



**دومین همایش بین المللی و پنجمین همایش ملی**  
**پژوهشی های محیط زیست و کشاورزی ایران**  
The second international and the fifth national conference of IRANs  
Environmental and Agricultural Research **۱۳ اسفند ۱۳۹۴**  
March 03 2016



## ارزیابی ریسک زیست محیطی و ایمنی عملیات برچیدن (RIG DOWN) دکلهای حفاری نفت و گاز خشکی با تکنیک FMEA

غفور نوریان\*<sup>۱</sup>، فاضل امیری<sup>۲</sup>

### چکیده

با توجه به اینکه ماهیت و نوع فعالیتهای دکل حفاری نفت و گاز همراه با مخاطرات مختلفی از نظر زیست محیطی، بهداشتی و ایمنی است این تحقیق شناسایی، ارزیابی و رتبه بندی ریسک های ایمنی و زیست محیطی در هنگام عملیات RIG DOWN در زمان جابجایی از منطقه ای به منطقه دیگر در یک شرکت حفاری بررسی شده است.

در این تحقیق کاربردی از تکنیک (FMEA(Failure Mode and Effects Analysis) استفاده شده است این تکنیک در ارزیابی ریسک روشی تحلیلی است که می‌کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در محدوده‌ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می‌شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و رتبه بندی کند. پس از مطالعه و تعیین دیدگاه تجزیه و تحلیل، جمع آوری اطلاعات به صورت میدانی و مصاحبه با کارکنان و بررسی مستندات اجراء دکل حفاری نفت و گاز، ارزیابی عملیات باز نمودن دکل بر اساس نوع فعالیت، وضعیت، اثرات بالقوه، شدت اثر و احتمال وقوع و نحوه کنترل جنبه های ایمنی و زیست محیطی صورت پذیرفت. از خطرات و فعالیتهای رتبه بندی شده براساس عدد RPN بدست آمده و نوع خطرات بالقوه براساس جداول ارزیابی ریسک که تهیه شده، سقوط از ارتفاع، لعزندگی محیط کار، ضرب دیدگی با پتک، ریختن مایعات شیمیایی حفاری تخلیه و شستشوی مخازن گل در اطراف دکل عدد ریسک با لاتری را داشتند. حساس سازی مسئولین دکل های حفاری به برگزاری جلسات آموزشی قبل از شروع به کار(PJSM)، صدور PERMIT یا مجوز انجام کار قبل از انجام فعالیتهای با ریسک بالا، تهیه دستورالعمل باز نمودن دکل حفاری نفت و گاز، از مواردی هستند که به کاهش خطرات مرگبار کمک می کنند.

**کلمات کلیدی:** دکلهای حفاری نفت و گاز، FMEA، ارزیابی ریسک

\*- دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست-دانشگاه آزاد بوشهر hse.ghafoor@yahoo.com

۲- دانشیار گروه محیط زیست -دانشگاه آزاد بوشهر - amiri\_fazel@yahoo.com



## مقدمه

در خرداد ماه ۱۳۸۷ خورشیدی برابر با ۲۶ ماه مه ۱۹۰۸ میلادی، مته حفاری از ضخامت زمینی به قطر ۳۰۰ متر عبور کرد و آخرین ضربه خود را به صخره عظیمی که روی منبع نفت قرار داشت فرود آورد. در نتیجه در عمق ۱۱۸۰ پا (۳۶۰ متری) نفت با فشار زیادی تا ۵۰ تا (۱۵ متر) بالاتر از نوک دکل حفاری فوران کرد و کارگران را در خود غرقه ساخت. بدین ترتیب فصل جدیدی در تاریخ کشور رخ داد و ایران به جمع کشورهای نفت خیز جهان پیوست. امروزه بیش از ۹۵ درصد حفاریها به روش مکانیکی و به وسیله ماشینهای ضربه ای ، چرخشی و یا ضربه ای- چرخشی انجام می گیرد. در روش مکانیکی نفوذ در سنگ با انرژی مکانیکی و از طریق اعمال ضربه های پی در پی یا در اثر تماس انجام می گیرد. قطر چاههایی که با روشهای مکانیکی حفر می شوند از چند سانتی متر تا چندین هزار متر متغیر است.(۴)

چاه، حفره ای استوانه ای که قطر آن کمتر از عمق آن می باشد و به منظور استخراج و دسترسی به منابع زیر زمینی نفت و گاز حفر می شود. و دکل حفاری شامل مجموعه وسایل موجود در یک مجتمع حفاری شامل برج حفاری، موتور، تلمبه و مخزن گل حفاری و سایر تاسیسات لازم می باشد دکل حفاری را می توان از یک محل به محل دیگر منتقل کرد. از دکل حفاری برای حفر چاه اکتشافی یا تولیدی در دریا و خشکی استفاده می شود. با توجه به اینکه عملیات حفاری چاه های نفت و گاز در صنایع بالادستی با احتمال لایه های پرفشار گاز های کشنده روبه رو است و همچنین پرسنل دکل های حفاری نفت و گاز همواره با خطراتی از جمله سقوط از ارتفاع، آتش سوزی ، کارکردن گروهی در ارتفاع در فضای کوچک و محدود، جابجایی تجهیزات سنگین، سروصدای تجهیزات، خفگی و مرگ بوسیله گاز کشنده سولفید هیدروژن، مواجه می باشند. که این ویژگی حفاری را در رده یکی از خطرناک ترین مشاغل دنیا قرار می دهد، لذا برای کنترل خطرات ایمنی بهداشتی و زیست محیطی (HSE) در دکل های غول پیکر حفاری تدابیری بایستی اندیشیده شود تا باعث جلوگیری از حوادث جانی مالی و زیست محیطی گردد، در این راستا و همزمان با پیشرفتهای تکنولوژی شرکت های حفاری نفت و گاز در ایران دارای رشد مناسبی در زمینه شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک های کاری خود بوده اند؛ در این راستا برای این تحقیق یک شرکت معتبر در حوزه حفاری چاه های نفت و گاز ، به عنوان مطالعه موردی انتخاب گردیده است. یکی از مهمترین خطرات دکلهای حفاری جابجایی آنها به طور مستمر از نقطه ای به نقطه دیگر می باشد به طوریکه



کلیه قطعات آن از هم جدا شده و دوباره سر هم می گردد، لذا با توجه به اینکه روشهای متعدد ارزیابی ریسک وجود دارد، تکنیک FMEA جهت شناسایی و رتبه بندی خطرات ایمنی و زیست محیطی باز نمودن دکل حفاری مورد استفاده قرار گرفت. (۵)

FMEA یک تکنیک مهندسی است که به منظور مشخص کردن و حذف خطاها، مشکلات و اشتباهات بالقوه موجود سیستم ، فرایند تولید و ارائه خدمت، قبل از وقوع ، در نزد مشتری ، بکار برده می شود. (۶)

#### روش تحقیق:

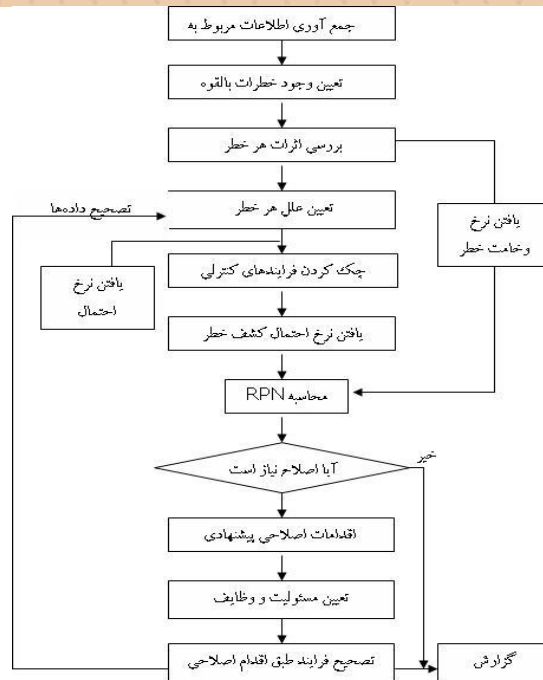
این تحقیق از نوع مطالعات تحلیلی-کاربردی است که به بررسی خطرات باز نمودن دکلهای گول پیکر حفاری نفت و گاز براساس تکنیک FMEA پرداخته است. در این مقاله از تکنیک (Failure Mode and Effects Analysis) FMEA استفاده شده است این تکنیک در ارزیابی ریسک روشی تحلیلی است که می کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در محدوده‌ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و رتبه بندی کند. از بهترین ویژگی های FMEA اقدام کنشی به جای واکنشی در مقابل برخورد با شکست ها یا به عبارتی دیگر انجام عملی پیشگیرانه قبل از وقوع حادثه است نه بعد از آن، چرا که در صورت وقوع حادثه ناگوار معمولا مبالغ هنگفتی صرف برطرف نمودن اشکالات و خرابی های به وجود آمده می شود. جمع آوری و استخراج داده ها براساس موارد ۱-۱ صورت پذیرفت.

# دومین همایش بین المللی و پنجمین همایش ملی پژوهش های محیط زیست و کشاورزی ایران

The second international and the fifth national conference of IRANs  
Environmental and Agricultural Research

۱۳ اسفند ۱۳۹۴

March 03 2016



نمودار ۱-۱- روش انجام مطالعه (۲)

سپس با توجه به جداول نوع فعالیت، نرخ وخامت، احتمال وقوع حادثه، اعداد کمی استخراج و عدد RPN هر یک تعیین گردید.

## تعیین نرخ وخامت :

وخامت خطر یا میزان جدید بودن "اثر خطر بالقوه" بر افراد است. شدت یا وخامت خطر فقط در مورد "اثر" آن در نظر گرفته شد، کاهش در وخامت خطر فقط از طریق اعمال تغییرات در فرایند و نحوه انجام فعالیتها امکان پذیر است. برای این وخامت خطر شاخصهای کمی وجود دارد که بر حسب مقیاس ۱ تا ۱۰ بیان می گردید.

جدول (۱) - وخامت خطر

# دومین همایش بین المللی و پنجمین همایش ملی پژوهش های محیط زیست و کشاورزی ایران



The second international and the fifth national conference of IRANs  
Environmental and Agricultural Research

۱۳ اسفند ۱۳۹۴

March 03 2016



| شرح  | شدت اثر                | رتبه |
|--|------------------------|------|
| وخامت تاسف بار است مثل خطر<br>مرگ ، تخریب کامل                                     | خطرناک -<br>بدون هشدار | ۱۰   |
| وخامت تاسف بار است اما همراه با<br>هشدار است                                       | خطرناک - با<br>هشدار   | ۹    |
| وخامت جبران ناپذیر است - عدم<br>توانایی انجام وظیفه اصلی<br>از دست دادن یک عضو بدن | خیلی زیاد              | ۸    |
| وخامت زیاد است همانند آتش<br>گرفتن تجهیزات سوختگی بدن                              | زیاد                   | ۷    |
| وخامت کم است مانند ضرب دیدگی<br>، مسمومیت خفیف غذایی                               | متوسط                  | ۶    |
| وخامت خیلی کم است مانند ضرب<br>دیدگی مسمومیت خفیف غذای                             | کم                     | ۵    |
| وخامت خیلی کم است ولی بیشتر<br>افراد آن را احساس می کنند<br>نشت جزئی گاز           | خیلی کم                | ۴    |
| اثر جزئی بر جا می گذارد مثل خراش<br>دست دست بهنگام تراشکاری                        | اثرات جزئی             | ۳    |
| اثر خیلی جزئی دارد   | خیلی جزئی              | ۲    |
| بدون اثر   | هیچ                    | ۱    |





جدول (۲) - احتمال وقوع خطر

| رتبه | نرخ های احتمالی خطر  | احتمال رخداد خطر        |
|------|----------------------|-------------------------|
| ۱۰   | در ۲ یا بیش از آن    | بسیار زیاد - خطر تقریبا |
| ۹    | در ۳                 | اجتناب ناپذیر است       |
| ۸    | در ۸                 | زیاد خطر های تکراری     |
| ۷    | در ۲۰                |                         |
| ۶    | در ۸۰                | متوسط - خطر های مورد    |
| ۵    | در ۴۰۰               |                         |
| ۴    | در ۲۰۰۰              |                         |
| ۳    | در ۱۵۰۰۰             | کم : خطر های نسبتا      |
| ۲    | در ۱۵۰۰۰۰            | نادر                    |
| ۱    | کمتر از ۱ در ۱۵۰۰۰۰۰ | بعید: خطر نا محتمل است  |

### احتمال وقوع:

احتمال وقوع آن مشخص می کند که یک علت یا مکانیزم بالقوه خطر با چه تواتری رخ می دهد. تنها با از بین بردن یا کاهش علل یا مکانیزم هر خطر است که می توان به کاهش عدد رخداد امیدوار بود. احتمال رخداد بر مبنای ۱ تا ۱۰ سنجیده می شود. و بررسی سوابق و مدارک گذشته بسیارو فرایندهای کنترلی، استانداردها، الزامات و قوانین کار و نحوه اعمال آنها برای دست یافتن به این عدد بسیار مفید بود.

### نرخ احتمال کشف خطر



احتمال کشف نوعی ارزیابی از میزان توانایی است که به منظور شناسایی یک علت/مکانیزم وقوع خطر وجود دارد. بعبارت دیگر احتمال کشف توانایی پی بردن به خطر قبل از رخداد آن است. بررسی فرایندهای کنترلی استانداردها الزامات و قوانین کار و نحوه اعمال آنها برای دست یافتن کارآمد بود.

جدول (۳) احتمال کشف خطر

| رتبه | قابلیت کشف | معیار : احتمال کشف خطر   |
|------|------------|--|
| ۱۰   | مطلقاً هیچ | هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه نیست        |
| ۹    | خیلی ناچیز | احتمال خیلی ناچیزی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود        |
| ۸    | ناچیز      | احتمال ناچیزی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود             |
| ۷    | خیلی کم    | احتمالی خیلی کمی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود          |
| ۶    | کم         | احتمال کمی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود                |
| ۵    | متوسط      | در نیمی از موارد محتمل است که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود |

# دومین همایش بین المللی و پنجمین همایش ملی پژوهش های محیط زیست و کشاورزی ایران



The second international and the fifth national conference of IRANs  
Environmental and Agricultural Research

۱۳ اسفند ۱۳۹۴

March 03 2016



|   |              |   |
|---|--------------|---|
| ۴ | نسبتاً زیاد  | احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود |
| ۳ | زیاد         | احتمال زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود        |
| ۲ | خیلی زیاد    | احتمال خیلی زیاد وجود دارد  |
| ۱ | تقریباً حتمی | تقریباً بطور حتم با کنترلهای موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار می شود.          |





### محاسبه RPN

عدد اولویت ریسک: حاصلضرب سه عدد وخامت ( $S$ ) رخداد ( $O$ ) و احتمال کشف ( $D$ ) است.

$$RPN = Occurrence \times Detection \times Severity$$

عدد اولویت ریسک عددی بین ۱ و ۱۰۰ خواهد بود.

برای اعداد ریسک بالا، کارگروهی باید جهت پائین آوردن این عدد از طریق اقدام اصلاحی صورت پذیرد. (۱)

### نتایج

با تجزیه و تحلیل نوع فعالیت، نرخ و وخامت خطر، احتمال کشف و محاسبه عدد اولویت ریسک برای فعالیت مختلف مطابق

جدولهای نتایج زیر استخراج گردید.

| شناسایی و ارزیابی خطرات ایمنی و بهداشتی |              |              |            |   |             |  |         |  |  | عملیات RIG DOWN دکل |      |         |                              |
|---|--------------|--------------|------------|---|-------------|--|---------|--|--|---------------------|------|---------|------------------------------|
| نتیجه                                   | الزام قانونی | امتیاز (RPN) | احتمال کشف | کنترل‌های جاری  | احتمال وقوع | علل بالقوه   | شدت اثر | اثرات بالقوه / عواقب                         | خطر بالقوه                                       | وضعیت               |      |         |                              |
|   |              |              |            |   |             |  |         |  |  | نام فعالیت          | فادی | پژ عادی | اضطراری                      |
| قابل قبول                               | متوسط        | عبر قابل     | بسیار      |   |             |  |         |  |  |                     |      |         |                              |
| ✓                                       |              |              |            | دستورالعمل نظارت سرپرست مسئول نظارت ایمنی   | ۶           | قرار گرفتن در محل غیر ایمن لیز خوردن   | ۶       | شکستگی دست و پا                              | لغزنده بودن محیط کار                             |                     |      | ✓       | تخلیه و شستشوی مخازن گل و آب |
| ✓                                       |              |              |            | دستورالعمل نظارت سرپرست مسئول نظارت ایمنی   | ۶           | نامتعارف بودن محل کار سقوط افراد   | ۶       | شکستگی اعضای بدن                             | بالا و پایین رفتن از پله های درون مخازن حین کار  |                     |      | ✓       |                              |
| ✓                                       |              |              |            | استفاده از PPE نظارت سرپرست مسئول نظارت ایمنی معاینات دوره ای                                 | ۶           | عدم استفاده از وسایل استحضافی مناسب  | ۸       | ایجاد عوارض پوستی و بیماری های شغلی          | تماس با مواد درون مخازن گل و آب حین شستشوی مخازن |                     |      | ✓       |                              |
| ✓                                       |              |              |            | استفاده از PPE نظارت سرپرست مسئول نظارت ایمنی معاینات دوره ای                                 | ۶           | عدم استفاده از ماسک مناسب  | ۸       | ایجاد عوارض ریوی و بیماری شغلی               | استنشاق بخارات درون مخازن گل و آب                |                     |      | ✓       |                              |
| ✓                                       |              |              |            | نظارت سرپرست مسئول معاینات دوره ای نصب پوستر هشداردهنده                                       | ۶           | حرکتهای ناگهانی و گردش سریع کارهای سنگین و طولانی مدت  | ۶       | مشکلات ارگونومیکی و آسیب های اسکلتی و عضلانی | بالا و پایین آمدن ازدورن مخازن گل و آب           |                     |      | ✓       |                              |
|   |              | ✓            |            | نظارت سرپرست استفاده از PPE شستشوی محل کار آموزش نظارت مهندس ایمنی رعایت مقررات کار در ارتفاع | ۶           | لغزنده بودن محل کار قرار گرفتن در وضعیت نامناسب استفاده از کمربند کار در ارتفاع خستگی سقوط افراد | ۱۰      | شکستگی ، از کار افتادگی و مرگ                | کار در ارتفاع                                    |                     |      | ✓       | باز نمودن خطوط سیال حفاری    |
| ✓                                       |              |              |            | نظارت سرپرست  | ۶           | لغزنده بودن  | ۸       | شکستگی                                       | استفاده از                                       |                     |      | ✓       | باز نمودن                    |



| شناسایی و ارزیابی خطرات ایمنی و بهداشتی |       |               |              |              |            |   |             |  |         | عملیات RIG DOWN دکل                 |                                     |         |      |      |                           |
|---|-------|---------------|--------------|--------------|------------|---|-------------|--|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|------|------|---------------------------|
| نتیجه                                   |       |               | الزام قانونی | امتیاز (RPN) | احتمال کشف | کنترل‌های جاری  | احتمال وقوع | علل بالقوه   | شدت اثر | اثرات بالقوه / عواقب                | خطر بالقوه                          | وضعیت   |      |      |                           |
| قابل قبول                               | متوسط | غیر قابل قبول |              |              |            |   |             |  |         |                                     |                                     | اضطراری | بزرگ | عادی | نام فعالیت                |
|   |       |               |              |              |            | استفاده از PPE آموزش نظارت مهندس ایمنی                      |             | محل کار قرار گرفتن در وضعیت نامناسب عدم مهار ابزار کار عدم ضبط و ربط محیط کار خستگی سقوط ابزار کار |         | دست و پاواز دست دادن عضو            | ابزار کار در ارتفاع                 |         |      |      | خطوط سیال حفاری           |
|   |       | ✓             |              | ۱۲۰          | ۲          | آموزش نظارت مهندس ایمنی نظارت سرپرست                        | ۶           | عدم مهار صحیح عدم نظارت کافی از سوی سرپرست سقوط خطوط   | ۱۰      | شکستگی، مرگ، از کار افتادگی         | باز نمودن خطوط سیال حفاری در ارتفاع |         |      | ✓    | باز نمودن خطوط سیال حفاری |
| ✓                                       |       |               |              | ۶۰           | ۲          | شستشوی کامل نظارت کارشناس ایمنی نظارت سرپرست استفاده از PPE | ۶           | عدم مهار صحیح عدم نظارت کافی از سوی سرپرست خطر پاشش باقی مانده در سیمان در خطوط                    | ۵       | ایجاد حساسیت و ناراحتی پوستی و چشمی | کار با خطوط سیال حفاری              |         |      | ✓    | باز نمودن خطوط سیال حفاری |
| ✓                                       |       |               |              | ۷۲           | ۲          | نظارت مهندس ایمنی نظارت سرپرست استفاده از PPE               | ۶           | عدم نظارت کافی عدم استفاده از PPE استفاده از پتک دسته آهنی برخورد پتک به افراد                     | ۶       | شکستگی، آسیب‌های عضلانی             | ضربه زدن با پتک                     |         |      | ✓    | باز نمودن خطوط سیال حفاری |

| شناسایی و ارزیابی خطرات ایمنی و بهداشتی |       |               |              |              |            |   |             |   |         | عملیات RIG DOWN دکل                        |   |         |         |      |                                 |
|---|-------|---------------|--------------|--------------|------------|---|-------------|---|---------|--|---|---------|---------|------|---------------------------------|
| نتیجه                                   |       |               | الزام قانونی | امتیاز (RPN) | احتمال کشف | کنترل‌های جاری  | احتمال وقوع | علل بالقوه  | شدت اثر | اثرات بالقوه / عواقب                       | خطر بالقوه                              | وضعیت   |         |      | نام فعالیت                      |
| قابل قبول                               | متوسط | غیر قابل قبول |              |              |            |   |             |   |         |  |   | اضطراری | پژ عادی | عادی |                                 |
|   | ✓     |               |              | ۱۰۸          | ۴          | استفاده از کمربندهای ایمنی کار در ارتفاع مجوز کاری نظارت سرپرست آموزش | ۶           | عدم استفاده از کمر بند کار در ارتفاع لیز خوردن  | ۶       | شکستگی اعضای بدن                           | لغزنده بودن محیط کار                    |         |         | ✓    | پائین انداختن کیلی و متعلقات آن |
| ✓                                       |       |               |              | ۹۶           | ۲          | بازرسی دوره ای نظارت و آموزش دستورالعملها                             | ۶           | زدگی و فرسودگی کابل عدم انتخاب صحیح بار سقوط بار عدم بازرسی به موقع و خستگی و فرسودگی نقص فنی             | ۸       | آسیب به تجهیزات - تلفات انسانی پرتاب پلیسه | بریده شدن کابل هنگام بلند کردن          |         |         | ✓    | پائین انداختن MOUSE HOLE        |
| ✓                                       |       |               |              | ۹۶           | ۲          | جلسات ایمنی قبل از کار آموزش  | ۶           | قرار دادن دست در جای نامناسب عدم هماهنگی در کار گروهی گیر کردن دست یا انگشت ما بین کابل و بدنه MOUSE HOLE | ۸       | قطع انگشت یا انگشتان                       | کار با کابل و بدنه MOUSE HOLE در ارتفاع |         |         | ✓    | پائین انداختن MOUSE HOLE        |

|           |       | شناسایی و ارزیابی خطرات ایمنی و بهداشتی |              |              |            |  |             |  |         |                                 |   | عملیات RIG DOWN دکل |      |      |                                   |
|-----------|-------|---|--------------|--------------|------------|--|-------------|--|---------|---------------------------------|---|---------------------|------|------|-----------------------------------|
| نتیجه     |       |   | الزام قانونی | امتیاز (RPN) | احتمال کشف | کنترل‌های جاری   | احتمال وقوع | علل بالقوه   | شدت اثر | اثرات بالقوه / عواقب            | خطر بالقوه                                      | وضعیت               |      |      | نام فعالیت                        |
| قابل قبول | متوسط | عبر قابل                                |              |              |            |  |             |  |         |                                 |   | اضطراری             | بزرگ | عادی |                                   |
| ✓         |       |   |              | ۷۲           | ۲          | جلسات ایمنی قبل از کار نظارت سرپرست نظارت بر البسه کارکنان | ۶           | کثیفی محل کار (آغستگی به مواد لغزنده)، کفش ایمنی نامناسب و غیر استاندارد لیز خوردن   | ۶       | ایجاد جراحات، کوفتگی و در رفتگی | لغزندگی محل MOUSE HOLE                          |                     |      | ✓    | پائین انداختن MOUSE HOLE          |
|           | ۷     | ۲                                       |              | ۲            | ۳          | نظارت سرپرست   | ۶           | لغزنده بودن کف عدم استفاده از کفش ایمنی استاندارد لیز خوردن                          | ۶       | دور رفتگی و شکستگی اعضای بدن    | لغزنده بودن محیط کار                            |                     |      | ✓    | پائین انداختن استند پایپ منی فولد |
| ✓         |       |   |              | ۷۲           | ۲          | استفاده از کمر بند ایمنی نظارت سرپرست                      | ۶           | بر خورد افراد درون بسکت به قسمتهای مختلف دستگاه بهم خوردن تعادل                      | ۶       | شکستگی اندامها                  | کار در ارتفاع (درون بسکت جرثقیل)                |                     |      | ✓    | پائین انداختن استند پایپ منی فولد |
| ✓         |       |   |              | ۶۰           | ۲          | استفاده از کلاه ایمنی نظارت سرپرست جلسه ایمنی قبل از کار   | ۶           | عدم استفاده از PPE مناسب عدم نظارت سرپرست احتمال سقوط پین های مهار استند پایپ به دکل | ۵       | آسیب و جراحات                   | کار با پین های مهار استند پایپ در ارتفاع        |                     |      | ✓    | پائین انداختن استند پایپ منی فولد |
|           |       | ✓                                       |              | ۶۰           | ۱          | نظارت سرپرست آموزش   | ۶           | ناهموار بودن سطح سرسره سرعت زیاد بالابر هوایی  | ۱۰      | مرگ، آسیب تجهیزاتی              | سقوط استند پایپ منی فولد از کنار سرسره به پائین |                     |      | ✓    | پائین انداختن استند پایپ          |

| شناسایی و ارزیابی خطرات ایمنی و بهداشتی |       |               |              |              |            |                    |             |  |         | عملیات RIG DOWN دکل                      |                           |         |      |      |                                  |
|---|-------|---------------|--------------|--------------|------------|--------------------|-------------|--|---------|--|---------------------------|---------|------|------|----------------------------------|
| نتیجه                                   |       |               | الزام قانونی | امتیاز (RPN) | احتمال کشف | کنترل‌های جاری     | احتمال وقوع | علل بالقوه   | شدت اثر | اثرات بالقوه / عواقب                     | خطر بالقوه                | وضعیت   |      |      | نام فعالیت                       |
| قابل قبول                               | متوسط | غیر قابل قبول |              |              |            |                    |             |  |         |  |                           | اضطراری | بزرگ | عادی |                                  |
|   |       |               |              |              |            |                    |             |  |         |  |                           |         |      |      | منیفولد                          |
|   | ✓     |               |              | ۷۲           | ۲          | نظارت سرپرست آموزش | ۶           | عدم هماهنگی در کار گروهی عجله در کار برخورد هوک به افراد | ۶       | شکستگی اعضای بدن                         | کار با هوک در ارتفاع      | ✓       |      |      | پائین انداختن استند پایپ منیفولد |
| ✓                                       |       |               |              | ۷۲           | ۲          | معاینات دوره ای    | ۶           | فشار کاری چرخش و پیچش ناگهانی                            | ۶       | مشکلات ارگونومیکی و آسیب عضلانی - اسکلتی | ضربه زدن با پتک در ارتفاع |         |      | ✓    | پائین انداختن استند پایپ منیفولد |



| شناسایی و ارزیابی خطرات ایمنی و زیست محیطی |       |     |              |              |            |  |             |  |         | عملیات RIG DOWN دکل  |                                       |         |      |          |                                  |
|--|-------|-----|--------------|--------------|------------|--|-------------|--|---------|--|---------------------------------------|---------|------|----------|----------------------------------|
| نتیجه                                      |       |     | الزام قانونی | امتیاز (RPN) | احتمال کشف | کنترل‌های جاری                                 | احتمال وقوع | علل بالقوه   | شدت اثر | اثرات بالقوه / پیامد   | جنبه زیست محیطی                       | وضعیت   |      |          | نام فعالیت                       |
| جزئی                                       | متوسط | باز |              |              |            |  |             |  |         |  |                                       | اضطراری | عادی | غیر عادی |                                  |
| ✓  |       |     |              | ۲۴           | ۲          | ندارد  | ۶           | ماهیت عمل  | ۲       | کاهش منابع آب  | استفاده از آب حاصل از منابع اطراف     |         |      | ✓        | تخلیه و شستشوی مخازن گل          |
| ✓  |       |     | ✓            | ۴۸           | ۲          | استفاده از آنالیزورها و تصفیه گرهای سیال       | ۶           | عدم تصفیه سیال حفاری در هنگام شستشوی مخازن         | ۴       | اثرات بسته به آبهای دریافت کننده و ترکیب ماده خروجی متفاوت است | تخلیه خروجی های تصفیه نشده (لجن و گل) |         |      | ✓        |                                  |
| ✓  |       |     | ✓            | ۴۸           | ۲          | هدایت آبهای حاصل از شستشو به درون RESEVE PIT   | ۶           | نشت و ریخت و پاش سباب حاصل از شستشو به محوطه اطراف | ۴       | آلودگی خاک آلودگی تصویری                                       | تخلیه به زمین مایعات و نشتی ها        |         |      | ✓        |                                  |
|  |       |     |              |              |            |  |             |  |         |  | ندارد                                 |         |      | ✓        | باز نمودن خطوط سیال حفاری        |
| ✓  |       |     | ✓            | ۲۴           | ۱          | تعمیر و نگهداری بازرسی دوره ای استفاده از گوشی | ۶           | عدم تنظیم ایر هوست                                 | ۴       | بروز مشکلات شنوایی و سایر عوارض مربوطه                         | ایجاد سر و صدا                        |         |      | ✓        | پایین انداختن سیکما و متعلقات آن |
| ✓  |       |     |              | ۱۲           | ۱          | تعمیر و نگهداری بازرسی دوره ای                 | ۶           | نشتی روغن و گریس                                   | ۲       | کاهش منابع طبیعی   | استفاده از روغن و گریس                |         |      | ✓        | پایین انداختن کیلی و متعلقات آن  |
| ✓  |       |     | ✓            | ۳۶           | ۲          | هدایت آبهای حاصل از شستشو                      | ۶           | نشت و ریخت و پاش سباب                              | ۳       | آلودگی خاک   | تخلیه به زمین مایعات                  |         |      | ✓        |                                  |

| شناسایی و ارزیابی خطرات ایمنی و زیست محیطی |       |      |              |              |            |   |             |  |         |   | عملیات RIG DOWN دکل            |         |            |      |                                   |
|--|-------|------|--------------|--------------|------------|---|-------------|--|---------|---|--------------------------------|---------|------------|------|-----------------------------------|
| نتیجه                                      |       |      | الزام قانونی | امتیاز (RPN) | احتمال کشف | کنترل‌های جاری  | احتمال وقوع | علل بالقوه   | شدت اثر | اثرات بالقوه / پیامد                          | جنبه زیست محیطی                | وضعیت   |            |      | نام فعالیت                        |
| جزئی                                       | متوسط | بازر |              |              |            |   |             |  |         |   |                                | اضطراری | فیلتر عادی | عادی |                                   |
|  |       |      |              |              |            | به درون RESEVE PIT  |             | حاصل از شستشو به محوطه اطراف                               |         | آلودگی تصویری                                 | و نشتی ها                      |         |            |      |                                   |
| ✓  |       |      | ✓            | ۲۴           | ۱          | تعمیر و نگهداری بازرسی دوره ای  | ۶           | عدم تنظیم ایر هویست  | ۴       | بروز مشکلات شنوایی و سایر عوارض مربوطه        | ایجاد سر و صدا                 |         |            | ✓    | پایین انداختن MOUSE HOLE          |
| ✓  |       |      |              | ۱۲           | ۱          | تعمیر و نگهداری بازرسی دوره ای  | ۶           | نشتی روغن و گریس   | ۲       | کاهش منابع طبیعی                              | استفاده از روغن و گریس         |         |            | ✓    |                                   |
| ✓  |       |      | ✓            | ۳۶           | ۲          | هدایت آبهای حاصل از شستشو به درون RESEVE PIT                          | ۶           | نشت و ریخت و پاش پساب حاصل از شستشو به محوطه اطراف         | ۳       | آلودگی خاک آلودگی تصویری                      | تخلیه به زمین مایعات و نشتی ها |         |            | ✓    |                                   |
| ✓  |       |      |              | ۴۸           | ۲          | تعمیر و نگهداری تنظیم موتور   | ۶           | ماهیت عمل  | ۴       | کاهش منابع غیر بازگشت سوخته‌های فسیلی         | استفاده از سوخت برای حمل و نقل |         |            | ✓    | پایین انداختن استند پایپ منی فولد |
| ✓  |       |      | ✓            | ۳۶           | ۲          | تعمیر و نگهداری بازرسی دوره ای تنظیم موتور تعویض فیلترهای سوخت و روغن | ۶           | روغن احتراق ناقص سوخت عدم تنظیم موتور خراب بودن فیلتر سوخت | ۳       | باران اسیدی مه دود فتو شیمیایی و گرمایش جهانی | نشر NOX                        |         |            | ✓    |                                   |
| ✓  |       |      | ✓            | ۳۶           | ۲          | تعمیر و نگهداری بازرسی دوره ای تنظیم موتور تعویض فیلترهای سوخت و روغن | ۶           | روغن احتراق ناقص سوخت عدم تنظیم موتور خراب بودن فیلتر سوخت | ۳       | باران اسیدی مه دود فتو شیمیایی و گرمایش جهانی | SOX                            |         |            | ✓    |                                   |

| شناسایی و ارزیابی خطرات ایمنی و زیست محیطی |       |     |              |              |            |   |             |  |         | عملیات RIG DOWN دکل                                |   |         |            |      |  |
|--|-------|-----|--------------|--------------|------------|---|-------------|--|---------|--|---|---------|------------|------|--|
| نتیجه                                      |       |     | الزام قانونی | امتیاز (RPN) | احتمال کشف | کنترل‌های جاری  | احتمال وقوع | علل بالقوه   | شدت اثر | اثرات بالقوه / پیامد                               | جنبه زیست محیطی                                   | وضعیت   |            |      | نام فعالیت                                       |
| جزئی                                       | متوسط | باز |              |              |            |   |             |  |         |  |   | اضطراری | فیلتر عادی | عادی |  |
| ✓  |       |     | ✓            | ۳۶           | ۲          | تعمیر و نگهداری<br>بازرسی دوره ای<br>تنظیم موتور<br>تعویض فیلترهای<br>سوخت و روغن | ۶           | روغن<br>احتراق ناقص<br>سوخت<br>عدم تنظیم<br>موتور<br>خراب بودن<br>فیلتر سوخت | ۳       | گرمایش<br>جهانی<br>و افزایش<br>گازهای<br>گلخانه ای | CO <sub>2</sub>                                   |         |            | ✓    |  |
| ✓  |       |     | ✓            | ۳۶           | ۲          | تعمیر و نگهداری<br>بازرسی دوره ای<br>تنظیم موتور<br>تعویض فیلترهای<br>سوخت و روغن | ۶           | روغن<br>احتراق ناقص<br>سوخت<br>عدم تنظیم<br>موتور<br>خراب بودن<br>فیلتر سوخت | ۳       | سمی شدن<br>هوای مورد<br>تنفس                       | CO  |         |            | ✓    | پایین<br>انداختن<br>استند<br>پایپ<br>منی<br>فولد |
| ✓  |       |     | ✓            | ۳۶           | ۲          | تعمیر و نگهداری<br>بازرسی دوره ای<br>تعویض خودروهای<br>فرسوده                     | ۶           | نشستی از<br>قطعات<br>مختلف خودرو   | ۳       | آلودگی<br>خاک<br>آلودگی<br>تصویری                  | تخلیه به زمین<br>مایعات و<br>نشستی ها بدون<br>دفع |         |            | ✓    |  |
| ✓  |       |     | ✓            | ۲۴           | ۱          | تعمیر و نگهداری<br>بازرسی دوره ای   | ۶           | عدم وجود<br>انبار آگروز<br>محکم بسته<br>نبودن قطعات<br>و عدم تنظیم<br>موتور  | ۴       | بروز<br>مشکلات<br>شنوایی و<br>سایر عوارض           | ایجاد سر و<br>صدا                                 |         |            | ✓    |  |

## بحث و نتیجه گیری:

طبق مقادیر بدست آمده از جدول بر اساس RPN باز نمون خطوط سیال و همچنین انتقال به پایین کیلی یا تاپ درایو و دیگر تجهیزات سنگین که نیاز به استفاده جرثقیل می باشد دارای عدد  $RPN = 120$  است و جهت کاهش این عدد و ایمن تر کردن عملیات اقدامات، حساس سازی مسئولین دکل های حفاری به برگزاری جلسات آموزشی قبل از شروع به کار (PJS)، صدور PERMIT یا مجوز انجام کار قبل از انجام فعالیتهای با ریسک بالا، تهیه دستورالعمل باز نمودن دکل حفاری نفت و گاز، از مواردی هستند که به کاهش خطرات مرگبار کمک می کنند.

## منابع و مأخذ

- ۱- حلوانی، غلامحسین (۱۳۸۸)، مهندسی ایمنی سیستم ها و مدیریت ریسک، تهران، جلد اول، سبحان
- ۲- محمد فام، ایرج، (۱۳۹۰)، مهندسی ایمنی، تهران، جلد اول، فن آوران
- ۳- عادل زاده، محمد رضا، (۱۳۹۱)، اصول مهندسی حفاری، تهران، ستایش
- ۴- ربیعی، مجید، (۱۳۸۹)، ایمنی در دکل های حفاری چاه های نفت و گاز، تهران، آفرنگ

۵- MIL-STD- ۱۶۲۹, Failure Mode and Effects Analysis, Springfield, VA: National Technical Information Service ۲۰۰۹.

۶- Price, C. J., "Effortless Incremental Design FMEA." Proceeding of the Annual Reliability and Maintainability Symposium, New York: IEEE, ۱۹۹۶.