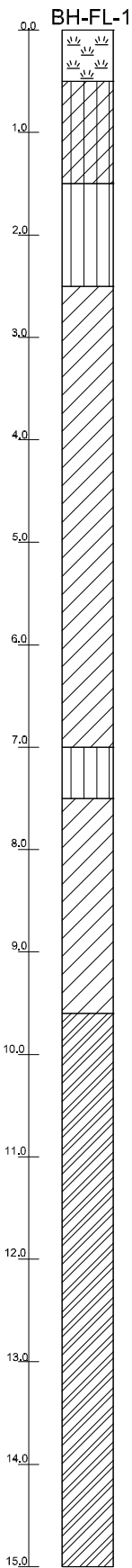
PROJECT LOCATION Booshehr



CLIENT \_\_\_\_\_  
PROJECT NUMBER 589

PROJECT NAME Binak-W-018S  
PROJECT LOCATION Booshehr

Elevation (m)



Barangeotechnics

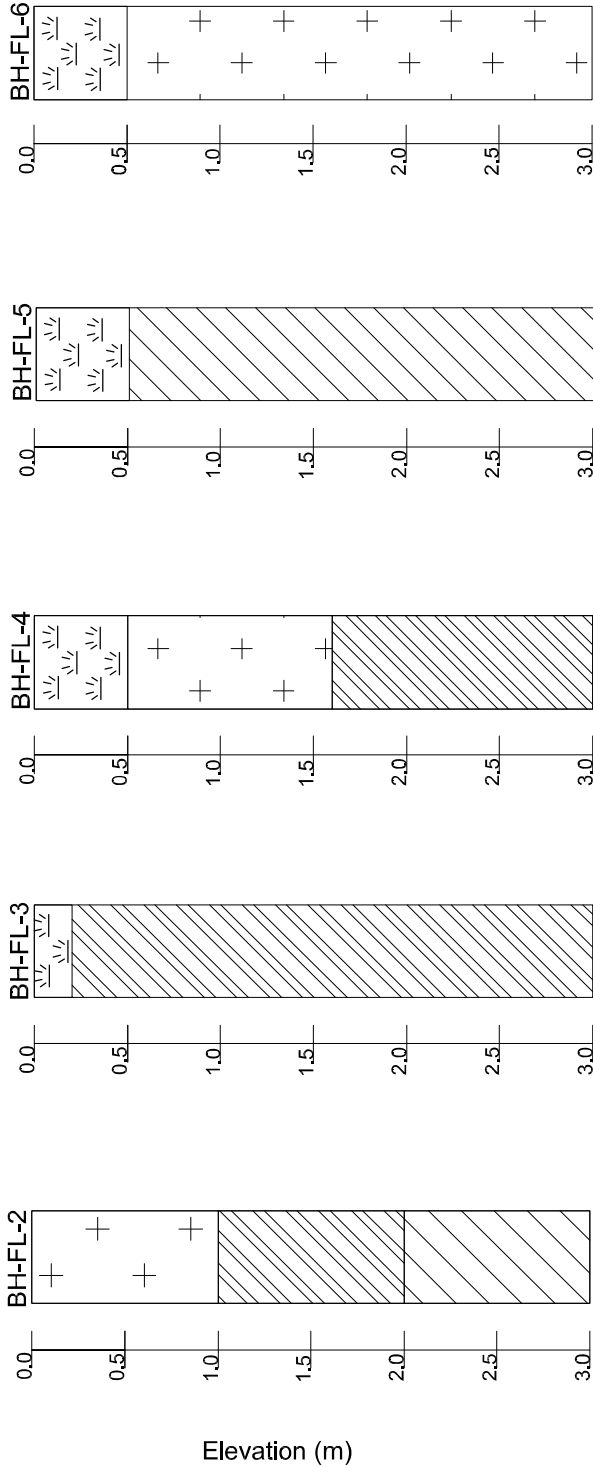
CLIENT

PROJECT NUMBER 589

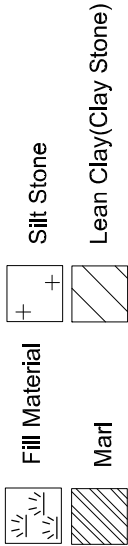
PROJECT NAME Binak-W-018S

PROJECT LOCATION Booshehr

SUBSURFACE DIAGRAM



Legend



پیوست ۳

آزمایشات صحرائی

پیوست ۱-۳

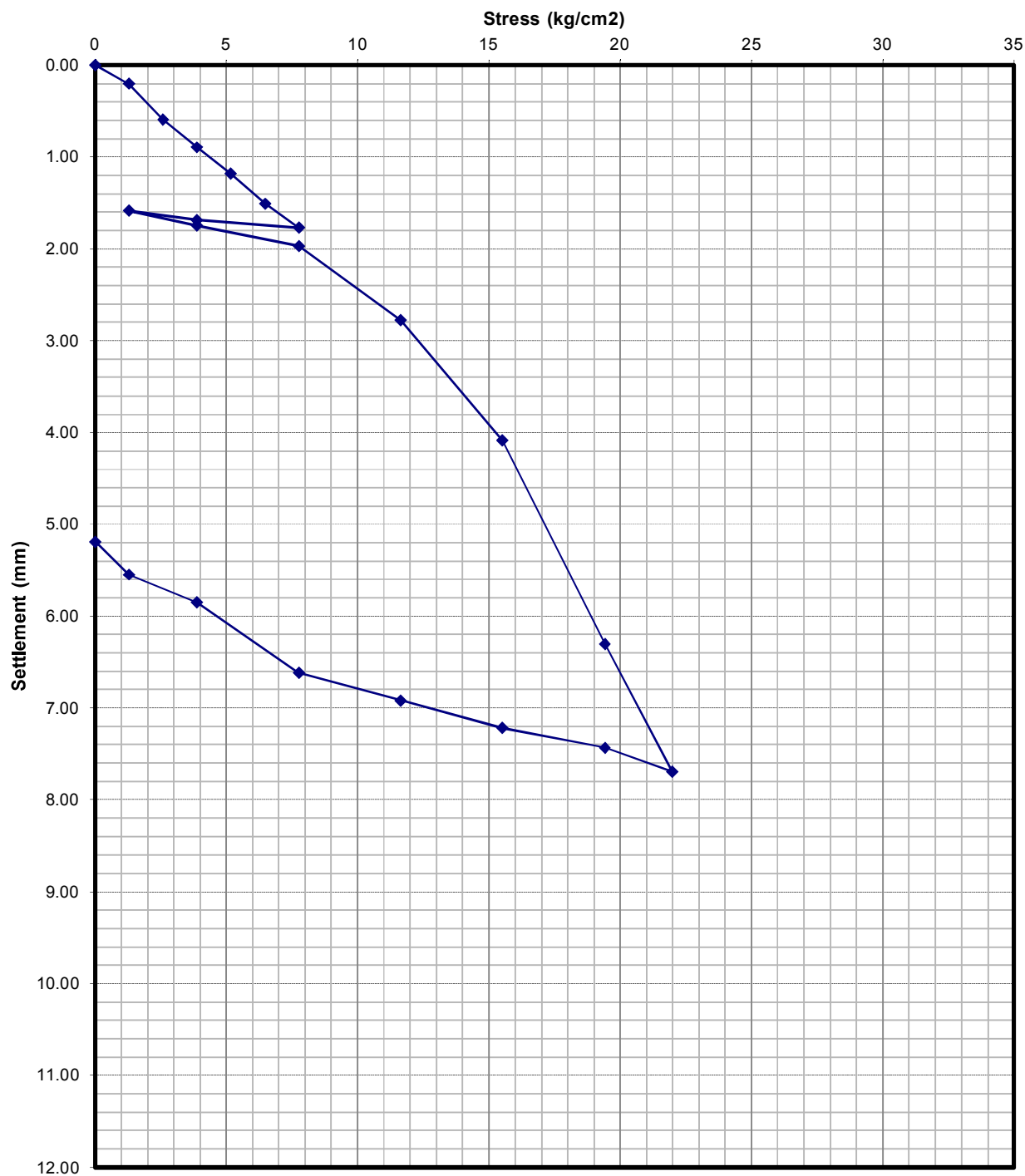
آزمایش بارگذاری صفحه





## Plate Load Test Results

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



پیوست ۲-۳

آزمایش CBR



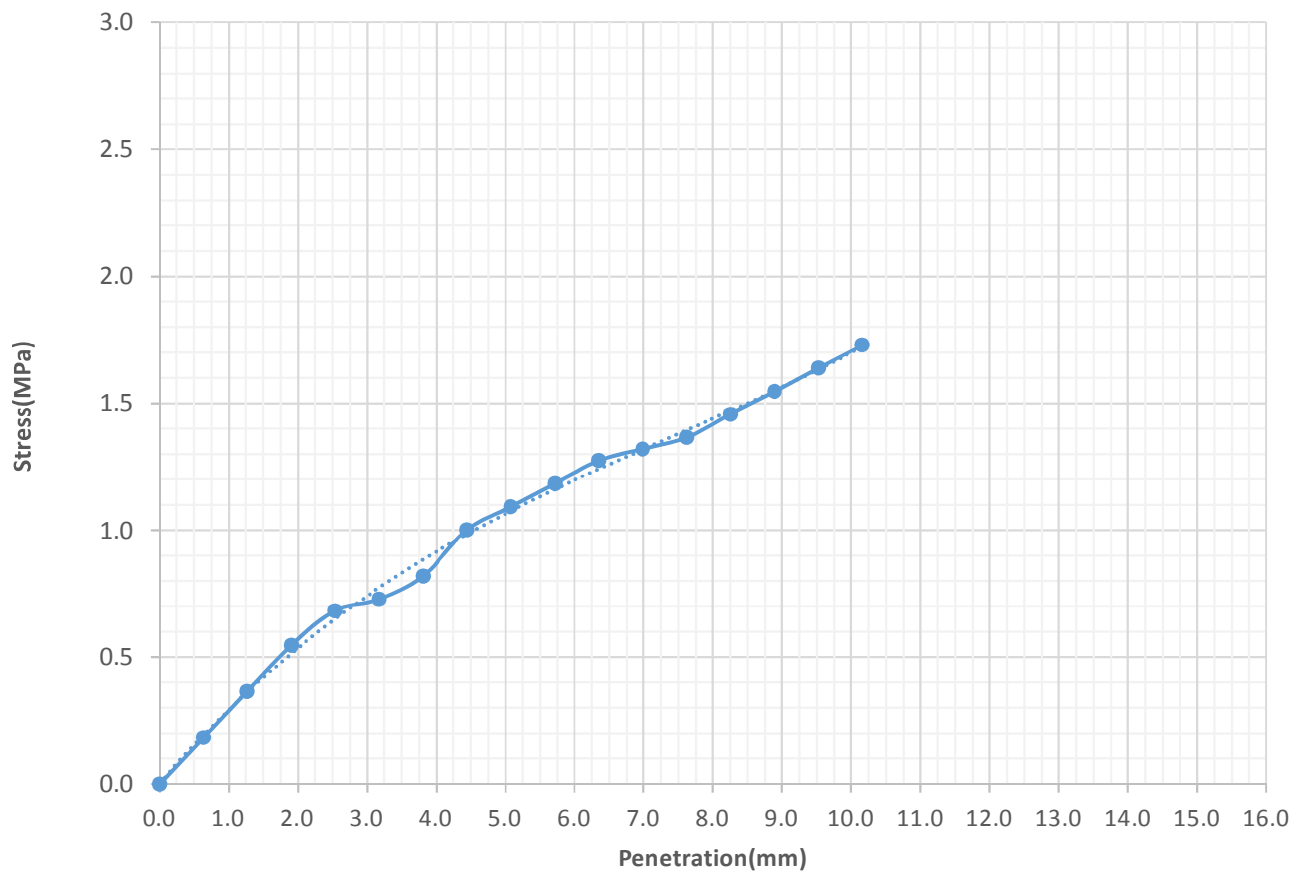
## Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place (ASTM D4429)

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

**Location:** CBR1-W-018S

**Client:**

**Depth:** Ground Level



**CBR VALUE:**

|                     |      |   |
|---------------------|------|---|
| Penetration-2.54 mm | 9.9  | % |
| Penetration-5.08 mm | 10.6 | % |



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

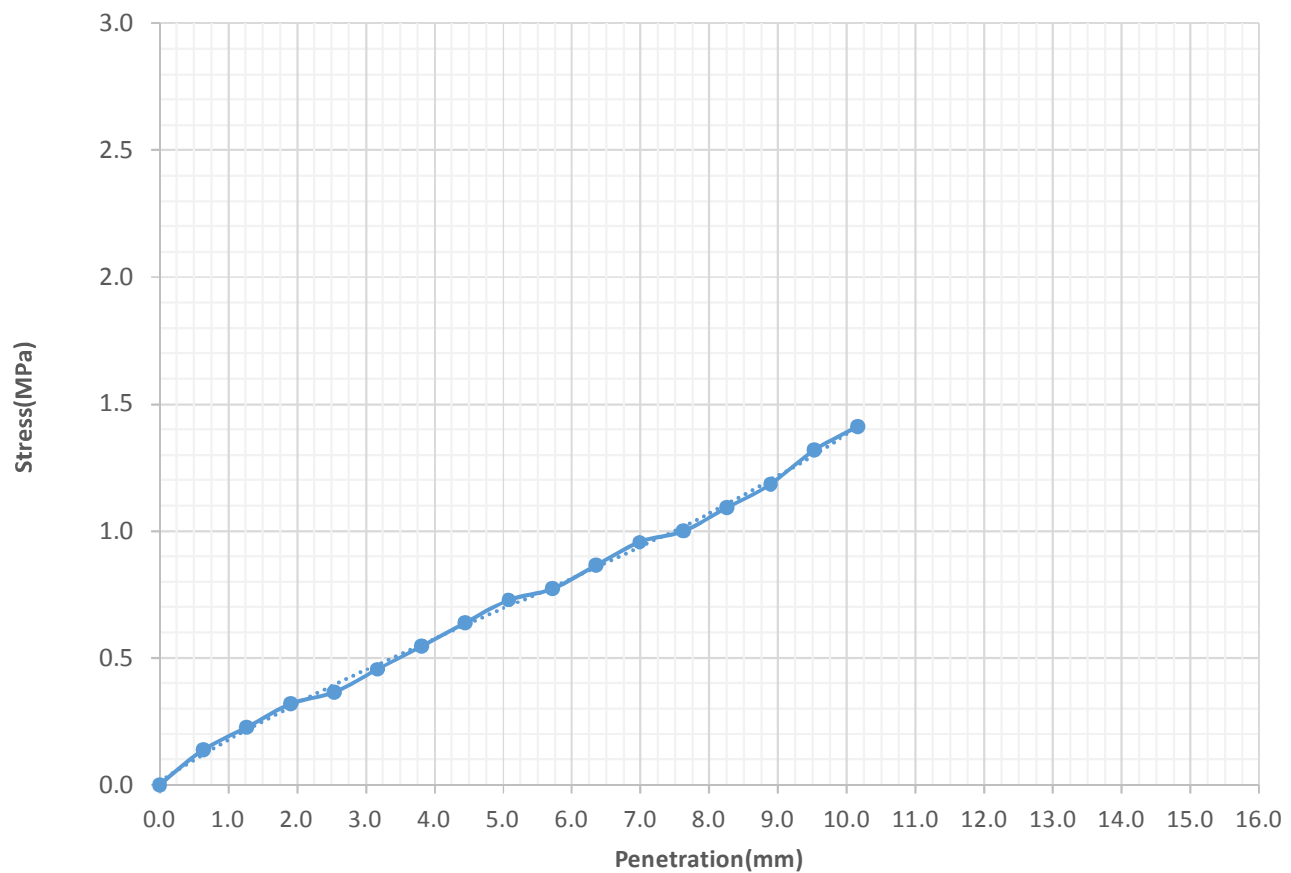
Project Name:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه نگهداشت و افزایش تولید میدان  
نفتی بینک

Location: CBR2-W-018S

Client:

Depth: Ground Level



CBR VALUE:

|                     |     |   |
|---------------------|-----|---|
| Penetration-2.54 mm | 5.3 | % |
| Penetration-5.08 mm | 7.1 | % |

پیوست ۳-۳

آزمایش اندازه گیری دمای خاک

# Soil Temperature Measurement



Client:

Project:

Date:

Site:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

۴دی الی ۱۶ دی ۱۴۰۰

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



## Goelectrical Resistivity Test

CLIENT

PROJECT NAME

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

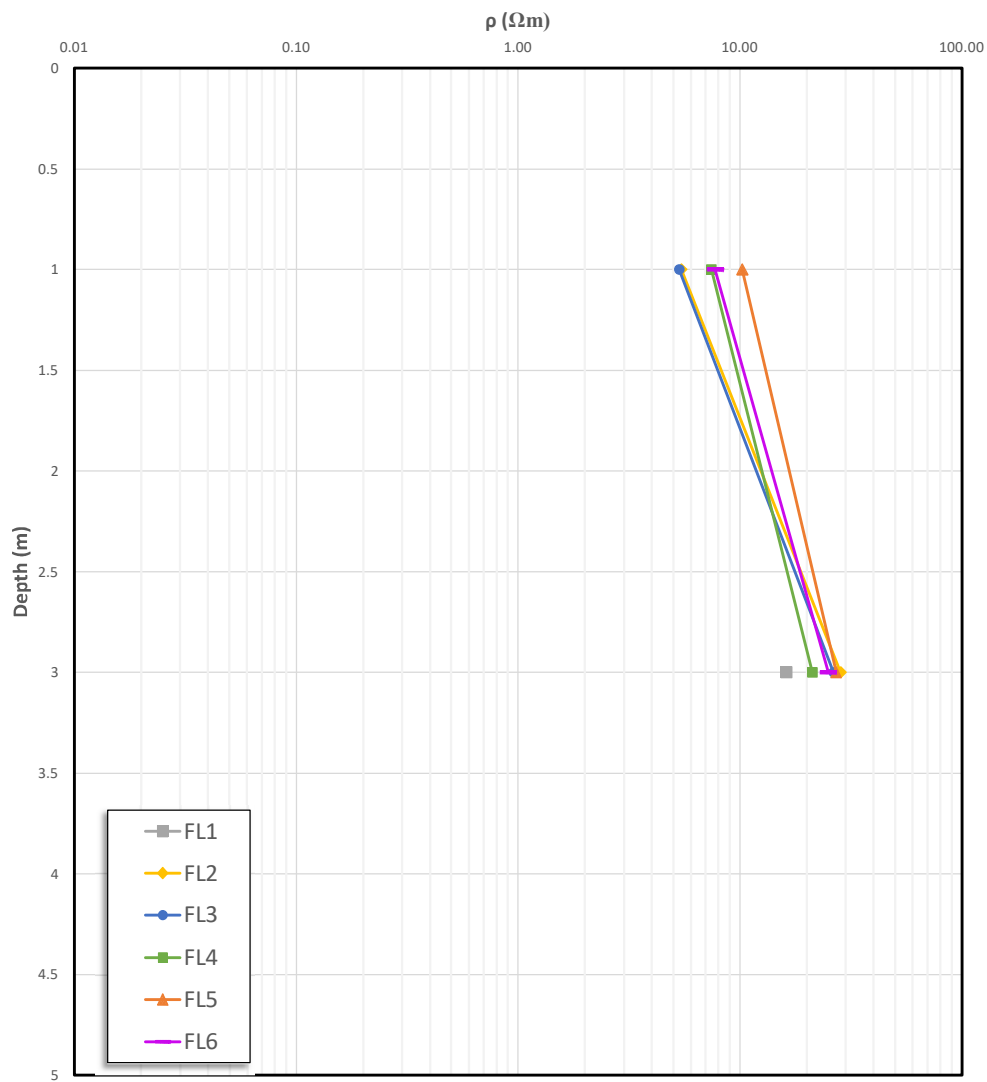
PROJECT NUMBER

۵۸۹

PROJECT LOCATION

بوشهر

Variation of Apparant Electrical Resistivity in W-0018S



پیوست ۴

آزمایشات آزمایشگاهی و

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی

پیوست ۴-۱

آزمایش دانه بندی



Barangeotechnics

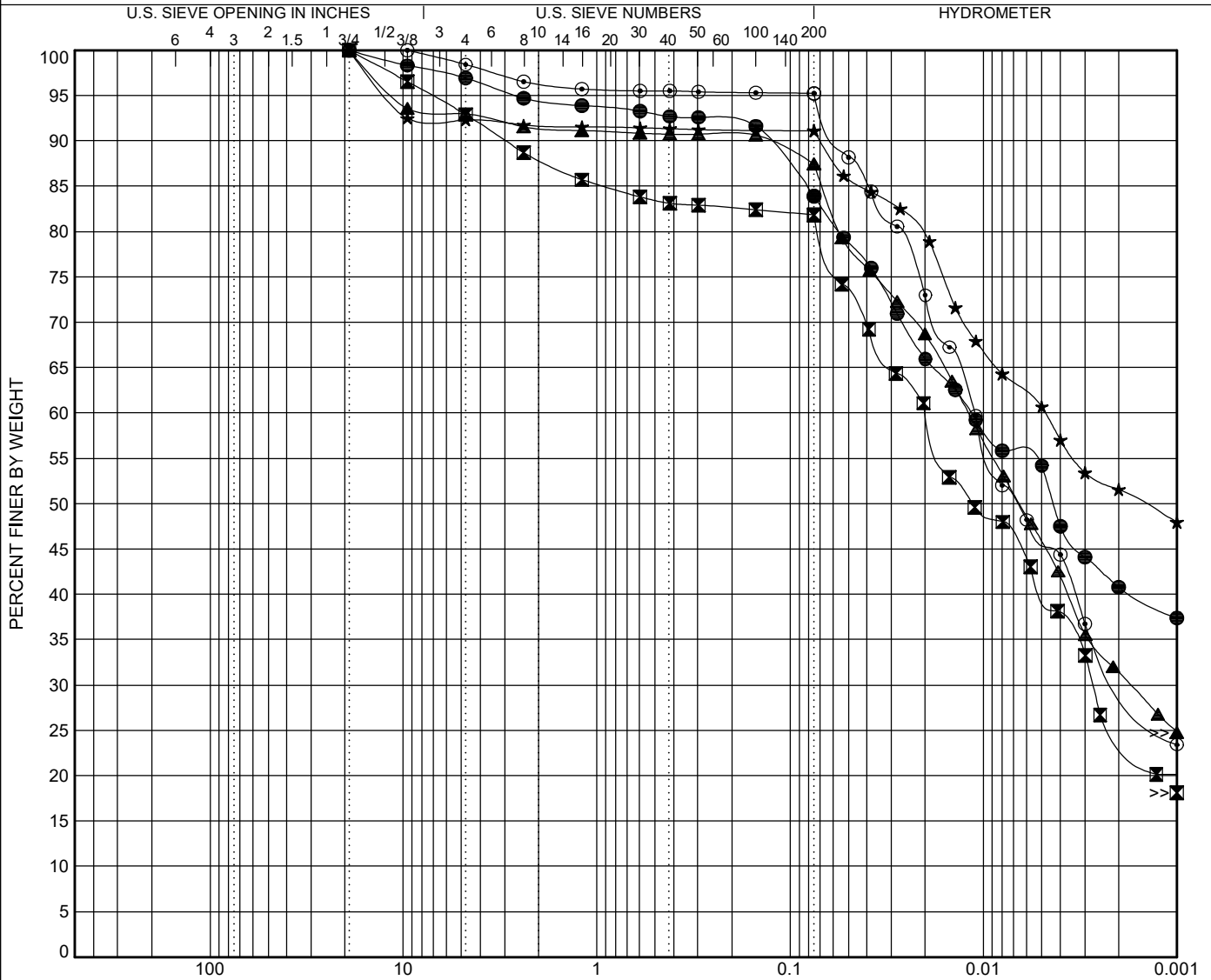
# GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



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

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



Barangeotechnics

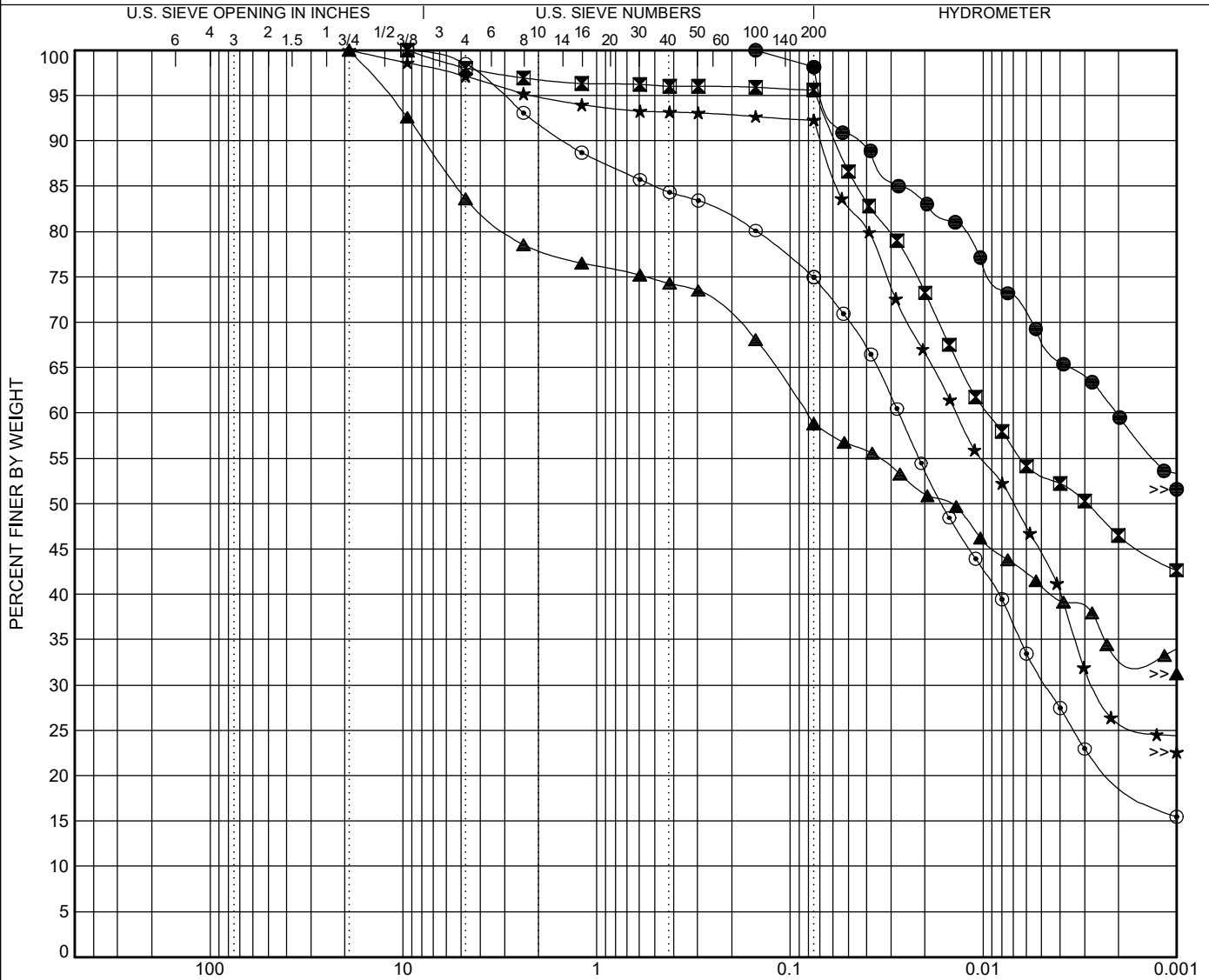
# GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



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

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





Barangeotechnics

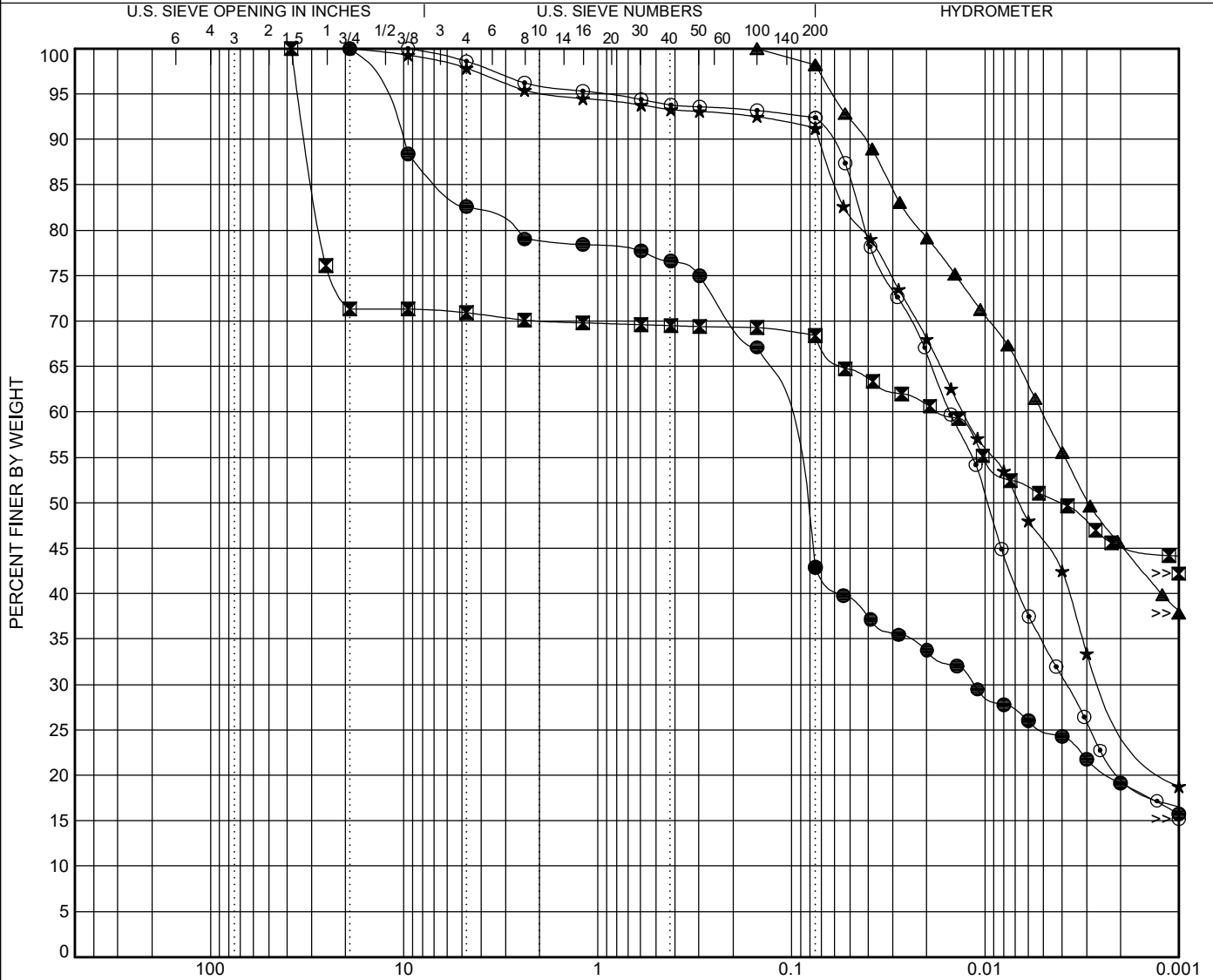
# GRAIN SIZE DISTRIBUTION

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

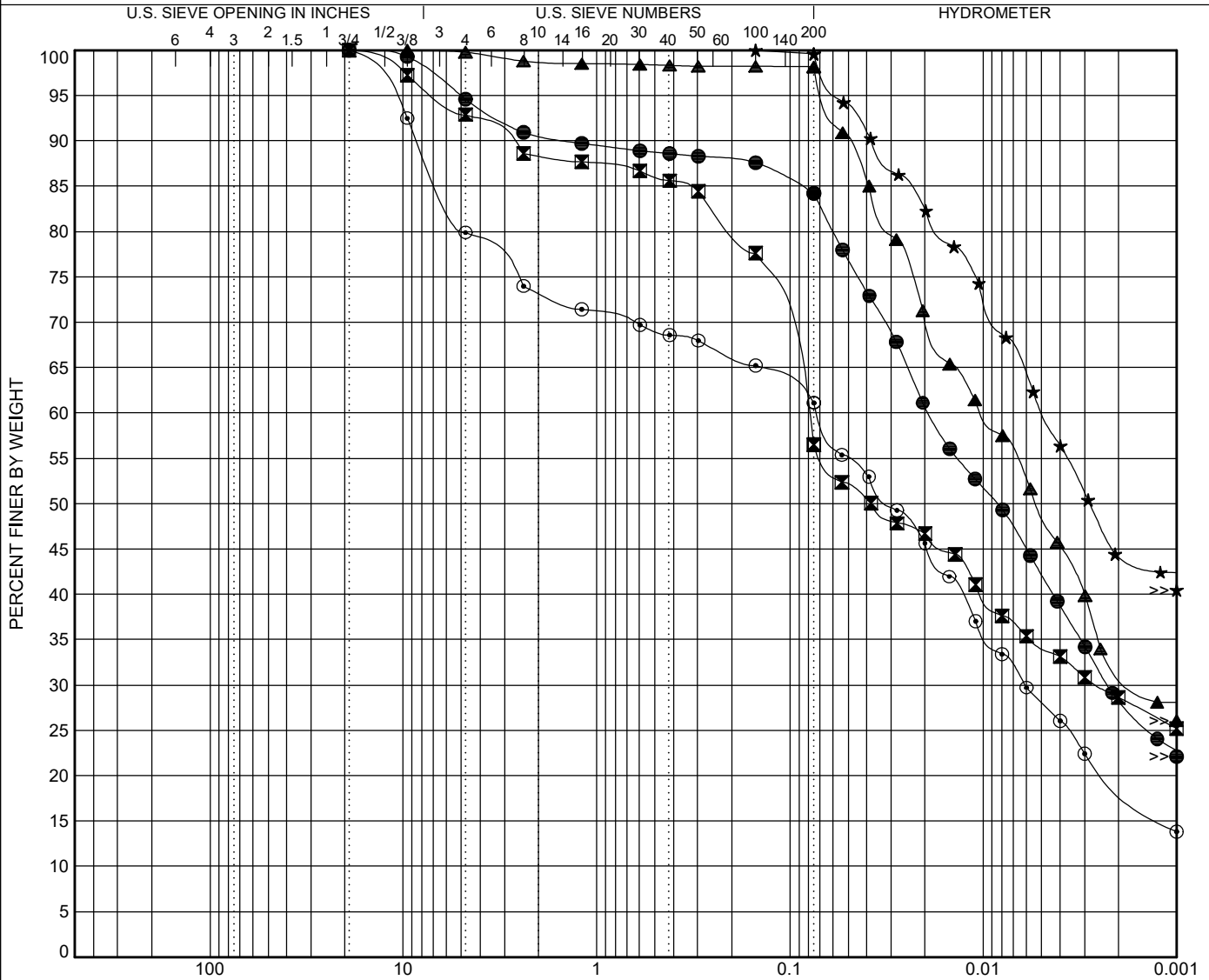
# GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CLIENT

PROJECT NAME Binak

PROJECT NUMBER 589

PROJECT LOCATION Booshehr



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

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

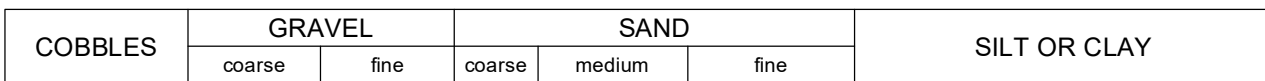


**CLIENT**

**PROJECT NAME** Binak

PROJECT NUMBER 589

**PROJECT LOCATION** Booshehr

[illegible]

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

پیوست ۲-۴

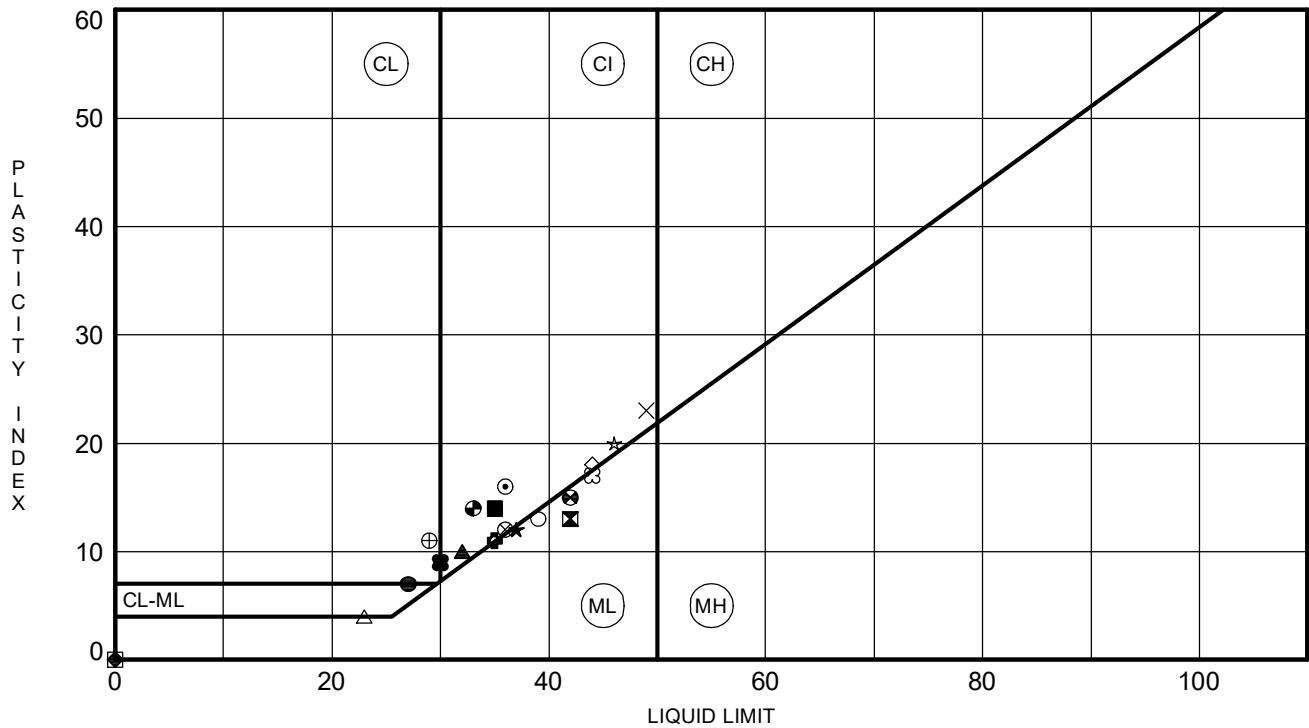
آزمایش حدود اتربرگ



Barangeotechnics

**ATTERBERG LIMITS' RESULTS**

CLIENT \_\_\_\_\_

PROJECT NAME BinakPROJECT NUMBER 589PROJECT 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)    |

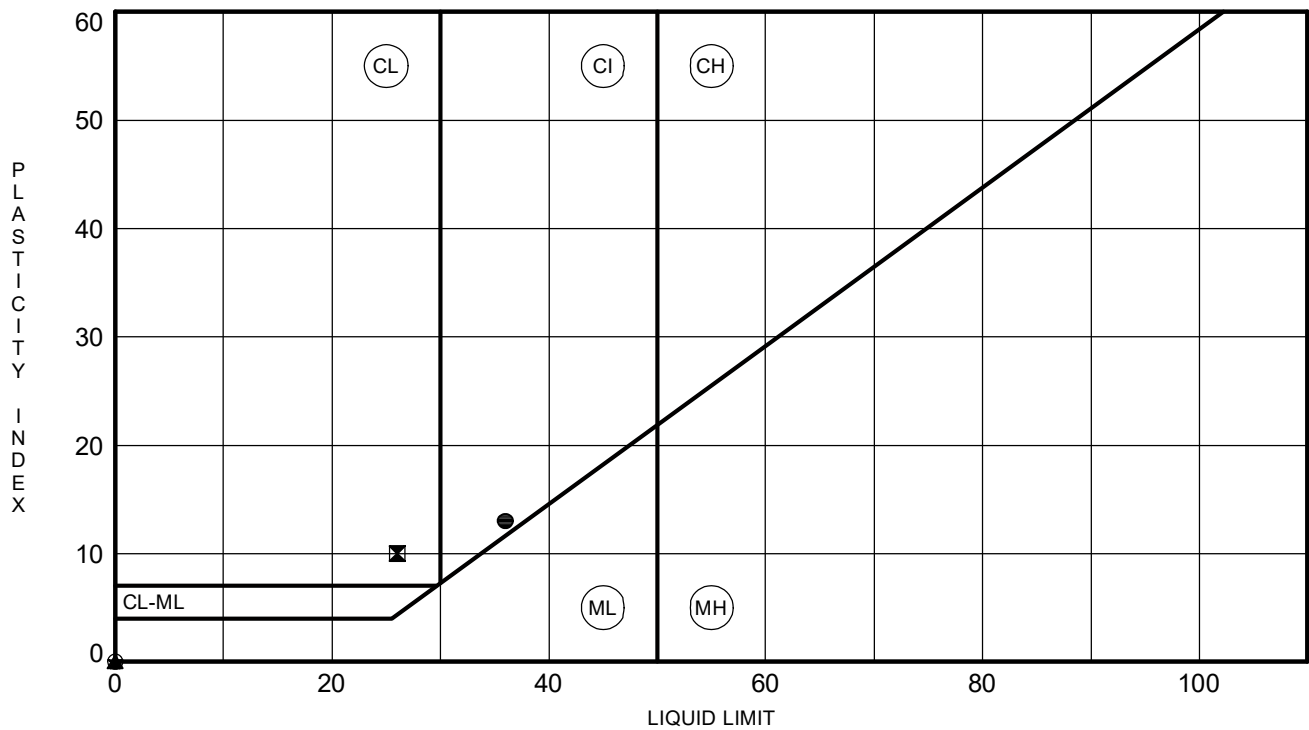
## ATTERBERG LIMITS' RESULTS

## CLIENT

**PROJECT NAME** Binak

PROJECT NUMBER 589

**PROJECT LOCATION** Booshehr

[illegible]

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                             |                |            |

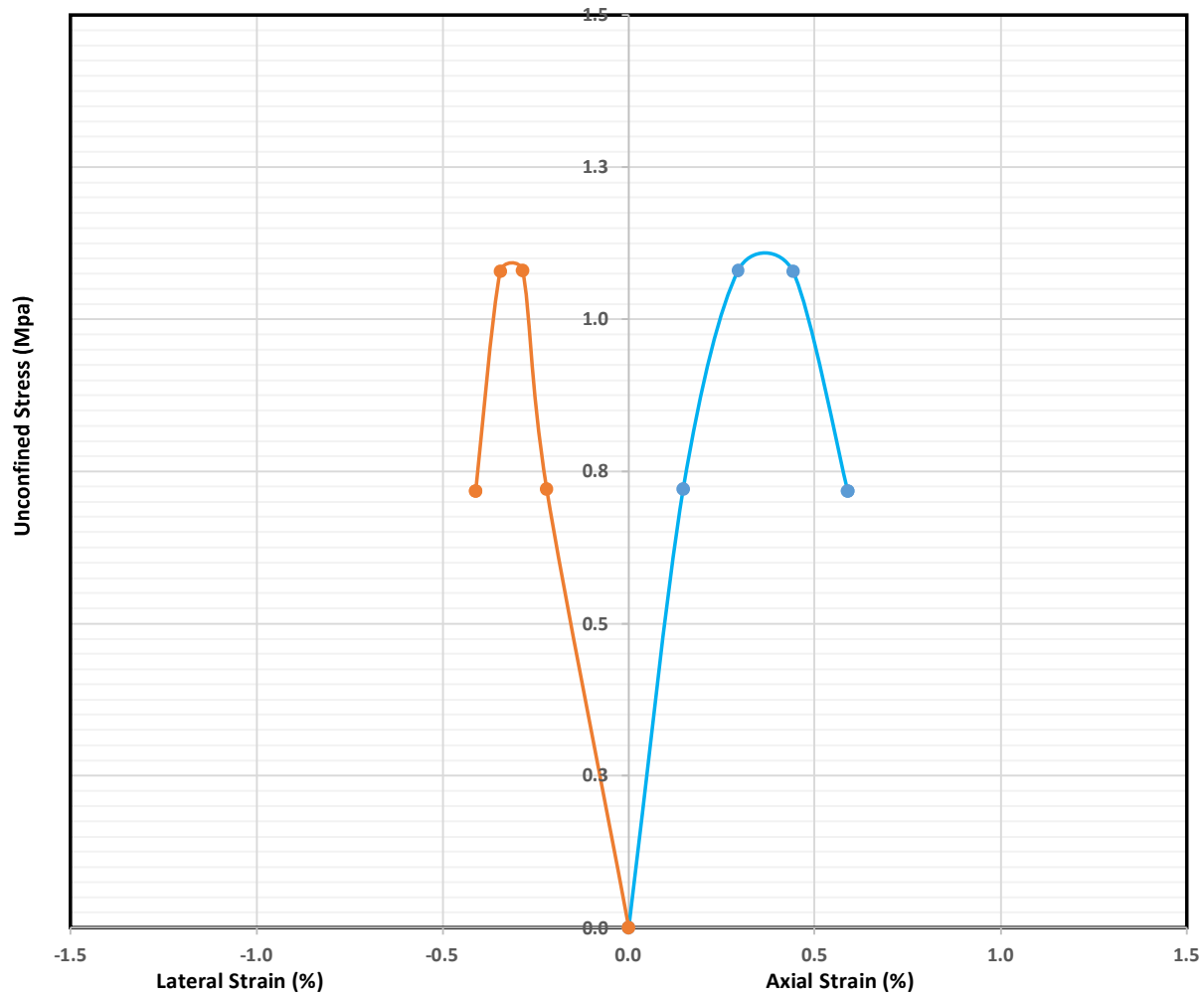
پیوست ۴-۴

آزمایش تک محوری



# Uniaxial Compression Test

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



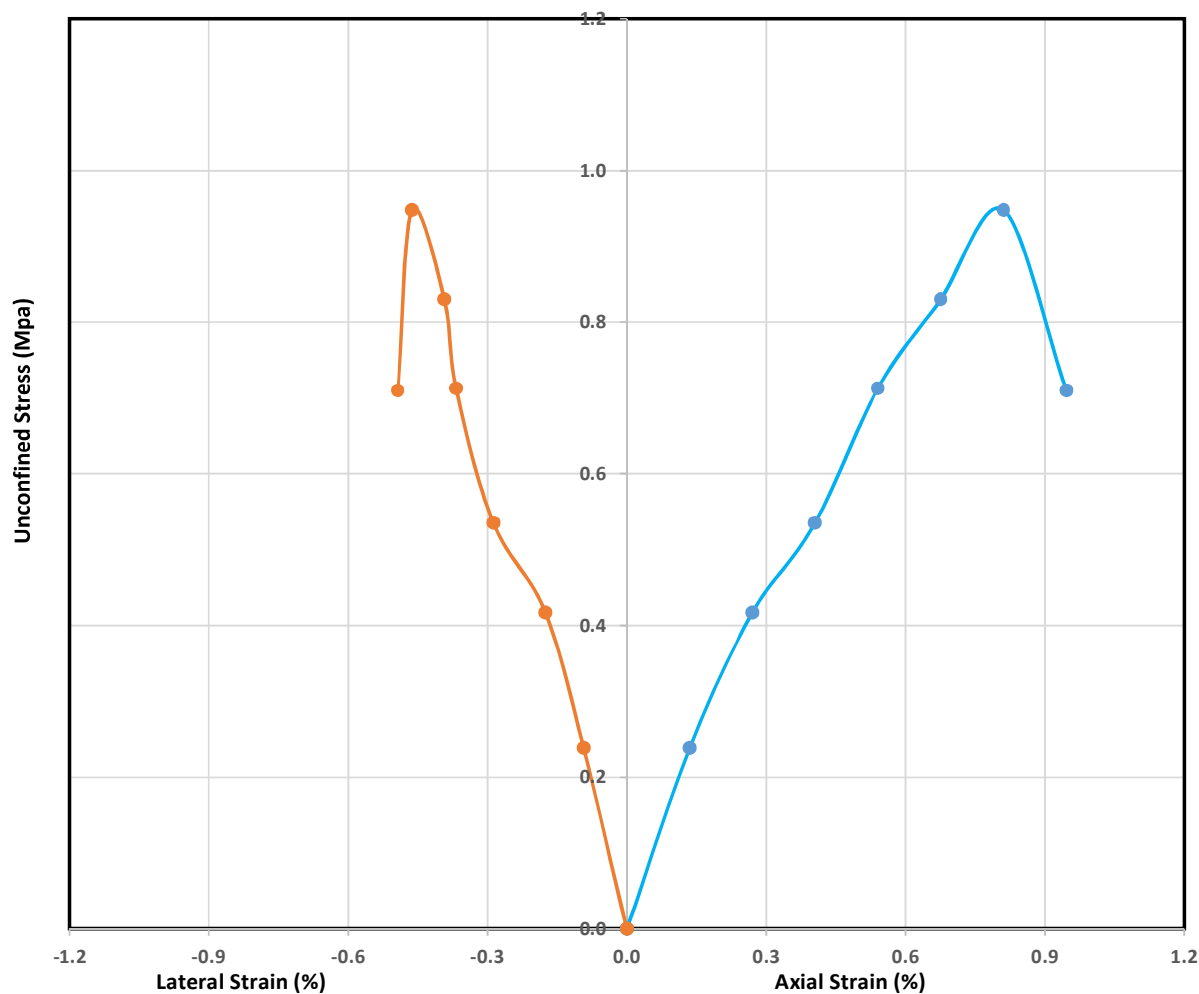
| Sample Specification |         | Initial Condition                  |       |
|----------------------|---------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-1 | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 19.97 |
| Depth (m):           | 7.7-7.9 | Dry Density (kN/m <sup>3</sup> ):  | 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 \_\_\_\_\_ بوشهر



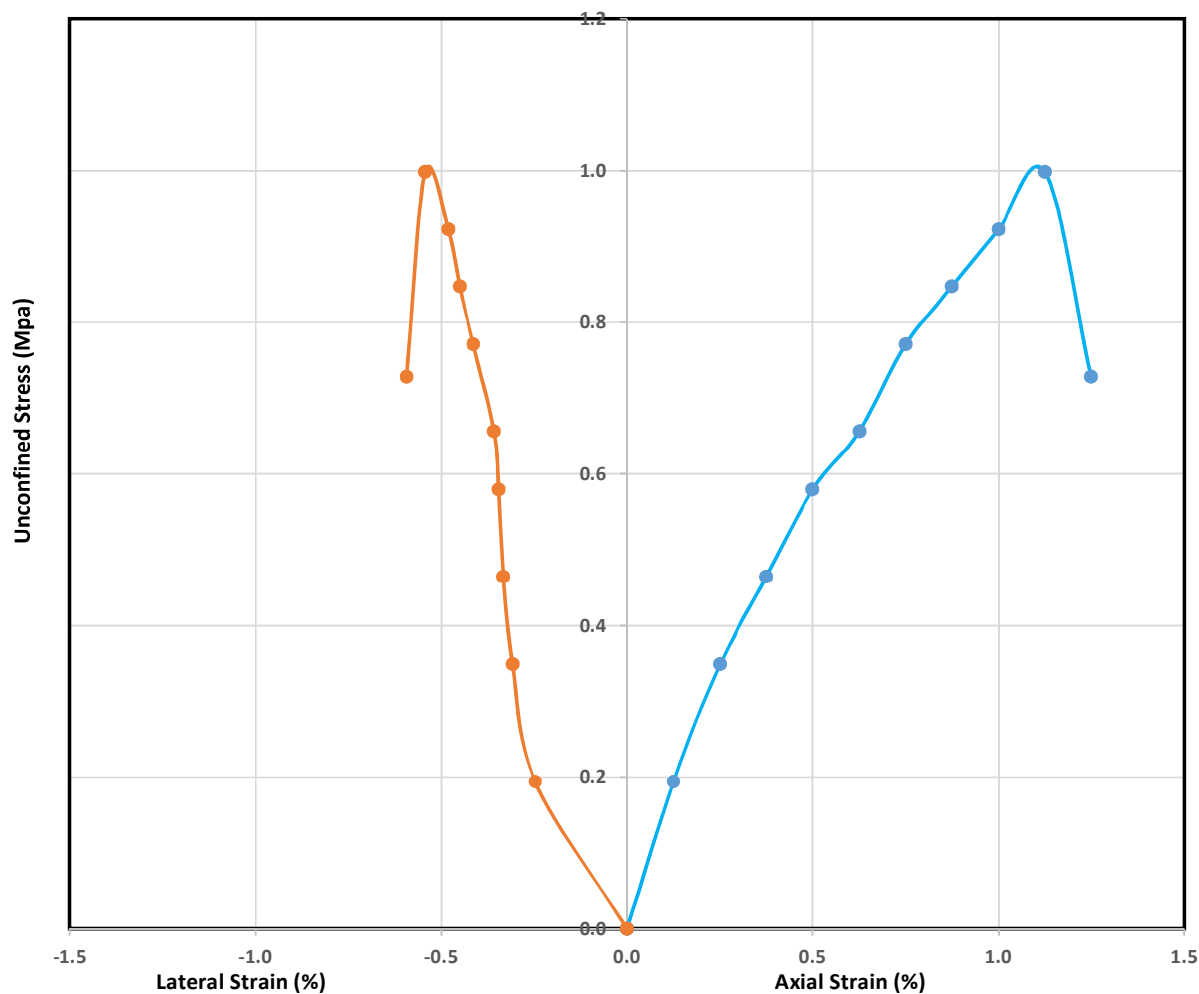
| Sample Specification |           | Initial Condition                  |       |
|----------------------|-----------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-1   | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 20.39 |
| Depth (m):           | 10.1-10.5 | Dry Density (kN/m <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 بوشهر



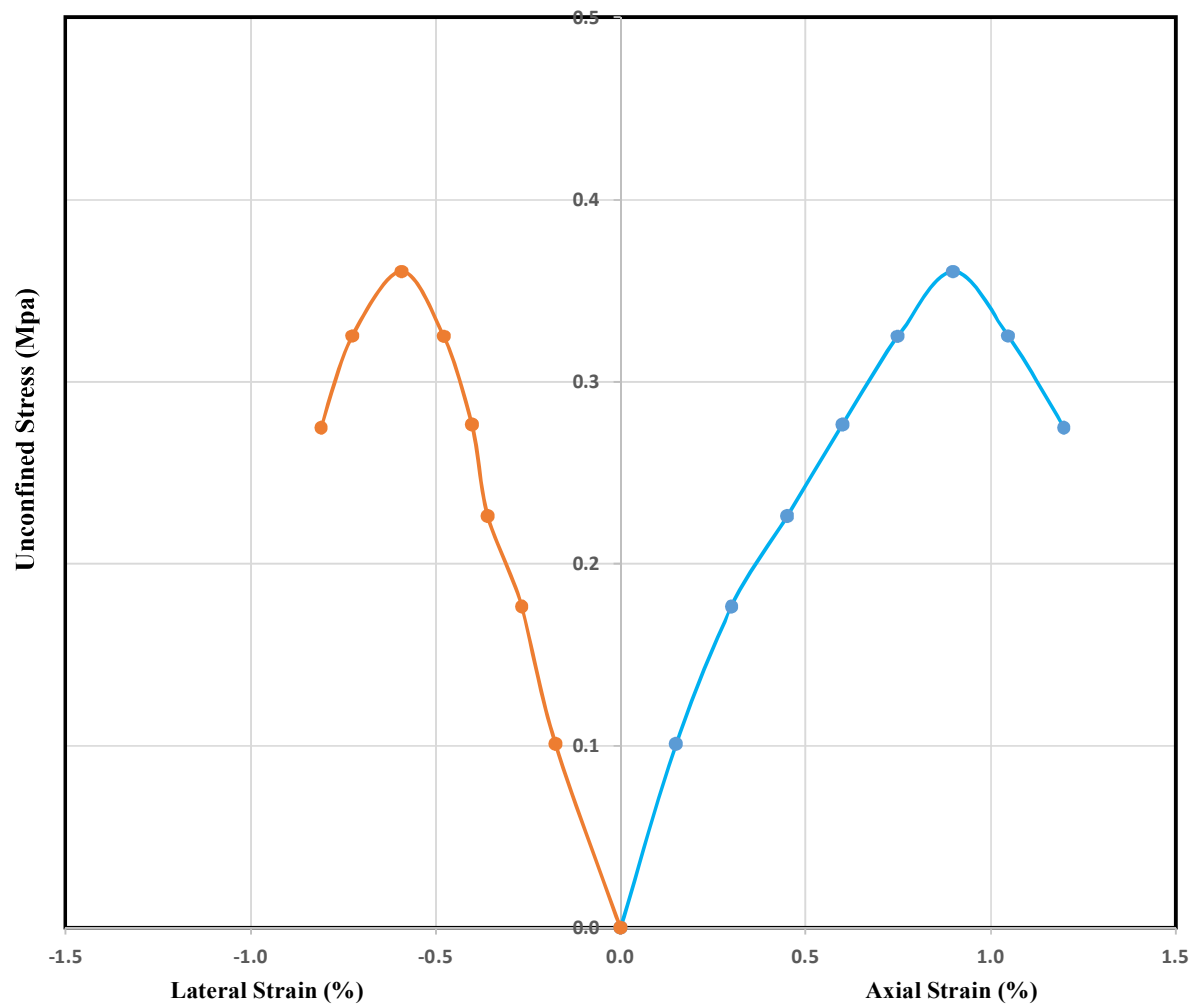
| Sample Specification |            | Initial Condition                  |       |
|----------------------|------------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-1    | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 20.39 |
| Depth (m):           | 13.0-13.35 | Dry Density (kN/m <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



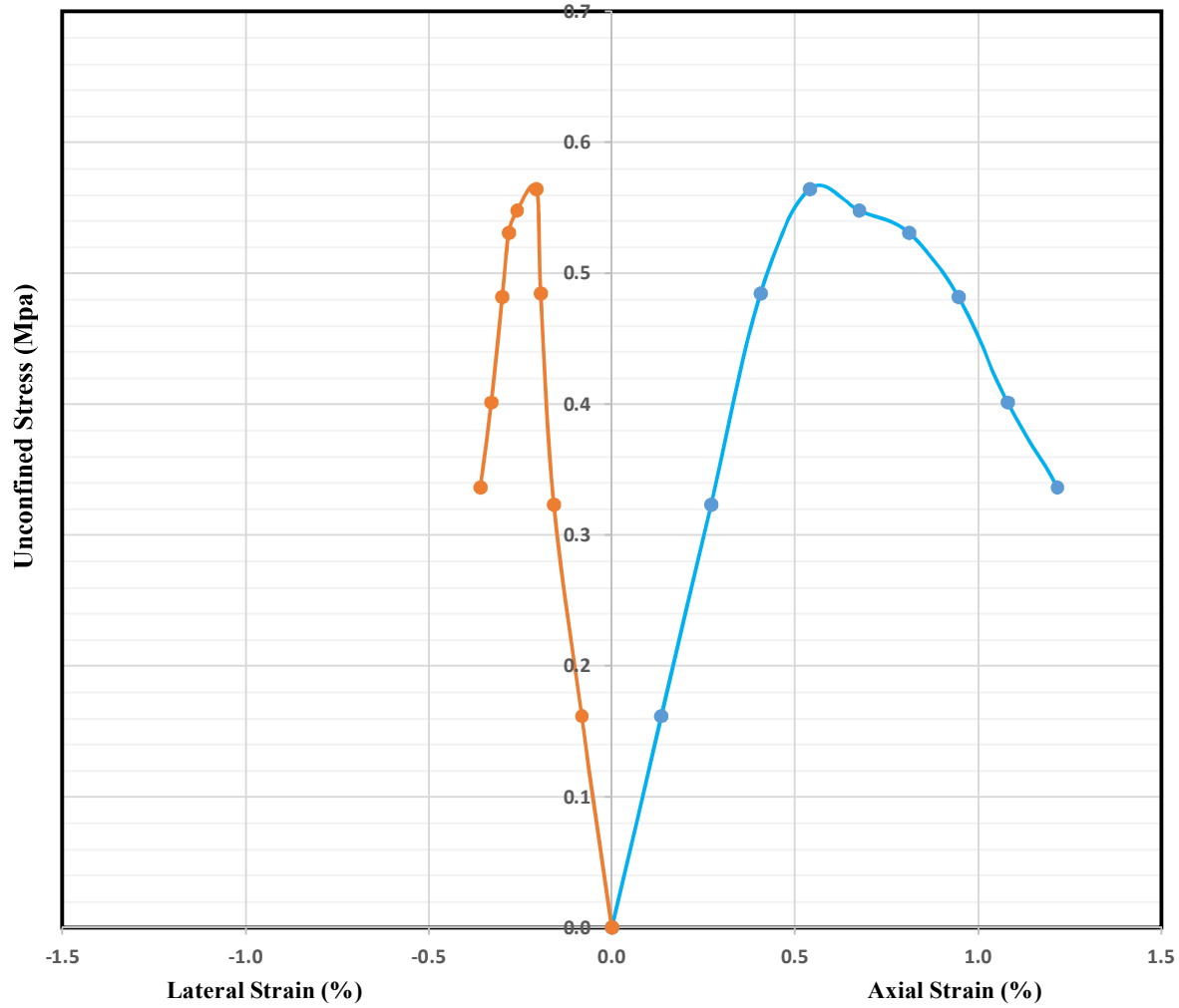
| Sample Specification |         | Initial Condition                  |       |
|----------------------|---------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-2 | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 20.16 |
| Depth (m):           | 2.7-3.0 | Dry Density (kN/m <sup>3</sup> ):  | 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



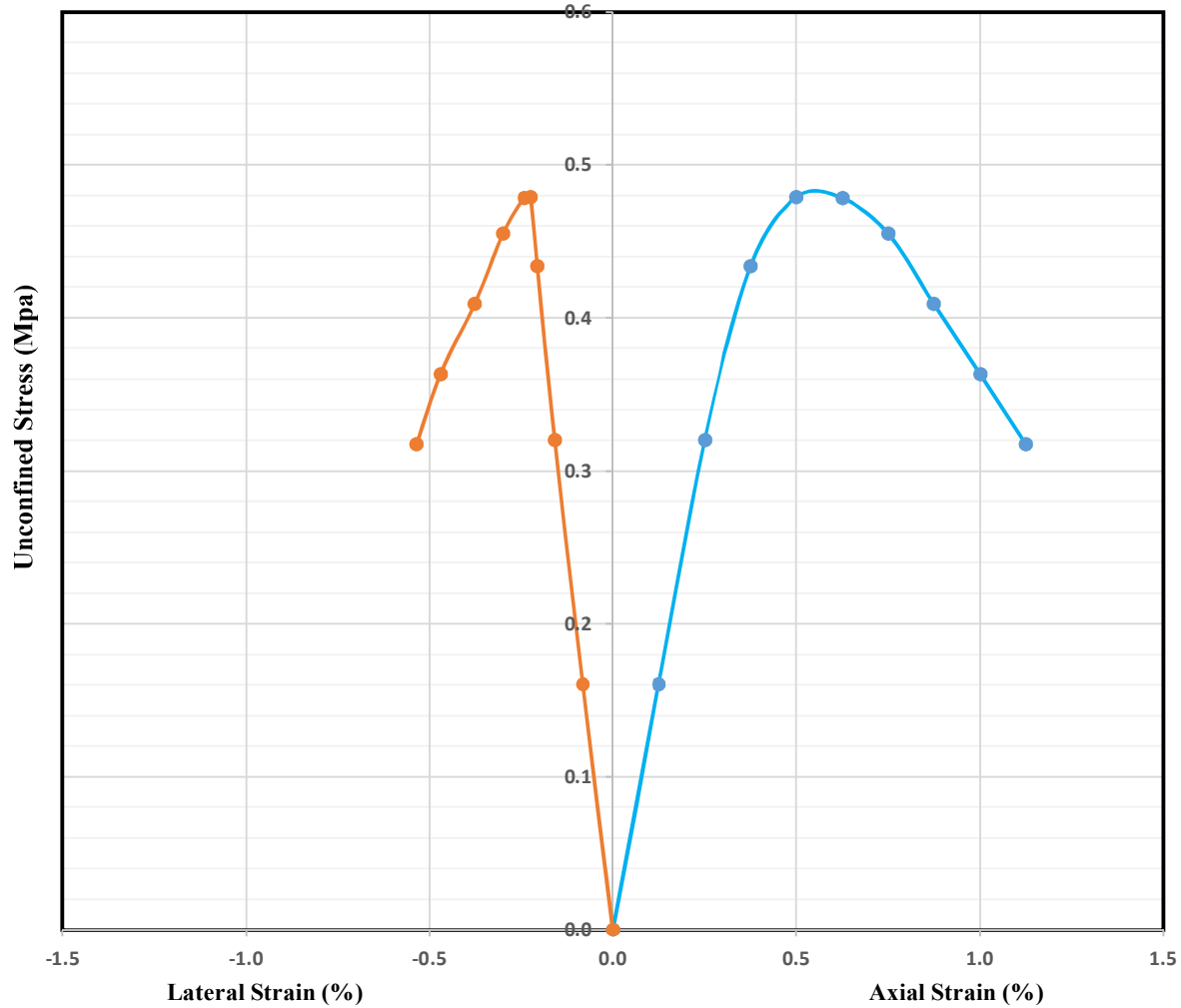
| Sample Specification |         | Initial Condition                  |       |
|----------------------|---------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-3 | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 19.82 |
| Depth (m):           | 1.5-2.0 | Dry Density (kN/m <sup>3</sup> ):  | 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



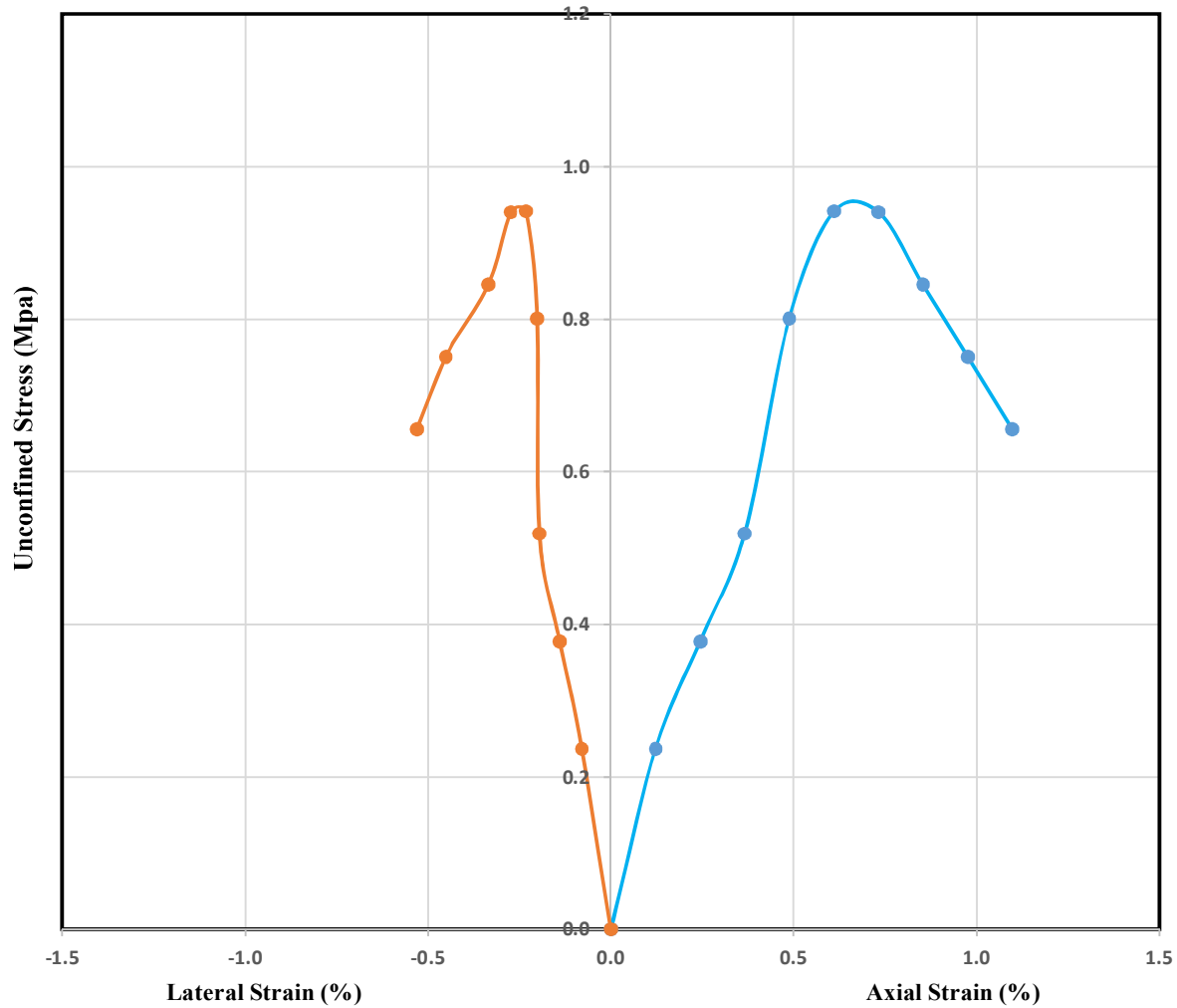
| Sample Specification |          | Initial Condition                  |       |
|----------------------|----------|------------------------------------|-------|
| Borehole ID:         | BH-FL-4  | Bulk Density (kN/m <sup>3</sup> ): | 19.84 |
| Depth (m):           | 2.45-2.7 | Dry Density (kN/m <sup>3</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 \_\_\_\_\_ یوشهر



| 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:

Client :

Project No.:

مطالعات ژئوتکنیک پروژه بینک

589



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

Note:

$$D_e = 4A/\pi$$

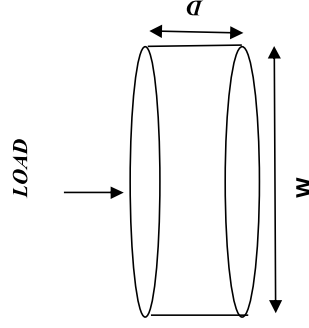
$$A = WD$$

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

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

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

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



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 (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 | -                  |

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 (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       | -                  |

مقادیر پیشنهادی پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک طبیعی در زون سه

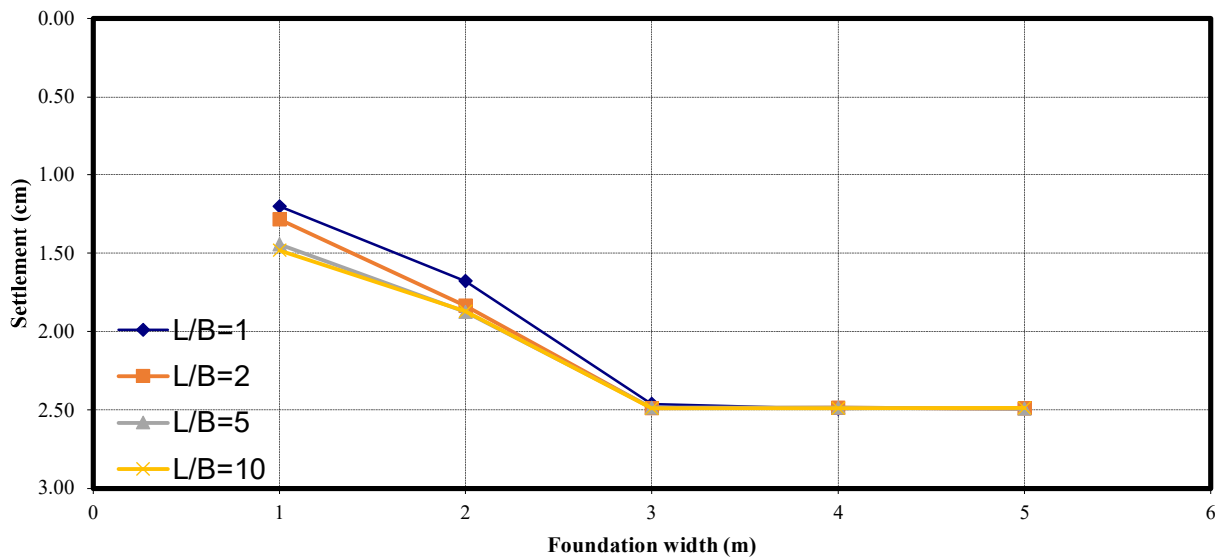
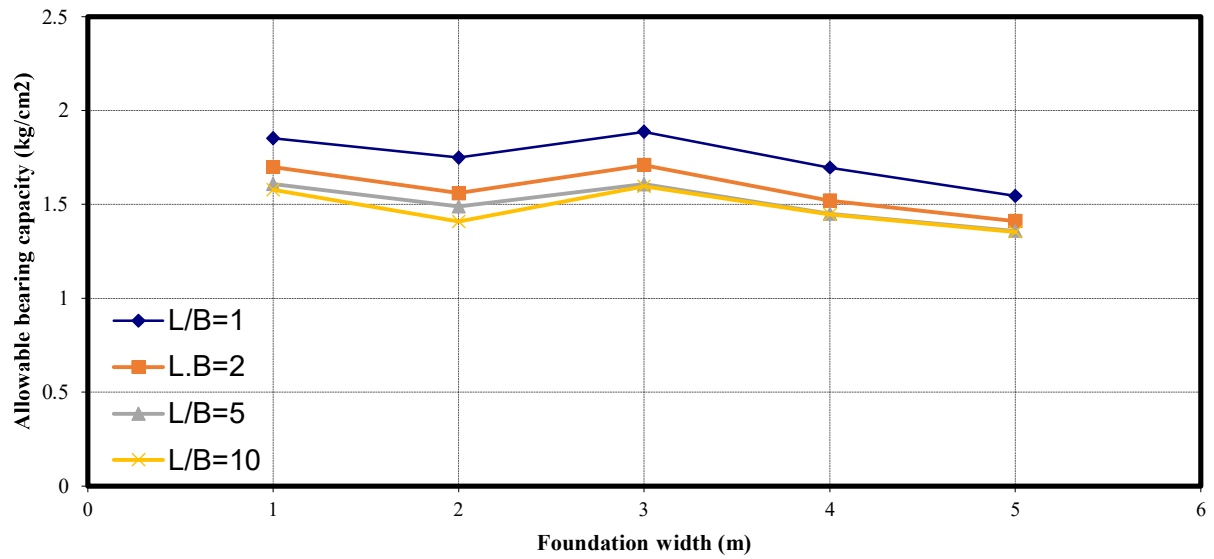
| Layer type according to Unified method              | CL        | Very Poor Rock | Unit               |
|-----------------------------------------------------|-----------|----------------|--------------------|
| ***Depth                                            | 0.2-1     | 1-3            | m                  |
| Soil internal friction angle long term ( $\phi_d$ ) | -         | -              | Degree             |
| Soil cohesion (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      | -                  |

## پیوست ۵

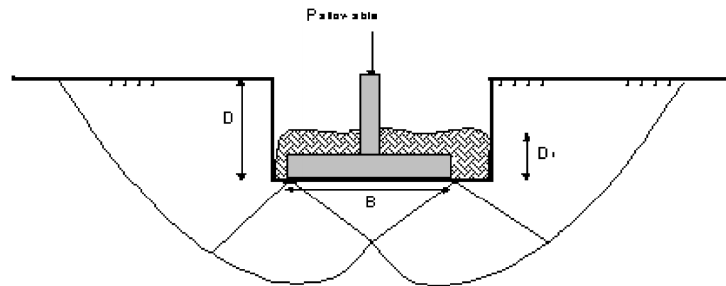
ظرفیت باربری پی های سطحی،

ضریب عکس العمل بستر و ضرایب فشار جانبی خاک

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



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

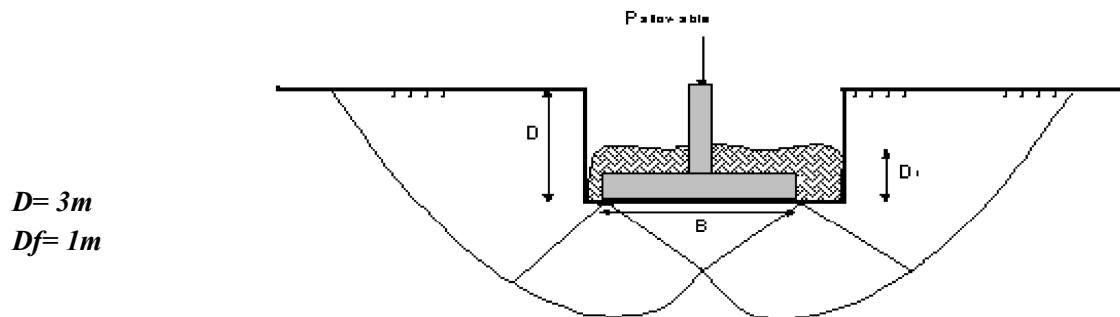
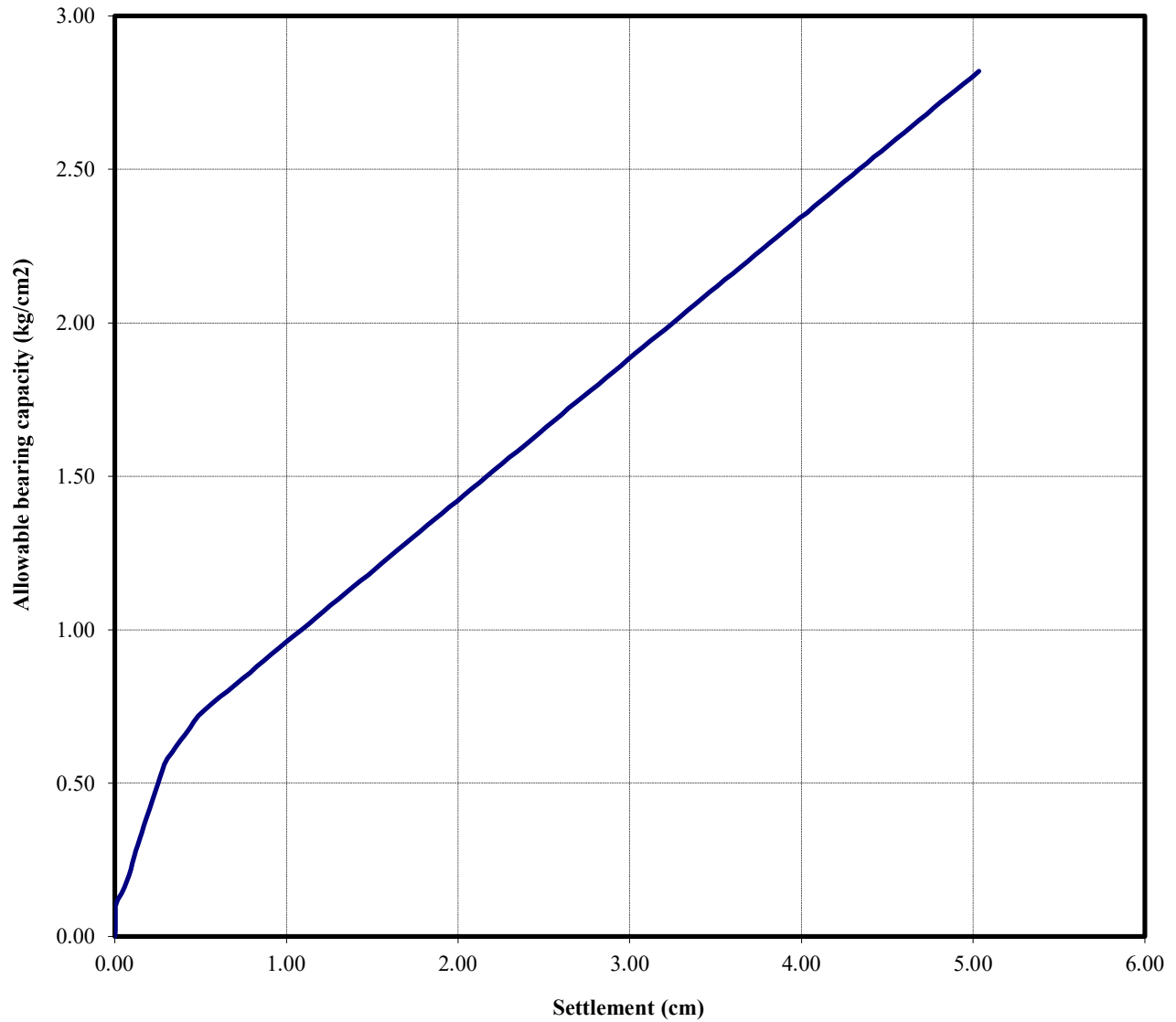


**Notes:**

$D$  : 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)**



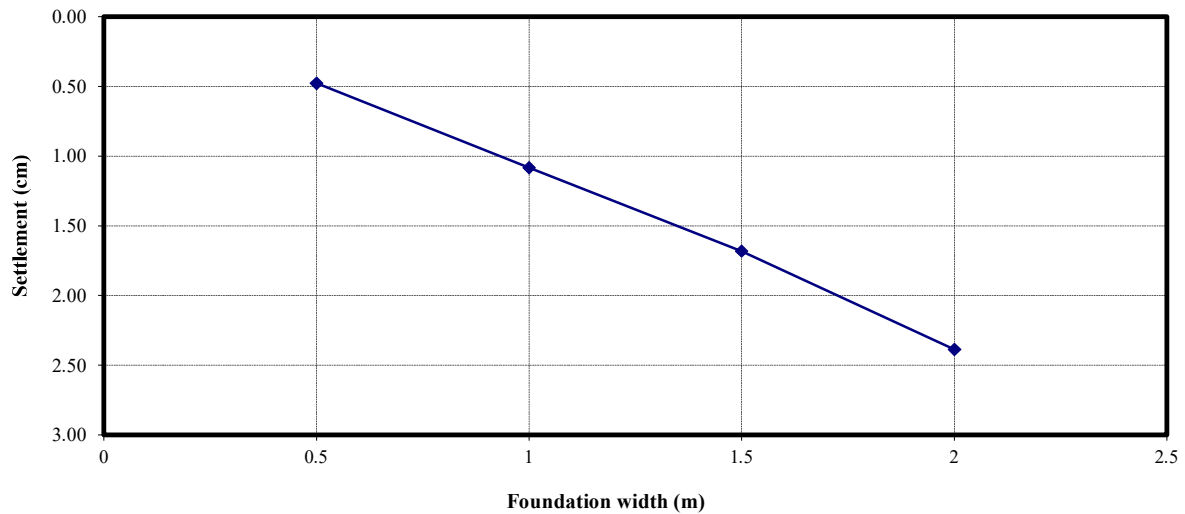
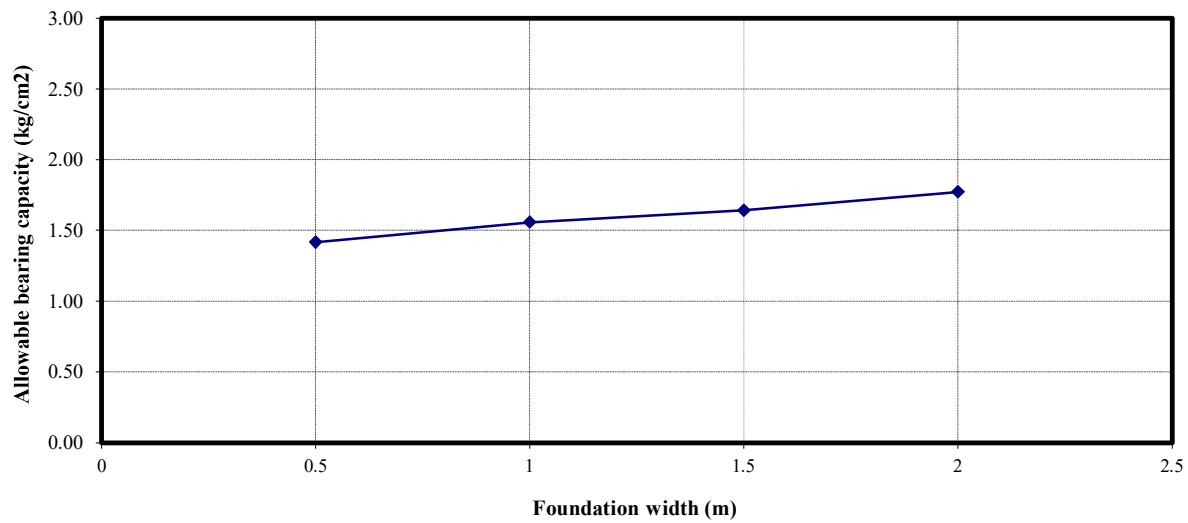
$D = 3m$   
 $D_f = 1m$

**Notes:**

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

$D_f$  : Depth of footing embedment

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



$$L/B = 10$$

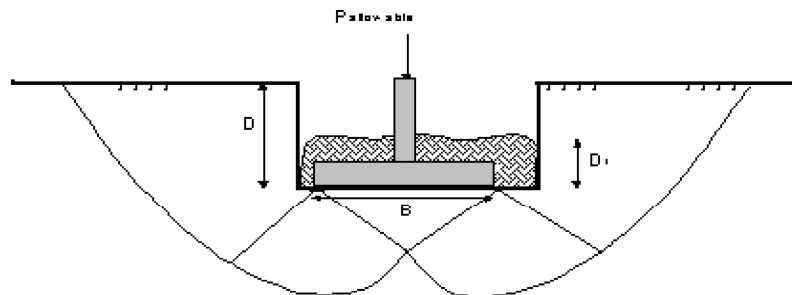
$$D = 1m$$

$$D_f = 1m$$

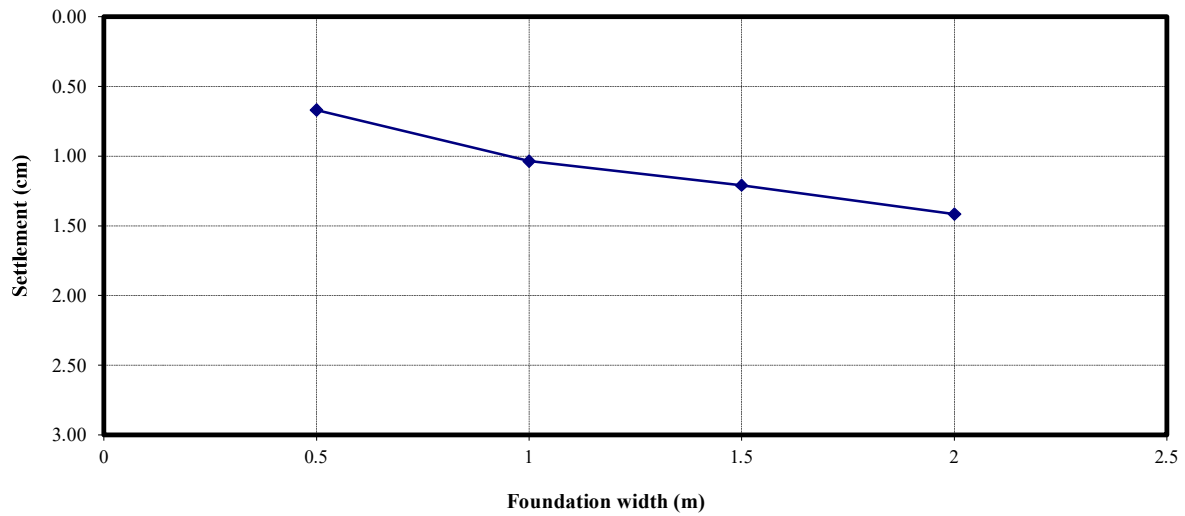
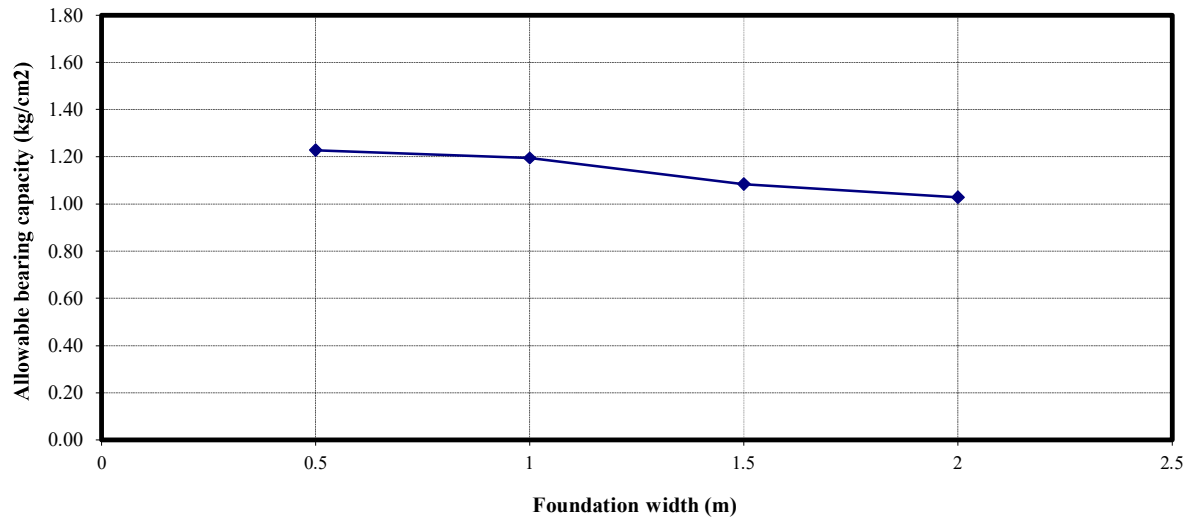
**Notes:**

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

*D<sub>f</sub> : Depth of footing embedment*



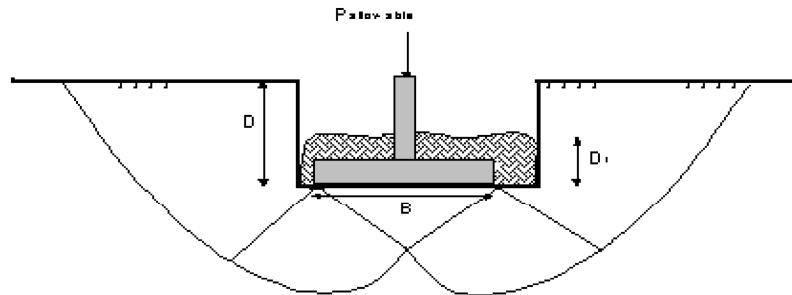
## Strip Foundation (Zone III)-W-018S



$L/B = 10$

$D = 1m$

$D_f = 1m$



**Notes:**

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

$D_f$  : Depth of footing embedment

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

| $B(m)$ | مدول عكس 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     |

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

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

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

| عرض پی (m) | مدول عكس 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                     | $K_0$       | $0.5 - 0.46$                                                                                                               |
| ضریب فشار جانبی محرک در حالت الاستاتیکی  | $K_a$       | $0.33 - 0.29$                                                                                                              |
| ضریب فشار جانبی مقاوم در حالت الاستاتیکی | $K_p$       | $3/0.0 - 3/3.9$                                                                                                            |



پیوست ۶  
منابع قرضه

|                                                                                            |                                                                                                      |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک |                   |                     |           |         |     |  |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                     |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project<br>BK                                                                                        | Unit No.<br>W-018 | Disc. Code<br>PEDCO | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه ۱ از ۱۱                                                                        |

## ۱- مقدمه

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

## ۲- شرح مختصر پروژه

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

## ۳- کاوش‌های صحرائی

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

|                                                                                   |                                                                                                                                 |               |                   |                     |           |         |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|---------------------|-----------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br><b>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک</b><br>گزارش منابع قرضه |               |                   |                     |           |         |  |
|                                                                                   | شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                                                                | Project<br>BK | Unit No.<br>W-018 | Disc. Code<br>PEDCO | Doc. Type | Seq. No | Rev<br>صفحه پ ۲ از ۱۱                                                               |



شکل ۳-۱- جانمایی منبع قرضه در Google Earth

جدول ۳-۱- مختصات محدوده منبع قرضه

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

|                                                                                            |                                                                                                      |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک |          |            |           |         |     |  |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                     |          |            |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project                                                                                              | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۳ از ۱۱                                                                      |
|                                                                                            | BK                                                                                                   | W-018    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |

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

#### - محل منبع قرضه:

- در نزدیکی شهر برازجان واقع گردیده است.

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

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

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

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

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

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

جدول ۳-۲- مختصات محل نمونه برداری

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

|                                                                                            |                                                                                                      |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک |                   |                     |           |         |     |  |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                     |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project<br>BK                                                                                        | Unit No.<br>W-018 | Disc. Code<br>PEDCO | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۴ از ۱۱                                                                      |



شکل ۳-۲-نمایی از محل منبع قرضه



شکل ۳-۳-نمایی از محل منبع قرضه



|                                                                                            |                                                                                                      |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک |                   |                     |           |         |     |  |
|                                                                                            | گزارش منابع قرضه                                                                                     |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project<br>BK                                                                                        | Unit No.<br>W-018 | Disc. Code<br>PEDCO | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۵ از ۱۱                                                                      |



شکل-۳-۴- نمایی از محل منبع قرضه



شکل-۳-۵- نمایی از محل منبع قرضه

|                                                                                            |                                                                                                                     |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>سطح الارض</p> <p>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک</p> |                   |                     |           |         |     |  |
|                                                                                            | <p>گزارش منابع قرضه</p>                                                                                             |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project<br>BK                                                                                                       | Unit No.<br>W-018 | Disc. Code<br>PEDCO | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۶ از ۱۱                                                                      |



شکل-۳-۶- نمایی از محل منبع قرضه



شکل-۳-۷- نمایی از محل منبع قرضه

|                                                                                            |                                                                                                                     |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>سطح الارض</p> <p>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک</p> |                   |                     |           |         |     |  |
|                                                                                            | <p>گزارش منابع قرضه</p>                                                                                             |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project<br>BK                                                                                                       | Unit No.<br>W-018 | Disc. Code<br>PEDCO | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۷ از ۱۱                                                                      |



شکل-۳-۸- نمایی از محل منبع قرضه



شکل-۳-۹- نمایی از محل منبع قرضه



|                                                                                            |                                                                                                                     |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک</p> <p>سطح الارض</p> <p>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک</p> |          |            |           |         |     |  |
|                                                                                            | <p>گزارش منابع قرضه</p>                                                                                             |          |            |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:                                                                               | Project                                                                                                             | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۸ از ۱۱                                                                      |
| ۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                                           | BK                                                                                                                  | W-018    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |

### ۳-۱- منابع تامین سایر مصالح:

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

جدول ۳-۲- مختصات سایر منبع قرضه

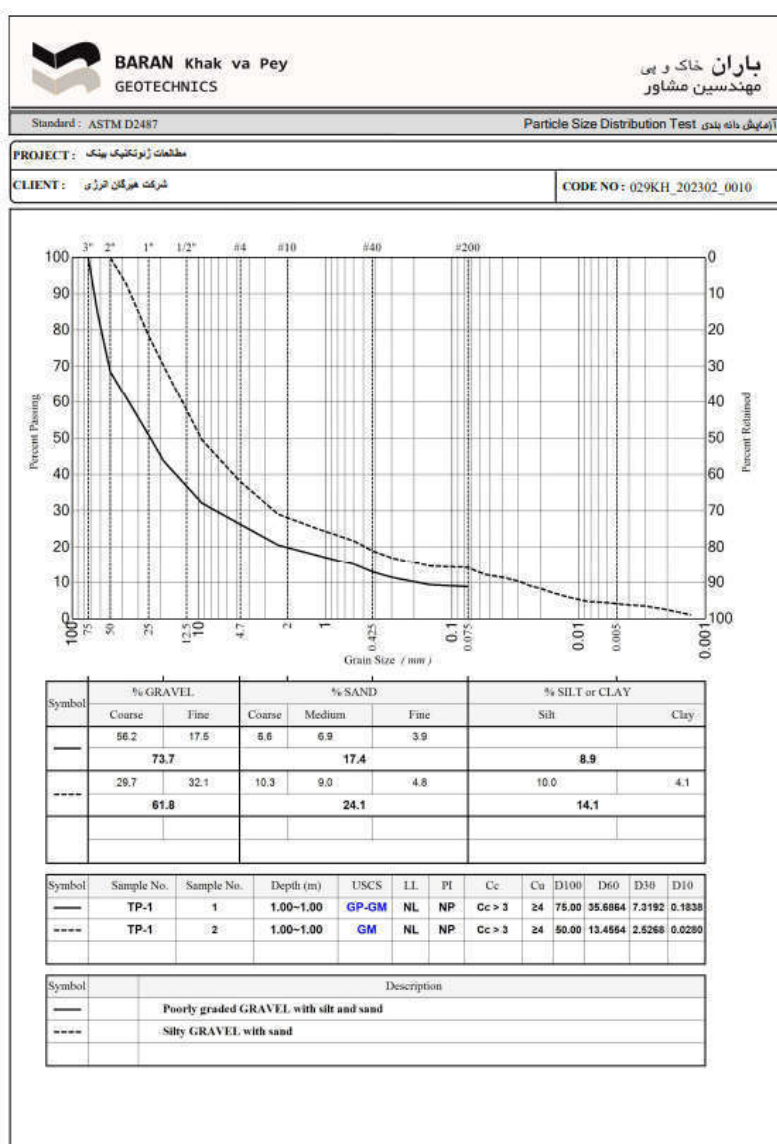
| محل          | X      | Y       |
|--------------|--------|---------|
| معدن جعفریان | ۴۲۲۱۶۰ | ۳۳۴۴۵۸۰ |
| معدن بزرگمهر | ۴۳۹۳۳۷ | ۳۳۳۷۱۶۵ |

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

|                                                                                   |                                                                                                                          |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض<br>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک<br>گزارش منابع قرضه |          |            |           |         |     |  |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                  | Project                                                                                                                  | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه ۹ از ۱۱                                                                        |
|                                                                                   | BK                                                                                                                       | W-018    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |

#### ۴- آزمایش دانه بندی

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

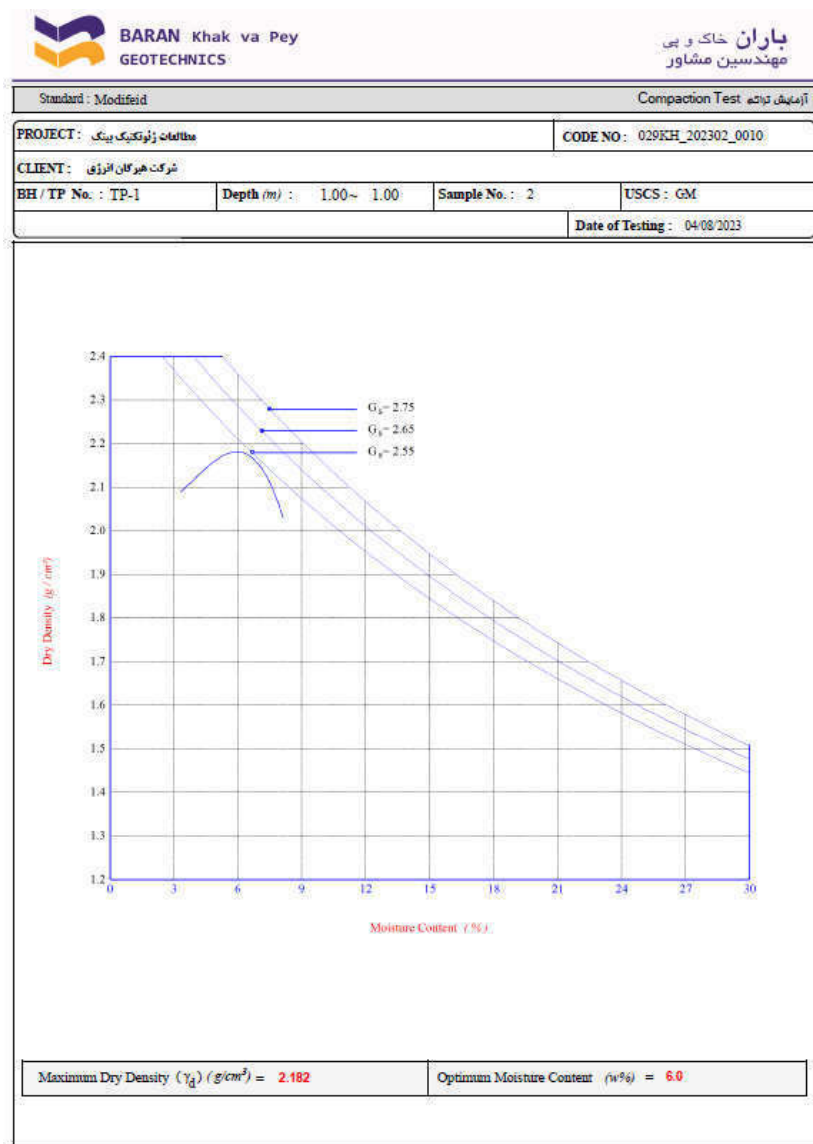


شکل ۴-۱- نتایج آزمایش دانه بندی

|                                                                                            |                                                                   |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>NISOC | نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br>سطح الارض               |                   |                     |           |         |     |  |
|                                                                                            | احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک<br>گزارش منابع قرضه |                   |                     |           |         |     |                                                                                     |
| شماره پیمان:<br>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴                                                           | Project<br>BK                                                     | Unit No.<br>W-018 | Disc. Code<br>PEDCO | Doc. Type | Seq. No | Rev | صفحه پ ۱۰ از ۱۱                                                                     |

## ۵- آزمایش تراکم

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

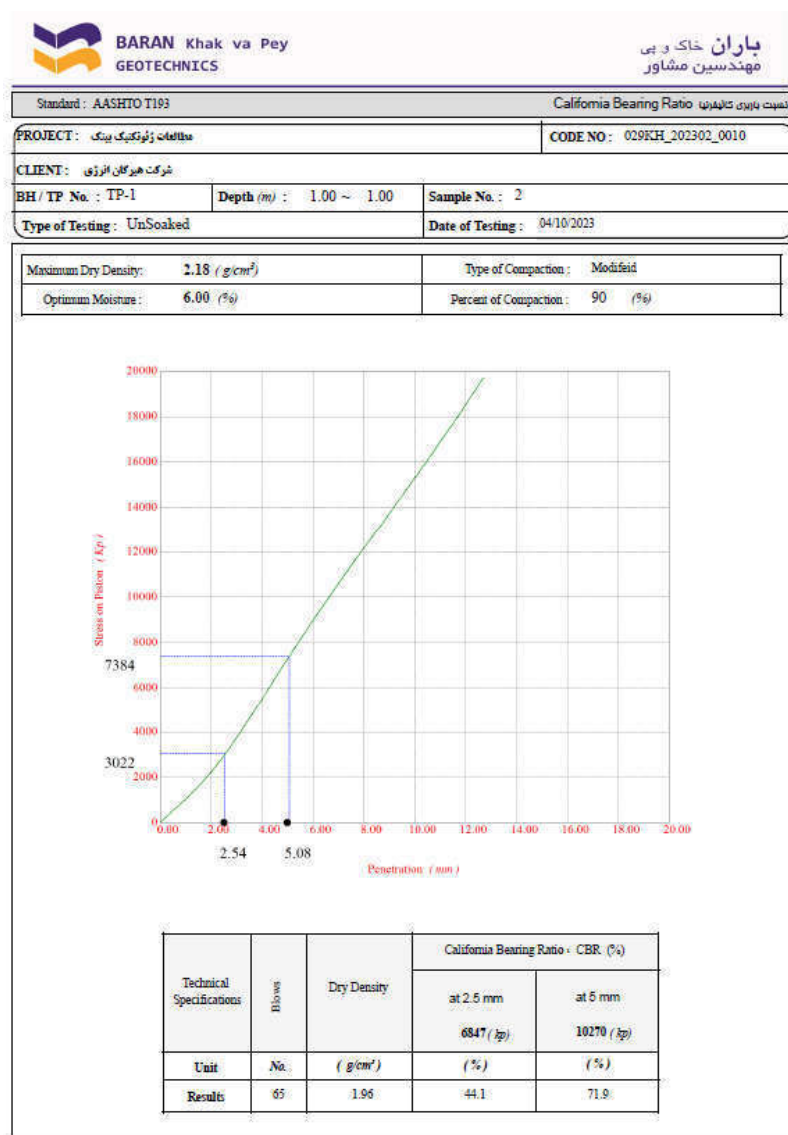


شکل ۵-۱- نتایج آزمایش تراکم

|                                                                                                |                                                                                                                                          |          |            |           |         |     |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|---------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>NISOC</p> | <p>نگهداشت و افزایش تولید میدان نفتی بینک<br/>سطح الارض</p> <p>احداث ردیف تراکم گاز در ایستگاه جمع آوری بینک</p> <p>گزارش منابع قرضه</p> |          |            |           |         |     |  |
| <p>شماره پیمان:<br/>۰۵۳ - ۰۷۳ - ۹۱۸۴</p>                                                       | Project                                                                                                                                  | Unit No. | Disc. Code | Doc. Type | Seq. No | Rev | <p>صفحه پ ۱۱ از ۱۱</p>                                                              |
|                                                                                                | BK                                                                                                                                       | W-018    | PEDCO      |           |         |     |                                                                                     |

## ۶- آزمایش CBR

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



شکل ۶-۱- نتایج آزمایش CBR

## پیوست ۷

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

Bearing capacity and Settlements are computed using the following computations.

### 1. The Ultimate Bearing Capacity Calculation

Hansen's Method:

$$\text{General: } q_{ult} = cN_c s_c d_{c1} i_{c1} b_c + qN_q S_q d_{q1} i_{q1} b_q + 0.5\gamma B' N_\gamma S_\gamma d_{\gamma1} i_{\gamma1} b_\gamma$$

When  $\Phi = 0$

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

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

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

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

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

### 2- Elastic Settlement of foundations

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

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

$\Delta H$  = Settlement

$q_0$  = Load

$B'$  = Minimum Dimension of Footing

$I_s$  = Steinbrenner General Influence Factor

$I_f$  = Fuchs Depth influence factor

$E_s$  = Secant Modulus of Soil

$\mu$  = Poisson's Ratio

$m$  = Participation Factor

$m = 4$  for center of footing

$m = 2$  for edges

$m = 1$  for corners

In the above equation the units for  $\Delta H$  and  $B'$ , and also  $q_0$  and  $E_s$  are similar.

TABLE 4-5a

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

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

Notes:

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

TABLE 4-5b

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

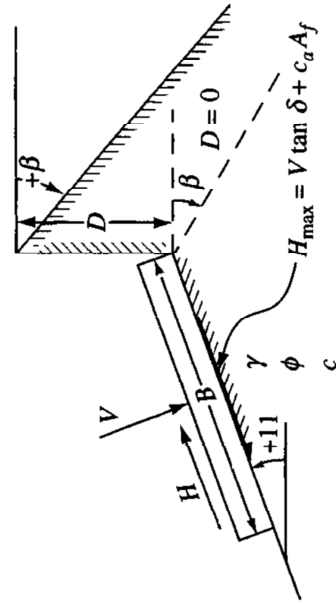
| Inclination factors                                                                                     | Ground factors (base on slope)                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|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

Notes:

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

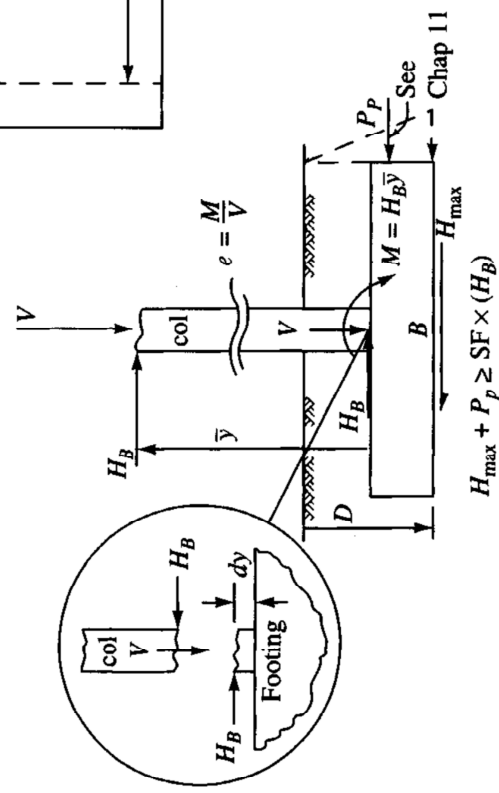
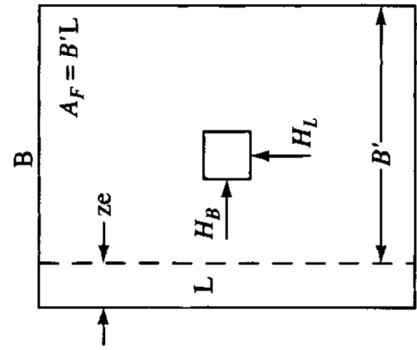
Notes:  $\beta + \eta \leq 90^\circ$  (Both  $\beta$  and  $\eta$  have signs (+) shown.)

$\beta$   $\phi$



$\delta$  = friction angle between base and soil ( $0.5\phi \leq \delta \leq \phi$ )  
 $A_f = B'L'$  (effective area)  
 $c_a$  = base adhesion (0.6 to 1.0c)

For:  $L/B \leq 2$  use  $\phi_{tr}$   
 $L/B > 2$  use  $\phi_{ps} = 1.5\phi_{tr} - 17^\circ$   
 $\phi_{tr} \leq 34^\circ$  use  $\phi_{tr} = \phi_{ps}$



باران خاک و پی

ضرایب تمایل بار و شیب زمین برای استفاده در روابط تعیین ظرفیت باربری و سیک

TABLE 4-5c

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

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

Notes:

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



Calculation of consolidation settlement for fully saturated clays

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

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

Pre- consolidated clays:

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

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

$S_c$  = Consolidation settlement for clay layer

$C_c$  = Compressibility index

$C_r$  = Rebound coefficient

$H$  = Thickness of clay layer

$e_0$  = Initial void ratio

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

$\Delta P$  = Effective stress increment at the middle of the clay layer

$P_c$  = Pre-consolidation pressure in clay layer

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

## IMMEDIATE SETTLEMENT COMPUTATIONS

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

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

where  $q_o$  = intensity of contact pressure in units of  $E_s$

$B'$  = least lateral dimension of contributing base area in units of  $\Delta H$

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

$E_s, \mu$  = elastic soil parameters—see Tables 2-7, 2-8, and 5-6

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

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

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

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

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

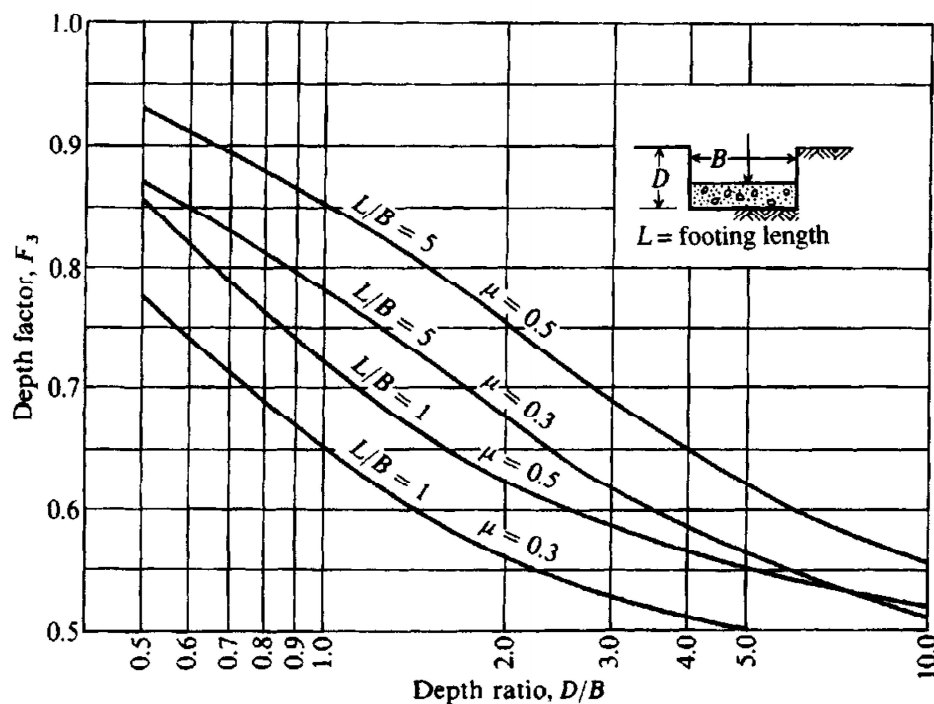


TABLE 5-2

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

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

TABLE 5-2

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

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

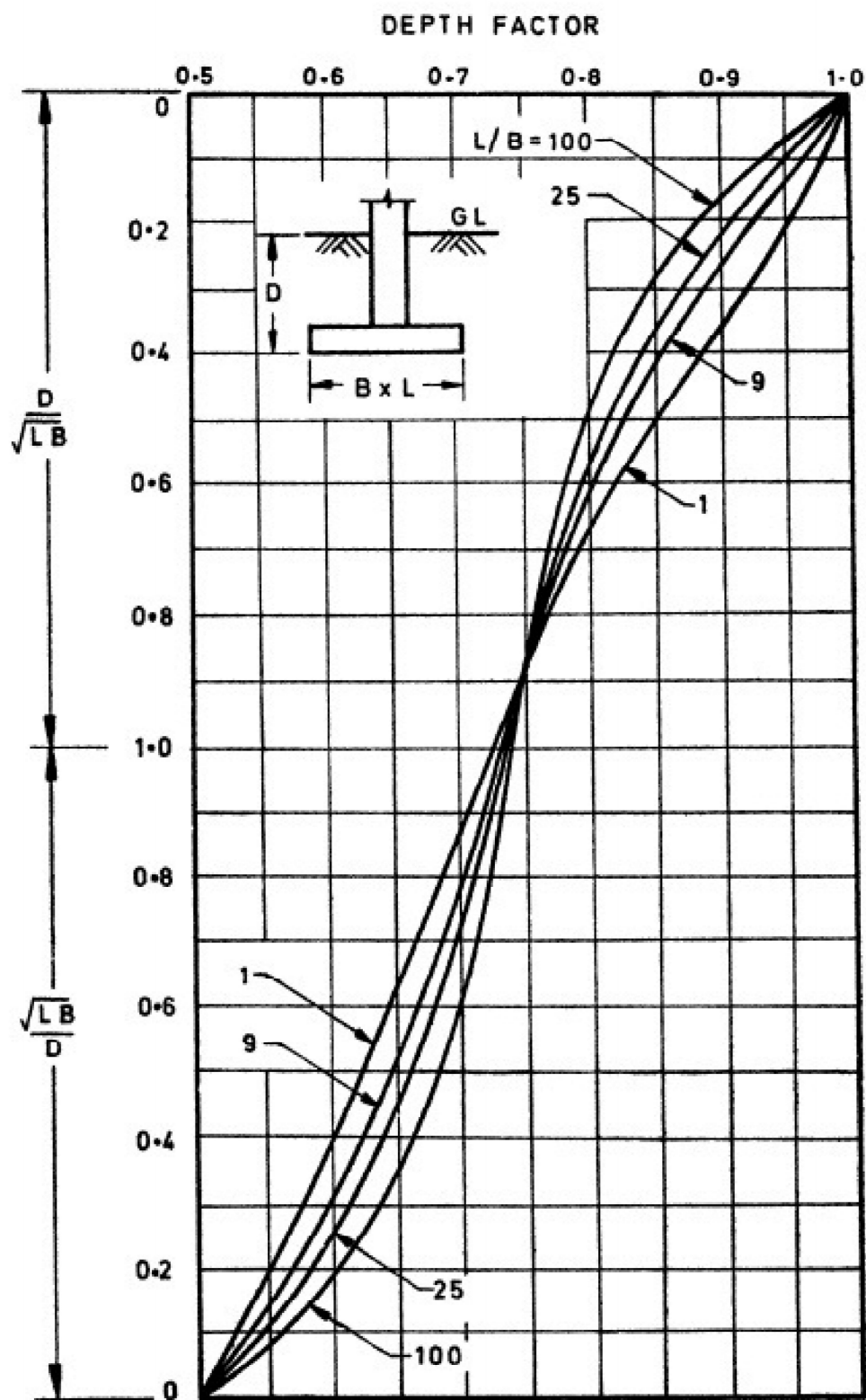


FIG. 12 FOX'S CORRECTION CURVES FOR SETTLEMENTS OF FLEXIBLE RECTANGULAR FOOTINGS OF  $L \times B$  AT DEPTH  $D$

نمودارهای فاکس برای نشست پی های انعطاف پذیر مستطیلی

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

میزان نشست مجاز سازه ها مطابق Bowels

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

میزان نشست مجاز پی ها براساس مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان

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

#### Structures on permafrost

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

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



طبقه زمین بر اساس آیین نامه UBC

TABLE 16-J—SOIL PROFILE TYPES

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

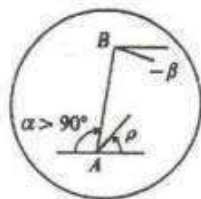
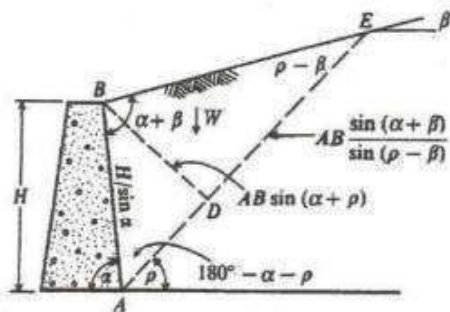
| نوع زمین | توصیف لایه بندی زمین                                                                                                                                                                                                         | $\bar{V}_s$ (m/s) | $\bar{N}_{1(60)}$ | $\bar{C}_u$ (kPa) |
|----------|--------------------------------------------------------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



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

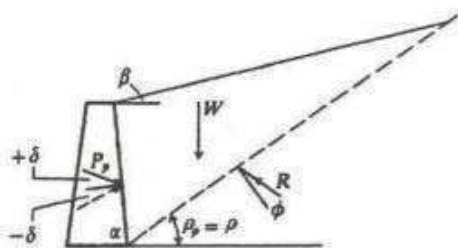
$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

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

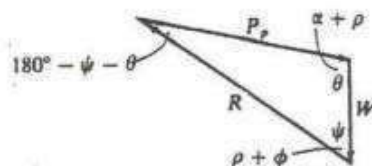


$$\begin{aligned} \overline{BD} &= \frac{1}{2} \overline{BD} (\overline{AE}) \\ \overline{AE} &= \overline{AB} \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\rho - \beta)} \\ \overline{BD} &= \overline{AB} \sin(\alpha + \rho) \\ \overline{AB} &= \frac{H}{\sin \alpha} \end{aligned}$$

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



(c) گوه گسیختگی برای فشار مقاوم خاک



(b) چند ضلعی نیرو برای تعیین نیروی مقاوم خاک

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

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

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

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

ضرایب فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی (وقوع زلزله)

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

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

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

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

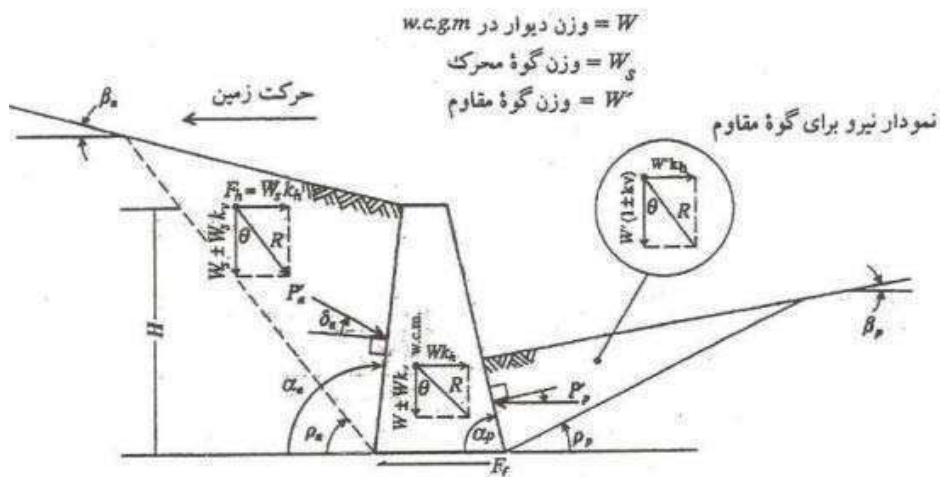
$$K_{p_{ve}} = K_{pe} \cdot \sin(\delta + \alpha_p)$$

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

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

$K_h$ : Earthquake Horizontal Coefficient

Kv: Earthquake Vertical Coefficient



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

پیوست

مراجع

## References:

### ASTM:

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

Code 038-3rd final:

Iranian Seismic Design Code for Petroleum Facilities and Structures

API650:

API Standard 650 welded tanks for oil storage

Code 2800:

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

UBC97:

1997 UNIFORM BUILDING CODE

ASCE:

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

British Standard:

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

ACI:

Concrete, Aggregate. "American concrete institute

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

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

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

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

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