

|                                   |                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       |  |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی                                              |

## " دستورالعمل ارزیابی و انتخاب مواد بازدارنده خوردگی مورد استفاده در میادین نفت و گاز بر اساس آزمون‌های آزمایشگاهی (CMD-026-Rev09) "

### (۱) هدف

هدف از تهیه این دستورالعمل توضیح فعالیت‌های لازم برای انجام ارزیابی، انتخاب و بازرسی ماده بازدارنده خوردگی مناسب جهت حفاظت از خوردگی‌های سطوح داخلی تأسیسات میادین نفت و گاز، فارغ از انجام ارزیابی‌های میدانی بوده، که در نهایت منجر به کاهش هزینه‌ها و پیش درآمدی بر مباحث مدیریت خوردگی خواهد بود. باتوجه به اینکه ارزیابی‌های پایلوت و میدانی بازدارنده‌ها زمان‌بر و پرهزینه می‌باشد، در دستورالعمل حاضر سعی شده، بهینه‌ترین آزمون‌های آزمایشگاهی جهت نیل به قابلیت اطمینان بالا در انتخاب ماده بازدارنده خوردگی ارائه گردد. فاکتورهای مهم در بررسی عملکرد آزمایشگاهی شامل (نه محدود به) موارد زیر است:

- سرعت خوردگی در محیط حاوی بازدارنده؛
- غلظت بهینه بازدارنده؛
- پایداری و مقاومت فیلم بازدارنده؛
- رفتار تسهیم بازدارنده (تقسیم بازدارنده در محیط آبی و آلی)؛

### (۲) دامنه کاربرد

این دستورالعمل شامل حداقل الزامات ارزیابی فنی و انتخاب ماده بازدارنده پیش از اعلام برنده و عقد قرار داد، فرآیندهای بازرسی و کنترل کیفی بازدارنده انتخاب شده از تولید محصول تا پایان زمان انقضای آن می‌باشد. لازم به ذکر است، دستورالعمل حاضر محدود به ماده بازدارنده خوردگی تزریق پیوسته و ناپیوسته به منظور حفاظت

|                                   |                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       |  |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی                                              |

سطوح داخلی سازه‌های از جنس فولاد کربنی در برابر خوردگی‌های با مکانیزم کاهش ضخامت موضعی و یکنواخت خواهد بود. این دستورالعمل منحصرأ به منظور استفاده در میداین در حال بهره‌برداری شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی تهیه گردیده است.

### (۳) منابع و مراجع

منابع و مراجعی که در تهیه این دستورالعمل از آنها استفاده شده به شرح زیر می‌باشد:

- [1] ASTM D93: Standard Test Methods for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester
- [2] ASTM D97: Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products
- [3] ASTM D445: Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)
- [4] ASTM D891: Standard Test Methods for Specific Gravity, Apparent, of Liquid Industrial Chemicals
- [5] ASTM G111: Standard Guide for Corrosion Tests in High Temperature or High Pressure Environment, or Both
- [6] ASTM G170: Standard Guide for Evaluating and Qualifying Oilfield and Refinery Corrosion Inhibitors in the Laboratory
- [7] NACE 1D182: Wheel Test Method Used for Evaluation of Film-Persistent Corrosion Inhibitors for Oilfield Applications
- [8] NACE 1D196: Laboratory Test Methods for Evaluating Oilfield Corrosion Inhibitors
- [9] NACE TM0196: Chemical Resistance of Polymeric Materials
- [10] NACE TM0169/ASTM G31-12a: Standard Guide for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals
- [11] Rotating cage-top ranked methodology for inhibitor evaluation and qualification for pipeline applications. In CORROSION 2001.
- [12] Comparison of laboratory methodologies to evaluate corrosion inhibitors for oil and gas pipelines. Corrosion (2003), 59(10), 897-912.
- [13] NACE Paper: No. C202-14398: Two-Way Application of Corrosion Inhibitor in Gas and Condensate Field

|                                   |                                                       |                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                                               |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                                               |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                                               |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                                               |

[14] ISO 696: Surface active agents – Measurement of foaming power- Modified Ross-Miles method

[15] پروژه تحقیقاتی پژوهشگاه شرکت نفت

#### (۴) تعاریف:

- کارفرما: عبارت است از شرکت نفت و گاز زاگرس جنوبی
- بازرس فنی کارفرما: عبارت است از اداره‌های بازرسی و حفاظت فنی شرکت نفت و گاز زاگرس جنوبی و یا شرکت خدمات بازرسی فنی معرفی شده از طرف ایشان.
- بازرس: عبارت است از شخص مورد تائید بازرسی فنی کارفرما که بر فرآیند تولید مواد بازدارنده خوردگی، نمونه‌برداری و انجام آزمون‌های کنترل کیفی نظارت می‌نماید.
- سازنده/ تولیدکننده: عبارت است از شرکت تولید کننده مواد بازدارنده خوردگی، که کالا را با استفاده از مواد اولیه مطابق سفارش و پیشنهاد فنی تائید شده، طرح کیفی و قرارداد خرید فیما بین تولید نموده، و می‌بایست در لیست سازندگان مجاز بوده و به تایید کارفرما برسد.
- پیشنهاد فنی: عبارت است از مشخصات فنی و مقدار ماده بازدارنده خوردگی، که از سوی تولید کننده در سربرگ رسمی آن شرکت، و با مهر و امضای معتبر ارائه شده، و به تائید بازرسی فنی کارفرما نیز رسیده باشد.
- سیال: عبارت است از ترکیب آبی یا آلی میدانی موجود در مناطق عملیاتی یا ترکیب مشابه میدانی ساخته شده در آزمایشگاه.
- میدان: عبارت است از مخزن نفتی یا گازی موجود در مناطق عملیاتی که بازدارنده مورد بررسی در آن مصرف خواهد شد.
- محلول: عبارت است از ترکیب ماده بازدارنده خوردگی با سیال میدانی یا سیال مشابه سنتز شده در آزمایشگاه با مشخصات مشابه با سیال میدانی.

|                                                              |                                                       |                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                                                     | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت ملی نفت ایران |
| ویرایش: ۰۹                                                   |                                                       |                                                                                                           |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲<br>تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                           |
| صفحه                                                         |                                                       |                                                                                                           |

شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی

- BATCH: مقدار بازدارنده تولید شده در هر چرخه تولید سازنده.
- BATCH NUMBER: شماره تولید ماده بازدارنده خوردگی در هر چرخه تولید
- تاریخ انقضا: مدت زمان مجاز استفاده از محصول از تاریخ تولید آن
- نمونه شاهد: نمونه تهیه شده حین تولید محصول
- نمونه مرجع: نمونه ارائه شده توسط تولید کننده جهت ارزیابی فنی
- حد پذیرش: سطح مد نظر پذیرش برای هر کدام از خواص ماده بازدارنده

#### (۵) علائم اختصاری

COD: Chemical Oxygen Demand  
FTIR: Fourier Transform Infrared  
HTHPJI: High Temperature High Pressure Jet Impingement  
HTHPRC: High Temperature High Pressure Rotating Cage  
HTHPRCE: High Temperature High Pressure Rotating Cylinder Electrode  
HTHPRDE: High Temperature High Pressure Rotating Disk Electrode  
JI: Jet Impingement  
LOD: Loss On Drying  
LPR: Linear Polarization Resistance  
NMR: Nuclear Magnetic Resonance  
PPM: Part Per Million  
RC: Rotating Cage  
RCE: Rotating Cylinder Electrode  
RDE: Rotating Disk Electrode

#### (۶) روش انجام فعالیت

الف) بررسی مدارک فنی

|                                   |                                                       |                                                                                                           |                                        |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت ملی نفت ایران |                                        |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                           |                                        |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                           | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                           |                                        |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                           |                                        |

قبل از انجام ارزیابی، انتخاب یا بازرسی ماده بازدارنده، مدارک فنی شامل گواهینامه آزمون‌های انجام شده کالا و نحوه محاسبه و میزان تزریق پیشنهادی ماده بازدارنده خوردگی تزریق ناپیوسته درون چاهی، دستورالعمل Marking، بسته بندی، حمل و نقل کالا و Data Sheet مربوطه بایستی تحویل کارفرما شده که نسبت به بررسی آن اقدام نماید.

#### ب) نمونه برداری

##### ب-۱) مرحله ارزیابی و انتخاب بازدارنده، حین فرآیند برگزاری مناقصه

در این مرحله، بایستی به مقدار ۳ لیتر ماده بازدارنده پیشنهادی تولید کننده (الزاماً در ۳ ظرف یک لیتری مناسب نگهداری ماده بازدارنده خوردگی)، در ظرف مناسب با درج مشخصات و بصورت مهر و موم شده، توسط تولیدکننده تهیه و جهت انجام تست‌های آزمایشگاهی برای کارفرما ارسال شود. تطابق مشخصات فنی نمونه ارائه شده با مشخصات عنوان شده از سوی تولیدکننده (مدارک فنی کالا) و معیارهای فنی مورد قبول کارفرما در این مرحله، به معنی پذیرش و تایید نهایی کالا نبوده و در صورت برنده شدن هریک از تولیدکنندگان در مناقصه، تمامی آزمون‌های مورد نظر کارفرما (که در اسناد مناقصه بارگزاری و به آگاهی مناقصه گران خواهد رسید) پیش از صدور مجوز حمل و بارگیری، بر روی تمامی بچ‌های تولیدی انجام خواهد شد.

##### ب-۲) مرحله خرید و بازرسی کالا

در این مرحله، نمونه برداری از مواد شیمیایی بایستی بر اساس روش‌های استاندارد شناخته شده از جمله استاندارد ISO 2859 صورت پذیرد، که جهت نمونه‌برداری، روش آماری زیر می‌تواند مورد استفاده واقع شود:

|                                   |                                                       |                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت ملی نفت ایران<br>شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                                                                     |

## ب-۲-۱) تعداد بشکه انتخاب شده برای تهیه نمونه مخلوط<sup>۱</sup>

بر اساس روش استاندارد نمونه برداری آماری، تعداد بشکه‌های لازم برای تهیه نمونه مخلوط محاسبه و در جدول (۱) آمده است. بدیهی است هر چه تعداد کل بشکه‌های یک Batch بیشتر باشد، تعداد بشکه‌هایی که برای نمونه‌گیری انتخاب می‌شوند بیشتر خواهد بود. همچنین نمونه‌ها می‌بایست از بشکه‌های یک Batch تولیدکننده باشند، در غیر این صورت، بشکه‌های متعلق به هر Batch باید بصورت جداگانه نمونه‌برداری شوند.

جدول (۱) - تعداد بشکه‌های نمونه‌گیری در هر Batch از بازدارنده

| تعداد کل بشکه‌های یک Batch                | $\leq 40$ | 70~40 | 70~130 |
|-------------------------------------------|-----------|-------|--------|
| تعداد بشکه‌های انتخاب شده برای نمونه‌گیری | 2-5       | 4-8   | 5-10   |

بشکه‌های انتخابی جهت نمونه‌برداری بر اساس جدول فوق، می‌بایست توزین، و با وزن خالص اعلام شده از طرف تولیدکننده مطابقت داشته باشد. لازم به ذکر است، بشکه‌هایی که نمونه‌برداری از آن‌ها صورت گرفته است، می‌بایست علامت‌گذاری شوند.

## ب-۲-۲) نحوه نمونه‌برداری از بشکه‌ها

بازرس برای بررسی یکنواختی محصول، لازم است از سه محدوده فوقانی، میانی و تحتانی هر بشکه بدون بر هم زدن موجودی بشکه نمونه‌برداری شود.

نمونه‌گیری از سه ناحیه مذکور به این ترتیب انجام می‌شود که پس از اطمینان از قرار گرفتن لاین مکش پمپ دستی در موقعیت‌های مورد نظر فوق، برداشت نمونه انجام شده و در ظروف جداگانه جمع‌آوری می‌گردد.

<sup>1</sup> Mixed Sample

|                                                              |                                                       |                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                                                     | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت ملی نفت ایران<br>شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| ویرایش: ۰۹                                                   |                                                       |                                                                                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲<br>تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                                                                     |
| صفحه                                                         |                                                       |                                                                                                                                                     |

در مرحله اول، نمونه‌های برداشت شده از سه ناحیه مختلف هر بشکه از نظر مشخصات ظاهری با همدیگر مقایسه می‌شوند. برای این منظور، نمونه‌های برداشت شده را در سه ظرف یکسان و شفاف ریخته، مشاهده هر گونه تفاوت ظاهری محسوس بین نمونه‌ها و یا مشاهده هر گونه رسوب، لخته، ژله، ذرات جامد معلق، دو فاز شدن، کدر شدن، منجر به عدم پذیرش کیفی کالا می‌گردد.

در مرحله بعد نمونه‌های هر بشکه با بشکه‌های دیگر همان Batch مقایسه شده و در صورت عدم، مشاهده هر گونه تفاوت ظاهری محسوس بین نمونه‌ها، ضمن پذیرش نمونه‌ها، اقدام به مخلوط کردن آنها جهت تهیه نمونه‌های نهایی می‌نماییم.

#### ب-۲-۳) حجم نمونه مورد نیاز

حجم نمونه نهایی باید به اندازه‌ای باشد که علاوه بر مقدار مورد نیاز برای انجام آزمایش‌ها، برای تهیه دو نمونه شاهد (جهت خریدار و تولید کننده) و همچنین انجام تست مجدد احتمالی کافی باشد. لذا حجم نمونه نهایی برای هر Batch حداقل ۲ لیتر، و در ظروف مناسب (طبق نظر کارفرما) توزین و بسته‌بندی می‌گردد.

#### ب-۲-۴) شرایط نگهداری نمونه‌های شاهد

نمونه‌های شاهد بایستی در ظروف مناسب (شیشه‌ای تیره رنگ) به ترتیبی که امکان پلمب شدن ظرف‌ها به آسانی و با اطمینان کامل وجود داشته باشد، نگهداری شوند.

ظروف نگهداری نمونه‌های شاهد می‌بایست از طرف خریدار و فروشنده پلمب شود. اطلاعات مربوط به محموله باید بر روی کارتی نوشته شده و به گونه‌ای به ظروف نمونه‌گیری الصاق شود که بدون مخدوش شدن پلمب، امکان برداشت آن وجود نداشته باشد. حداقل اطلاعات درج شده بر روی کارت، شامل (نه محدود به آن): نام تولیدکننده، نام محصول، کد محصول، کد سفارش (شماره قرارداد)، نام سفارش‌دهنده (خریدار) و شماره Batch می‌باشد.

|                                   |                                                       |                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت ملی نفت ایران<br>شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                                                                     |

نمونه‌های شاهد بایستی برای بررسی‌های احتمالی بعدی تا زمان تاریخ انقضاء محصول، و دور از نور آفتاب و در دمای محیط در انبار تولید کننده نگهداری شده و در صورت لزوم در حضور نمایندگان خریدار و تولیدکننده فک پلمب شود.

توجه: تاریخ انقضای محصول می بایست ۲ سال پس از تولید باشد.

### ج) ارزیابی کیفیت محصول

کارفرما این حق را برای خود محفوظ نگه می‌دارد که در صورت لزوم، آزمون‌هایی که توسط تولیدکننده انجام، و حتی منجر به صدور گواهینامه گردیده، یا هرگونه آزمون دیگری که در این دستورالعمل مورد اشاره قرار گرفته است را، در حضور نماینده تولیدکننده، بازرسی و نماینده بازرسی فنی کارفرما، در آزمایشگاه مورد تایید کارفرما انجام، و مورد ارزیابی قرار دهد. بدیهی است، که در صورت مغایرت نتایج آزمون‌های انجام شده با نتایج ذکر شده در گواهینامه‌های تولیدکننده، نتایج آزمون‌های صورت پذیرفته با مشخصات فنی ارائه شده در data sheet مقایسه شده و معیار تایید/عدم تایید بازدارنده خواهد بود.

فهرست خواص فیزیکی، شیمیایی و عملکردی ماده بازدارنده خوردگی که بایستی مورد ارزیابی قرار گرفته شود در جدول ۲ آورده شده است. در ادامه جزییات انجام آزمون هان و معیار پذیرش هر کدام در بند های مرتبط با هر آزمون آمده است.

|                                   |                                                       |                                                                                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت ملی نفت ایران |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                           |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                           |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                           |
| صفحه                              |                                                       | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی                                                                    |

جدول ۲ - فاکتورهای ارزیابی بازدارنده خوردگی

| ردیف | ویژگی                                                                               | استاندارد و معیار پذیرش |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| ۱    | وزن مخصوص                                                                           | ASTM D891               |
|      |                                                                                     | بند ج-۱                 |
| ۲    | گرانروی                                                                             | ASTM D445               |
|      |                                                                                     | بند ج-۲                 |
| ۳    | نقطه ریزش                                                                           | ASTM D97                |
|      |                                                                                     | بند ج-۳                 |
| ۴    | نقطه اشتعال                                                                         | ASTM D93                |
|      |                                                                                     | بند ج-۴                 |
| ۵    | انحلال پذیری (حلالیت)                                                               | ASTM G170               |
|      |                                                                                     | بند ج-۵                 |
| ۶    | تمایل به تشکیل امولسیون                                                             | ASTM G170               |
|      |                                                                                     | بند ج-۶                 |
| ۷    | تمایل به تشکیل کف                                                                   | foaming Tendency        |
| ۸    | پایداری حرارتی بازدارنده درون چاهی (پیوسته و ناپیوسته)                              | ASTM G170               |
|      |                                                                                     | بند ج-۸                 |
| ۹    | ارزیابی آزمایشگاهی بازدارنده‌های خوردگی به روش مقاومت پلاریزاسیون خطی (آزمایش حباب) | NACE 1D196              |
|      |                                                                                     | بند ج-۹-۱               |
| ۱۰   | ارزیابی بازدارنده خوردگی به روش چرخ دوار                                            | NACE 1D182              |
|      |                                                                                     | بند ج-۹-۲               |

|                                   |                                                       |                                                                                                           |                                        |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت ملی نفت ایران |                                        |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                           |                                        |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                           | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                           |                                        |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                           |                                        |

### ج-۱) وزن مخصوص<sup>۲</sup>

وزن مخصوص ماده بازدارنده خوردگی بایستی مطابق استاندارد ASTM D891 مشخص و توسط آزمایشگاه مرجع به منظور مقایسه و انطباق با برگه مشخصات فنی<sup>۳</sup> تولیدکننده و نمونه مرجع گزارش گردد.

### ج-۲) گرانروی<sup>۴</sup>

گرانروی ماده بازدارنده خوردگی بایستی مطابق استاندارد ASTM D445 مشخص و توسط آزمایشگاه مرجع به منظور مقایسه و انطباق با برگه مشخصات فنی<sup>۵</sup> تولیدکننده و نمونه مرجع گزارش گردد.

### ج-۳) نقطه ریزش<sup>۶</sup>

نقطه ریزش ماده بازدارنده خوردگی بایستی مطابق استاندارد ASTM D97 مشخص و توسط آزمایشگاه مرجع به منظور مقایسه و انطباق با برگه مشخصات فنی<sup>۷</sup> تولیدکننده و نمونه مرجع گزارش گردد.

### ج-۴) نقطه اشتعال<sup>۸</sup>

نقطه اشتعال ماده بازدارنده خوردگی بایستی مطابق استاندارد ASTM D93 مشخص و توسط آزمایشگاه مرجع به منظور مقایسه و انطباق با برگه مشخصات فنی<sup>۹</sup> تولیدکننده و نمونه مرجع گزارش گردد.

### ج-۵) انحلال‌پذیری<sup>۱۰</sup> (حلالیت)

میزان انحلال بازدارنده انتخابی در فاز آلی (نفت سفید و گازوییل) در محدوده دمای پیش‌بینی شده انبارش، می‌بایست ارزیابی شود. روش انجام آزمون بایستی مطابق استاندارد ASTM G170 باشد.

<sup>2</sup> Specific Gravity

<sup>3</sup> Data Sheet

<sup>4</sup> Viscosity

<sup>5</sup> Data Sheet

<sup>6</sup> Pour Point

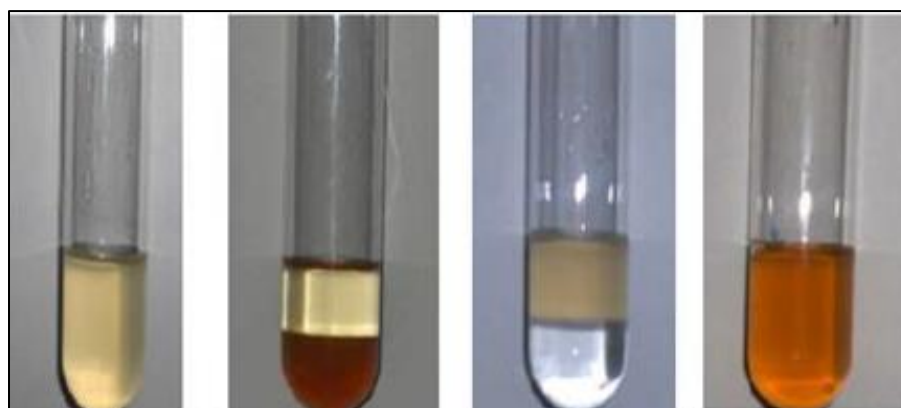
<sup>7</sup> Data Sheet

<sup>8</sup> Flash Point

<sup>9</sup> Data Sheet

<sup>10</sup> Solubility

|                                   |                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       |  |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی                                              |



تصویر (۱) - تاثیر انحلال‌پذیری بازدارنده‌های خوردگی در حلال‌های متفاوت

بررسی میزان انحلال‌پذیری ماده بازدارنده تزریق پیوسته و ناپیوسته در شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی در مرحله ارزیابی فنی و همچنین در مرحله بازرسی پیش از ارسال محموله به مناطق عملیاتی در هر دو سیال آلی نفت سفید و گازوئیل در غلظت‌های ۱۰، ۵ و ۲/۵ درصد برای ماده بازدارنده تزریق پیوسته و در غلظت‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد برای ماده بازدارنده تزریق ناپیوسته، در دمای ۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت انجام می‌گردد.

تشکیل هرگونه رسوب، لخته، ژله‌ای شدن، ذرات جامد معلق، دو فاز شدن، تغییر رنگ، کدر شدن، تغییر ویسکوزیته و یا هرگونه تغییر حالت فیزیکی و ظاهری در ماده بازدارنده تحت آزمایش گزارش گردد. با توجه به نتایج حاصل تصمیم‌گیری نهایی در خصوص تایید یا عدم تایید در اختیار کارفرما می‌باشد.

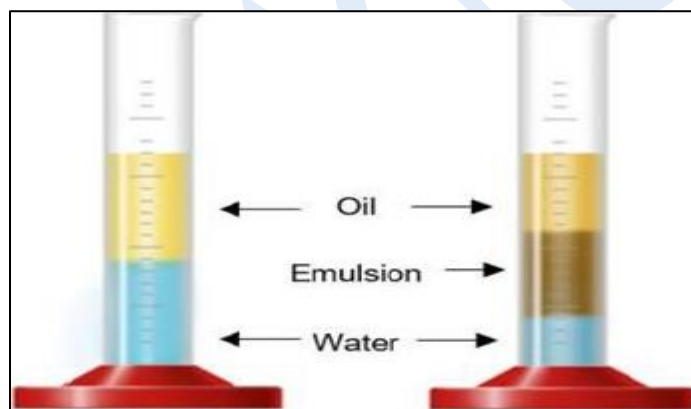
توجه ۱: این آزمون پس از ارسال محموله مواد بازدارنده تزریق پیوسته و ناپیوسته به مناطق عملیاتی با به کارگیری سیال مورد استفاده (مایعات گازی) جهت رفیق سازی در مناطق عملیاتی مطابق استاندارد به مدت ۱۴ روز در دما و غلظت‌های اشاره شده فوق انجام می‌گردد بر اساس نتایج بدست آمده شرکت تولید کننده

|                                   |                                                       |                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                                               |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                                               |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                                               |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                                               |

متعهد به ارائه خدمات پس از فروش، رفع عیب و در صورت نیاز تعویض ماده بازدارنده مطابق با الزامات  
بازرسی کالا می‌باشد.

### ج-۶) تمایل به تشکیل امولسیون<sup>۱۱</sup>

در این آزمایش از نسبت‌های حجمی مختلف آب و سیال آلی استفاده می‌گردد. تمایل به تشکیل امولسیون می‌بایست مطابق با استاندارد ASTM G170 مورد بررسی قرار گیرد.



تصویر (۲) - شماتیکی از تشکیل فاز جداگانه در حضور بازدارنده در امولسیون آب و نفت

### روش آزمون:

نمونه blank برای آزمون ماده بازدارنده محلول در نفت شامل ۴۰ سی سی آب نمک مطابق با NACE 1D182 و ۶۰ سی سی نفت سفید می‌باشد. دمای انجام آزمون ۵۰ درجه سانتی گراد بوده و جهت بررسی این ویژگی میزان 250ppm ماده بازدارنده (بر اساس ۱۰۰ سی سی حجم کل) به نمونه ها اضافه می‌شود. آزمون بایستی در استوانه مدرج درب دار با حجم ۱۰۰ سی سی انجام پذیرد. بعد از اضافه کردن آب نمک و نفت سفید به استوانه مدرج، ظرف در محیط با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد قرار می‌گیرد. پس

<sup>11</sup> Emulsification Tendency

|                                   |                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       |  |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی                                              |

از گذشت زمان کافی جهت اطمینان از رسیدن به این دما (حداقل ۱ ساعت) استوانه مدرج را از محیط گرم خارج کرده و بلافاصله میزان 250ppm ماده بازدارنده به ظرف اضافه میشود و سپس مطابق با استاندارد ASTM G170 به هم زده شده (۱۰۰ مرتبه به صورت HARD SHAKE) و محلول مورد بررسی قرار می‌گیرند.

توجه: مشخصات آب نمک (NACE Brine) مطابق با NACE 1D182 :  
NaCl 9.62%wt, CaCl<sub>2</sub> 0.305%wt, MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O 0.186%wt, distilled water 89.895wt

حد پذیرش:

ظاهر و حجم فازهای آلی، آب و امولسیون پس از پایان همزدن تا ۴ دقیقه (به صورت هر یک دقیقه) بایستی بررسی و گزارش شود. پذیرش یا رد محصول در این آزمون با مقایسه نتایج حاصل از آزمون نمونه‌های حاوی ماده بازدارنده و نمونه شاهد (blank) انجام خواهد شد.

#### ج-۷) تمایل به تشکیل کف<sup>۱۲</sup>

تمایل به ایجاد کف می‌بایست مورد بررسی قرار گرفته، و پایداری و ارتفاع کف در نمونه محتوی بازدارنده اندازه‌گیری و با نمونه بدون بازدارنده مقایسه شود، تا تأثیر بازدارنده بر تمایل به ایجاد کف در سیال بررسی گردد. پس از پایان دمش و انتقال مواد به استوانه مدرج، ارتفاع مایع و کف تشکیل شده تا زمان از بین رفتن کف، بررسی و ثبت شود.

نمونه blank ۲۰۰ سی سی نفت سفید و نمونه آزمون شامل ۱۸۰ سی سی نفت سفید و ۲۰ سی سی ماده بازدارنده می‌باشد. دمای آزمون ۲۵ درجه سانتی گراد می‌باشد. گاز نیتروژن با جریان ۴ lit/min به مدت ۵ دقیقه در محلول دمیده می‌شود.

<sup>12</sup> Foaming Tendency

|                                   |                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       |  |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی                                              |

حد پذیرش : ارتفاع و مدت زمان از بین رفتن لایه کف نمونه حاوی ماده بازدارنده خوردگی نباید بیش از یک و نیم برابر ارتفاع و مدت زمان از بین رفتن لایه کف نمونه blank باشد.

#### ج-۸) پایداری حرارتی<sup>۱۳</sup> بازدارنده های درون چاهی (پیوسته و ناپیوسته)

تأثیر دمای درون چاه بر بازدارنده می‌بایست مطابق استاندارد ASTM G170 مورد بررسی قرار گیرد. پایداری ساختار شیمیایی نمونه‌های بازدارنده منتخب، در حداکثر دمای بهره‌برداری مد نظر شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی با شناسایی ترکیبات حاصل از تجزیه شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. مقایسه طیف‌های قبل و پس از حرارت می‌بایست بیانگر پایداری بسیار خوب و عدم تغییر ساختار شیمیایی ماده بازدارنده انتخابی در اثر حرارت اعمال شده باشد. توجه: دمای مورد نظر جهت انجام این آزمون ۸۰ درجه سانتی‌گراد برای نمونه ماده بازدارنده ناپیوسته و پیوسته و مدت زمان آزمون ۹۶ ساعت خواهد بود. سپس آزمون FTIR و در صورت صلاحدید آزمون MNR جهت مقایسه با نمونه Blank (قبل و پس از حرارت) انجام می‌شود.

توجه: کلیه آزمون‌های فوق در زمان بازرسی از محصول تولیدی برای تمامی batch‌های تولید انجام و در صورت تایید خواص فیزیکی و شیمیایی ذکر شده، عملکرد بازدارنده مطابق بندهای زیر می‌بایست مورد ارزیابی واقع شود.

تبصره : آزمون پایداری حرارتی مطابق با بند ج-۸ در زمان بازرسی از محصول تولیدی برای حداقل ۲۰ درصد batch‌های تولید انجام می‌شود.

<sup>13</sup> Thermal Stability

|                                   |                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       |  |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی                                              |

### ج-۹) ارزیابی میزان بازدارندگی یا کارایی<sup>۱۴</sup> ماده بازدارنده خوردگی

بررسی‌های آزمایشگاهی بازدارنده‌ها و شبیه‌سازی پارامترهای مستقیم مانند دما، فشار، متریال سازه، فازهای آلی یا آبی، ذرات جامد، و پارامترهای غیر مستقیم مانند جریان (نرخ و نوع جریان) اطلاعات مفیدی همچون بازده، پایداری، مقدار و روش تزریق موثر، را ارائه می‌نماید. از اطلاعات مذکور می‌توان جهت انتخاب اقتصادی-ترین و فنی‌ترین بازدارنده‌ها از میان بازدارنده‌های مورد بررسی در مرحله ارزیابی و انتخاب بازدارنده استفاده نمود.

تطبیق همه شرایط میدانی در ارزیابی‌های آزمایشگاهی تقریباً غیر ممکن است. با این وجود، ارزیابی‌های آزمایشگاهی برای مطالعه تعداد زیادی از واکنش‌های بین بازدارنده و ترکیبات آبی و آلی، مناسب است. در این میان از روش‌های آزمایشگاهی نظیر آزمایش حباب<sup>۱۵</sup>، قفس چرخان<sup>۱۶</sup> و روش‌های الکتروشیمیایی با الکتروود (استوانه‌ای و یا دیسکی) چرخان، لوپ جریان آشفته، چرخ دوار<sup>۱۷</sup> و غیره جهت ارزیابی بازدارنده‌های خوردگی انجام می‌شود. متناسب با شرایط عملیاتی، بایستی آزمایش مورد نظر انتخاب، و در آزمایشگاه مورد تأیید کارفرما شبیه‌سازی صورت پذیرد. با توجه به موارد مذکور و در راستای حذف ارزیابی‌های میدانی (بدلیل هزینه بالا و زمان بر بودن آن)، در ابتدا انجام تست حباب و چرخ دوار، با توجه به شرایطی که در ادامه به آن اشاره خواهد شد، بایستی مد نظر قرار داشته باشد.

### ج-۹-۱) ارزیابی آزمایشگاهی بازدارنده‌های خوردگی به روش مقاومت پلاریزاسیون خطی (آزمایش حباب)

روش الکتروشیمیایی مقاومت پلاریزاسیون خطی با استفاده از دستگاه پتانسیو/استات برای غربالگری اولیه

<sup>14</sup> Inhibitor Activity or Inhibitor Efficiency

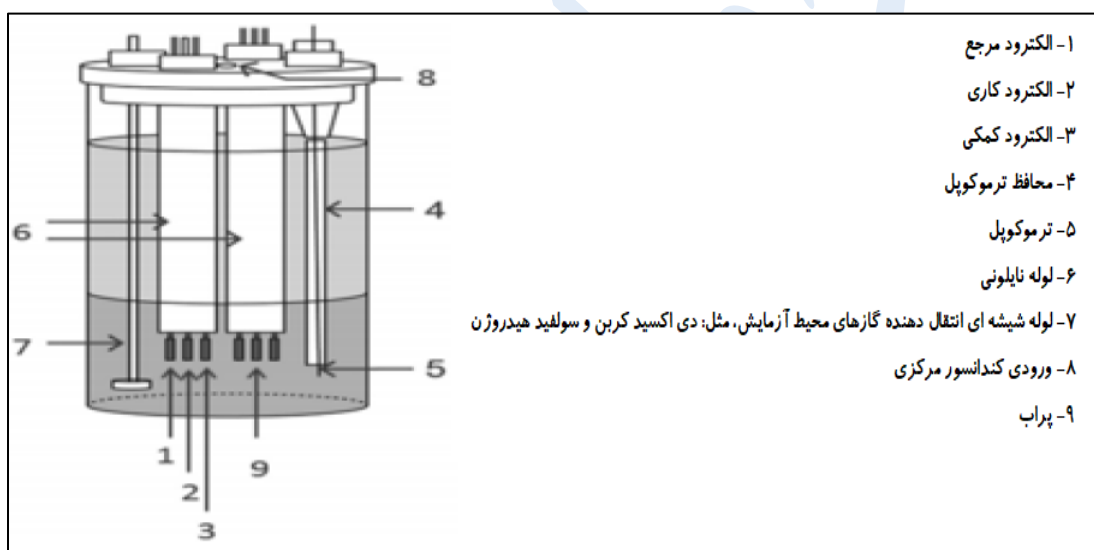
<sup>15</sup> Bobble Test or Liner Polarization Resistance (LPR)

<sup>16</sup> Rotating Cage (RC)

<sup>17</sup> Wheel Test

|                                   |                                                       |                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                                               |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                                               |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                                               |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                                               |

بازدارنده‌ها به آزمایش حباب معروف است (رجوع به استاندارد NACE 1D196). این روش ساده ترین و در واقع اولین روش آزمایشگاهی جهت ارزیابی بازدارنده های خوردگی می باشد. محلول آزمون حاوی ۹۰ درصد آب نمک (مطابق با NACE 1D182) و ۱۰ درصد KEROSENE فاقد بازدارنده میباشد و آزمون در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد انجام شود.



تصویر (۳) - شماتیکی از Set-Up آزمایشگاهی تست حباب

### مراحل انجام آزمون:

- ۱- محلول تست باید به مدت ۱ ساعت با گاز نیتروژن با نرخ 2lit/min اکسیژن زدایی شود.
- ۲- سپس محلول تست بدون نمونه Working electrode با گاز CO2 به مدت ۳۰ دقیقه با نرخ 2lit/min دمش شود.
- ۳- گذاشتن Working electrode در محلول و ادامه دمش گاز CO2 به مدت ۳۰ دقیقه با نرخ 2lit/min.

|                                   |                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       |  |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی                                              |

۴-رسم نمودار تغییرات پتانسیل بر حسب جریان برای نمونه Blank و سپس تزریق ماده بازدارنده پیوسته و ناپیوسته به میزان 50 ppm ( برای هر دو ماده بر اساس حجم کل محلول)

۵-رسم نمودار تغییرات پتانسیل بر حسب جریان برای نمونه حاوی ماده بازدارنده هر یک ساعت یک مرتبه

حد پذیرش : در صد بازدارندگی محاسبه شده در زمان های ۱،۲،۳ و ۴ ساعت پس از تزریق ماده بازدارنده خوردگی معیار پذیرش ماده بازدارنده در این آزمون میباشد . به این صورت که درصد بازدارندگی حداقل در ۲ مورد از نتایج بایستی بزرگتر یا مساوی ۸۰ درصد بوده و الزاماً یک مورد از نتایج ذکر شده می بایست بزرگتر یا مساوی ۹۰ در صد باشد. میانگین ۲ مورد از نتایج درصد بازدارندگی از بین چهار نتیجه درصد بازدارندگی، که از بقیه بزرگتر میباشد ، مبنای امتیاز دهی خواهد بود.

تبصره: این آزمون در مرحله بازرسی حین تولید از محصول ، برای ۱۰۰ درصد batchهای تولیدی انجام می گردد.

#### ج-۹-۲) ارزیابی آزمایشگاهی بازدارنده‌های خوردگی به روش چرخ دوار

این آزمون برای بررسی کارایی مواد بازدارنده خوردگی و بررسی نرخ خوردگی و آنالیز سطح انجام می شود، و تعیین نرخ و نوع خوردگی را ممکن می‌سازد. روش انجام آزمون مطابق با استاندارد NACE 1D182 بوده، که در ادامه مراحل انجام آن بطور خلاصه ذکر شده است:

- در انتخاب نمونه‌های آزمایش تنوع گسترده‌ای وجود دارد. در محیط‌های ترش (حاوی گاز  $H_2S$ )، به دلیل رایج بودن خوردگی حفره‌ای و نیاز به بررسی ابعاد و عمق حفره، معمولاً نمونه‌ها با ابعاد  $0.13 \times 12.7 \times 76$  (mm)، و هنگامی که در محیط‌های ترش و شیرین، تشکیل حفره، مشکل اصلی نباشد، ترجیحاً از نمونه‌هایی میله‌ای شکل با ابعاد  $1.5 \times 150$  (mm) استفاده شود.
- نمونه‌های آزمایش را با استفاده از استون شست و شو داده تا از هر گونه آلودگی زوده شونده، و در نهایت توسط پارچه‌ای خشک شوند.

|                                   |                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       |  |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی                                              |

- جهت جلوگیری از آلودگی، نمونه‌ها تا شروع انجام آزمایش در دسیکاتور نگهداری شوند.
- در حین جابه‌جایی نمونه‌ها، جهت جلوگیری از ایجاد اثر انگشت، چربی و هر گونه آلودگی دیگر، بهتر است از دستکش استفاده گردد.
- محلول هیدرو کربن مورد استفاده می‌تواند نفت سفید، و یا میعانات گازی (بدون ماده بازدارنده) باشد.
- جهت تهیه و سنتز آب نمک مطابق با NACE 1D182 ترکیب زیر مد نظر قرار گیرد:  
 $\text{NaCl } 9.62\% \text{wt}$ ,  $\text{CaCl}_2 \text{ } 0.305\% \text{wt}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O } 0.186\% \text{wt}$ , distilled water 89.895wt
- با دمش گاز نیتروژن با نرخ 2 Lit/min، ۶۰ دقیقه زمان برای حذف اکسیژن از ۴ لیتر آب نمک کافی می‌باشد.
- جهت بررسی خوردگی غیر ترش، گاز  $\text{CO}_2$  به مدت ۶۰ دقیقه با نرخ 2 Lit/min به داخل ظرف حاوی ۴ لیتر آب شور Purge می‌شود. pH سیال را عموماً بین 4.5 تا 4.8 در نظر می‌گیرند.
- مطابق با NACE 1D182 با اضافه کردن ۳۴۰ میلی گرم در لیتر اسید استیک به همراه ۷۰۶ میلی گرم در لیتر سولفات سدیم ( $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) میتوان تاثیر حضور  $\text{H}_2\text{S}$  به میزان ۱۰۰ میلی گرم در لیتر را مورد بررسی قرار داد.

تبصره: در صورت استفاده از اسید استیک به همراه سولفات سدیم به منظور بررسی اثر حضور گاز  $\text{H}_2\text{S}$ ، رعایت کامل الزامات ایمنی توسط آزمایشگاه ضروری می‌باشد.

- پس از آماده سازی نمونه ها، سیال آزمایش حاوی گازهای خورنده و بازدارنده‌های مصرفی (در انواع و غلظت‌های مختلف جهت بررسی کارایی بازدارنده‌های مختلف و به دست آوردن غلظت بهینه موثر) در ظروفی جداگانه، سیال به همراه نیتروژن به درون بطری ۲۰۰ میلی‌لیتری ریخته می‌شود.
- در حین انتقال اجزای آزمایش، از ورود اکسیژن به درون بطری باید جلوگیری شود.

|                                   |                                                       |                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                                               |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                                               |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                                               |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                                               |

- پس از پاکسازی بطری از هوا، بازدارنده رقیق شده و یا خالص به درون بطری افزوده می‌شود. به دنبال آن آب شور و سپس نفت به درون بطری افزوده، و نهایتاً نمونه کوپن پایش خوردگی را در بطری قرار داده، و بطری را بر روی چرخ مورد نظر نصب می‌نمایند.
- بطری‌های آزمایش در جای مناسب در مدار چرخش قرار داده شده، و در دمای مورد نظر و به مدت زمان دو ساعت و با سرعت ۳۰ دور بر دقیقه چرخانده می‌شوند تا از تشکیل فیلم محافظ بر روی سطح نمونه‌ها اطمینان حاصل شود. نمونه‌ای ساده از این دستگاه در تصویر شماره (۵) نشان داده شده است.



تصویر (۵) - تصویری از دستگاه چرخ دوار

- پس از اتمام فرآیند، نمونه‌ها را با دقت بسیار از بطری خارج کرده، و به بطری دیگری که حاوی سیال تمیز (بدون بازدارنده) می‌باشد منتقل نموده و به مدت یک ساعت با سرعت ۳۰ دور بر دقیقه مجدداً در مدار چرخش قرار داده تا بازدارنده‌ای که به طور کامل به سطح نمونه نچسبیده است از سطح جدا شود.
- قطعات پس از پاکسازی و شست و شو به بطری دیگری که حاوی سیال بدون بازدارنده می‌باشد منتقل شده (با حفظ شرایط فوق)، تا به مدت ۲۴-۷۲ ساعت در درون دستگاه چرخ دوار با سرعت ۳۰ دور بر دقیقه قرار داده، تا در مدار بچرخند.

|                                   |                                                       |                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                                               |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                                               |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                                               |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                                               |

## روش آزمون برای:

- ماده بازدارنده تزریق ناپیوسته:  
شامل افزودن ماده بازدارنده تزریق ناپیوسته به میزان 5 درصد (نسبت به KEROSENE) به محیط شامل ۹۰ درصد KEROSENE فاقد بازدارنده و ۱۰ درصد آب نمک استاندارد NACE و قرار دادن نمونه های حاوی کوپن در دستگاه چرخ دوار به مدت ۳ ساعت به منظور تشکیل فیلم بر روی کوپن ، خارج نمودن نمونه ها و قرار دادن آن ها در محیط با نسبت NACE Brine و KEROSENE فاقد بازدارنده ۵۰/۵۰ جهت حذف فیلم های ناپایدار با قرار دادن آنها در دستگاه چرخ دوار به مدت ۱ ساعت و در نهایت انجام تست نهایی در محیط آب نمک استاندارد NACE و KEROSENE فاقد بازدارنده با نسبت ۵۰/۵۰ به مدت ۷۲-۲۴ ساعت در دستگاه چرخ دوار میباشد. در کلیه مراحل دمای دستگاه چرخ دوار بایستی، ۷۰ درجه سانتیگراد و سرعت ۳۰ دور بر دقیقه می باشد.
- ماده بازدارنده تزریق پیوسته :  
شامل مرحله تشکیل فیلم و شستشوی فیلم های ناپایدار نبوده و با افزودن میزان 50ppm (نسبت به حجم کل) ماده بازدارنده خوردگی به محلول آب نمک NACE Brine و KEROSENE فاقد بازدارنده با نسبت ۵۰/۵۰ و قرار دان نمونه ها در دستگاه چرخ دوار به مدت ۷۲-۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و با سرعت ۳۰ دور بر دقیقه انجام می شود.
- پس از اتمام زمان آزمایش، قطعات آزمایش را از بطری خارج نموده، و برای حذف نفت و فیلم بازدارنده با ایزوپروپیل الکل یا زایلن شسته، و سپس با پارچه خشک می‌شوند.
- اگر محیط آزمایش حاوی گاز H<sub>2</sub>S باشد، فیلم سولفیدی تشکیل شده بر روی قطعات آزمایش، بایستی با ۱۰ تا ۱۵ ثانیه غوطه‌وری در محلول اسید کلریدریک 10% حاوی بازدارنده از روی سطح زدوده شود. سپس قطعات با استفاده از استون و آب مقطر کاملاً شسته، و در نهایت خشک شوند.

|                                   |                                                       |                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                                               |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                                               |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                                               |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                                               |

- در حضور گاز CO<sub>2</sub> در محیط آزمایش، مشاهده محصولات خوردگی قرمز رنگ، نشان دهنده اکسید آهن بر روی سطح نمونه‌های آزمایش بوده، که بیانگر عدم پاکسازی مناسب محیط از اکسیژن می‌باشد.
- نمونه‌ها قبل و بعد از آزمایش با دقت 0.1mg وزن می‌شوند. جهت اطمینان از نتایج حاصله، بایستی آزمایش، سه مورد بر روی نمونه شاهد (محلول خورنده بدون بازدارنده) و سه مورد به ازای هر غلظت بازدارنده تکرار گردد. پیش از وزن کردن بایستی باقی مانده محصولات خوردگی به طور کامل از سطح کوپن‌ها به روش مناسب زدوده شوند.
- پس از وزن کردن نمونه‌ها، با استفاده از روش کاهش وزن، نرخ‌های خوردگی در حضور بازدارنده (در غلظت‌های مختلف) و بدون حضور بازدارنده مقایسه و کارایی بازدارنده بایستی مطابق جدول (۵) (نمونه) گزارش گردد.
- علاوه بر تعیین کارایی بازدارنده (راندمان بازدارندگی)، اثرات بازدارنده بر روی سطح و پدیده‌هایی مانند خوردگی موضعی، حفره، تاول‌زایی، تشکیل رسوب و محصولات خوردگی بایستی بررسی شود.

جدول (۵) - نمونه فرم ارائه گزارش نتایج تست چرخ دوار از سوی آزمایشگاه مورد تأیید کارفرما

| مشاهدات<br>ظاهری | راندمان<br>بازدارندگی (%) | نرخ خوردگی<br>(MPY) | میانگین اختلاف<br>وزن (mg) | اختلاف وزن<br>(mg) | وزن ثانویه کوپن<br>(mg) | وزن اولیه کوپن<br>(mg) | تکرار<br>پذیری | غلظت بازدارنده<br>(%Vol) |
|------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|----------------|--------------------------|
|                  |                           |                     |                            |                    |                         |                        | ۱              |                          |
|                  |                           |                     |                            |                    |                         |                        | ۲              |                          |
|                  |                           |                     |                            |                    |                         |                        | ۳              |                          |

|                                   |                                                       |                                                                                                           |                                        |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت ملی نفت ایران |                                        |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                           |                                        |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                           | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                           |                                        |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                           |                                        |

#### حد پذیرش:

- نتایج حاصل از آزمون چرخ دوار ماده بازدارنده تزریق پیوسته در مرحله ارزیابی فنی و بازرسی از محصول تولیدی برای اطلاعات (result for information) واحد حفاظت فنی میباشد.
  - حداقل معیار پذیرش میزان حفاظت مواد بازدارنده خوردگی تزریق ناپیوسته ۶۵ درصد میباشد.
- تبصره: این آزمون در مرحله بازرسی از محصول تولیدی ماده بازدارنده پیوسته و ناپوسته به ترتیب برای ۲۰ و ۵۰ درصد از batch‌های تولیدی انجام می‌گردد.

#### (۷) سایر توضیحات

- ۱-۷ لازم است روش آزمون تمام آزمایش‌ها از سوی تولیدکننده (با همکاری آزمایشگاه مورد تأیید کارفرما) ارائه و به تأیید بازرسی فنی کارفرما رسانده شود.
- ۲-۷ نرخ تزریق به ازای تولید، میزان رقیق‌سازی و ماده رقیق‌کننده مجاز، و روش تست مقدار باقیمانده ماده بازدارنده خوردگی<sup>۱۸</sup> بایستی به طور کامل از طرف تولیدکننده ارائه شود.
- ۳-۷ تغییر در ترکیب شیمیایی<sup>۱۹</sup> و اجزاء تشکیل دهنده مواد بازدارنده خوردگی، حتی با هدف ارتقاء کیفیت این مواد، می‌بایست با هماهنگی و موافقت کارفرما انجام پذیرد.
- ۴-۷ قضاوت نهایی در مورد مواد بازدارنده خوردگی (تأیید یا عدم تأیید) بر اساس نتایج حاصل از آزمون‌های آزمایشگاهی خواهد بود.
- ۵-۷ تولیدکننده موظف به فراهم کردن شرایط و امکانات انجام آزمونهای ردیف ۱ تا ۱۰ جدول شماره ۲ مندرج در دستورالعمل CMD-026-Rev09 در محل کارخانه می‌باشد. در صورتی که به هر دلیل امکان انجام برخی از آزمون‌های مذکور در محل کارخانه فراهم نگردد و یا به صلاح دید کارفرما نیاز به تکرار آزمون

<sup>18</sup> Residual Inhibitor

<sup>19</sup> Composition

|                                   |                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       |  |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی                                              |

باشد، انجام آزمون‌های مد نظر واحد حفاظت فنی در آزمایشگاه دارای گواهی معتبر ISO 17025 با هزینه تولید کننده الزامی است.

۶-۷- شرایط محموله بایستی از نظر کمی<sup>۲۰</sup>، بسته بندی و برچسب‌زنی<sup>۲۱</sup> و توزین اتفاقی توسط متقاضی و اداره تدارکات کالا، مورد ارزیابی قرار گیرد. شبکه‌های مواد بازدارنده خوردگی می‌بایست نو، دسته اول، تمیز، از هر نظر سالم و مورد تایید اداره متقاضی و تدارکات کالا بوده، و دچار نشی یا ریزش محصول نشده باشد. ۷-۷- شبکه‌ها قبل از تحویل به کارفرما و قبل از ارسال به سایت می‌بایست پالت شده، طوقه کشی و لفاف‌پیچی<sup>۲۲</sup> شوند.

۸-۷- روش امتیازدهی، آزمون‌ها و متغیرهای موثر بر ارزیابی فنی تولیدکنندگان مواد بازدارنده خوردگی به پیوست می‌باشد.

۹-۷- نمونه مرجع ماده بازدارنده تزریق پیوسته و ناپیوسته می‌بایست بر اساس نتایج آزمایشگاهی (که در مرحله ارزیابی فنی مطابق این دستورالعمل انجام می‌گردد) حداقل الزامات مورد پذیرش تمامی آزمون‌های خواص فیزیکی و عملکردی اشاره شده در جدول شماره ۲ دستورالعمل (ج ۱ الی ج ۹) را داشته باشد. صرفاً در این صورت مطابق با جداول پ ۱-۱ و پ ۳-۱ امتیاز بندی می‌گردد.

۱۰-۷- ضمانت و مسئولیت کیفی ماده بازدارنده خوردگی در مراحل آزمون میدانی و عملکردی و دوره گارانتی، بر عهده شرکت تولید کننده می‌باشد و ضرورت دارد در صورت بروز مشکلات اجرایی در سایت پروژه، تاسیسات پایین دستی و یا حسب نیاز کارفرما، نسبت به اعزام کارشناس ماهر و باتجربه به محل پروژه جهت رفع مشکلات مربوطه، اقدام نماید. همچنین در صورت عدم رفع مشکلات، عودت کالا به کارخانه جهت رفع ایرادات و تطابق خواص کیفی آن با الزامات کارفرما، بر عهده تولید کننده می‌باشد.

<sup>20</sup> Quantity

<sup>21</sup> Packing and Marking

<sup>22</sup> Wrapping

|                                   |                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       |  |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       | شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی                                              |

پیوست یک: رویکرد امتیازدهی در ارزیابی فنی تولیدکنندگان ماده بازدارنده خوردگی

نمونه مرجع ماده بازدارنده تزریق پیوسته و ناپیوسته میبایست بر اساس نتایج آزمایشگاهی (که در مرحله ارزیابی فنی مطابق این دستورالعمل انجام میگردد) حداقل الزامات مورد پذیرش تمامی آزمون های خواص فیزیکی و عملکردی اشاره شده در دستورالعمل (ج ۱ الی ج ۹) را داشته باشد. صرفاً در این صورت مطابق با جداول پ ۱-۱ و پ ۱-۳ امتیاز بندی میگردد.

جدول پ ۱-۱- جدول امتیازبندی آیتم‌های ارزیابی فنی بازدارنده های تزریق پیوسته

| امتیازات پیشنهادی | عناوین ارزیابی                           |                                  |
|-------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
|                   | حداکثر امتیاز                            |                                  |
| ۱۵                | آزمون امولسیون                           | کارایی یا<br>میزان<br>بازدارندگی |
| ۵۰                | (LPR)آزمون حباب                          |                                  |
| ۰                 | آزمون چرخ دوار                           |                                  |
| ۲۵                | بررسی اسناد و مدارک فنی و سوابق          |                                  |
| ۱۰                | تاثیر امتیاز ارزیابی کیفی در ارزیابی فنی |                                  |
| ۱۰۰               | مجموع امتیازات                           |                                  |

توجه : کسب حداقل امتیاز ۶۵ مطابق اسناد مناقصه در مرحله ارزیابی فنی الزامی می‌باشد

|                                                              |                                                       |                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                                                     | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت ملی نفت ایران |
| ویرایش: ۰۹                                                   |                                                       |                                                                                                           |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲<br>تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                           |
| صفحه                                                         |                                                       |                                                                                                           |

شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی

جدول پ ۱-۲ نحوه امتیاز دهی کارائی و میزان بازدارندگی ماده بازدارنده تزریق پیوسته

| امتیاز فنی | میانگین ۲ مورد درصد بازدارندگی از بین چهار درصد بازدارندگی، که از بقیه بزرگتر میباشند در آزمایش پلاریزاسیون خطی | امتیاز فنی | افزایش زمان شکست لایه امولسیون نمونه حاوی بازدارنده نسبت به نمونه blank بر حسب ثانیه |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ۴۰         | $85 \leq x < 88$                                                                                                | ۱۵         | $x < 30''$                                                                           |
| ۴۵         | $88 \leq x < 93$                                                                                                | ۱۳         | $30'' \leq x < 60''$                                                                 |
| ۵۰         | $x \geq 93$                                                                                                     | ۱۱         | $60'' \leq x \leq 120''$                                                             |
| مردود      | $x < 85$                                                                                                        | ۸          | $120'' \leq x \leq 240''$                                                            |
|            |                                                                                                                 | مردود      | $240'' < x$                                                                          |

جدول پ ۱-۳ جدول امتیازبندی آیتم‌های ارزیابی فنی بازدارنده‌های تزریق ناپیوسته

| عناوین ارزیابی                           |                  | امتیازات پیشنهادی |
|------------------------------------------|------------------|-------------------|
| کارایی یا میزان بازدارندگی               | (LPR) آزمون حباب | ۳۰                |
|                                          | آزمون چرخ دوار   | ۳۵                |
| بررسی اسناد و مدارک فنی و سوابق          |                  | ۲۵                |
| تاثیر امتیاز ارزیابی کیفی در ارزیابی فنی |                  | ۱۰                |
| مجموع امتیازات                           |                  | ۱۰۰               |

توجه: کسب حداقل امتیاز ۶۵ مطابق اسناد مناقصه در مرحله ارزیابی فنی الزامی می‌باشد.

|                                   |                                                       |                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کد مدرک:                          | Integrated<br>Management System                       | <br>شرکت ملی نفت ایران<br>شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی |
| ویرایش: ۰۹                        |                                                       |                                                                                                                                                     |
| تاریخ تهیه: شهریور ۱۴۰۲           | مشخصات فنی و دستورالعمل‌های<br>بازرسی کالای حفاظت فنی |                                                                                                                                                     |
| تاریخ آخرین ویرایش: آبان ماه ۱۴۰۴ |                                                       |                                                                                                                                                     |
| صفحه                              |                                                       |                                                                                                                                                     |

جدول پ ۱-۴ نحوه امتیاز دهی کارائی و میزان بازدارندگی ماده بازدارنده تزریق ناپیوسته

| امتیاز فنی | آزمایش چرخ دوار  | امتیاز فنی | آزمایش پلاریزاسیون خطی |
|------------|------------------|------------|------------------------|
| ۳۰         | $65 \leq x < 85$ | ۲۰         | $85 \leq x < 90$       |
| ۳۵         | $\geq 85$        | ۲۵         | $88 \leq x < 93$       |
| مردود      | $X < 65$         | ۳۰         | $\geq 93$              |
|            |                  | مردود      | $X < 85$               |

جدول پ ۱-۵ نحوه امتیاز دهی بررسی اسناد و مدارک فنی و سوابق ماده بازدارنده تزریق پیوسته و ناپیوسته

| ردیف | آیتم                                                                                           | حداکثر امتیاز |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| ۱    | سوابق استفاده از ماده بازدارنده خوردگی در میادین شرکت نفت و گاز زاگرس جنوبی                    | ۱۰            |
| ۲    | پشتیبانی فنی و تجهیزات آزمایشگاهی شرکت پیشنهاد دهنده                                           | ۷             |
| ۳    | اسناد و مدارک فنی و نتایج آزمایشگاهی ارائه شده                                                 | ۶             |
| ۴    | سوابق استفاده از مواد بازدارنده خوردگی پیشنهادی در شرایط مشابه در سایر شرکت های تابع وزارت نفت | ۲             |