

## راهکارهای موثر جهت حفظ ایمنی الکتریکی کارکنان در دکل‌های حفاری و اکتشاف نفت

حسین برجویی روشن پور، کارشناس ارشد برق قدرت و دانشکده مهندسی برق، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

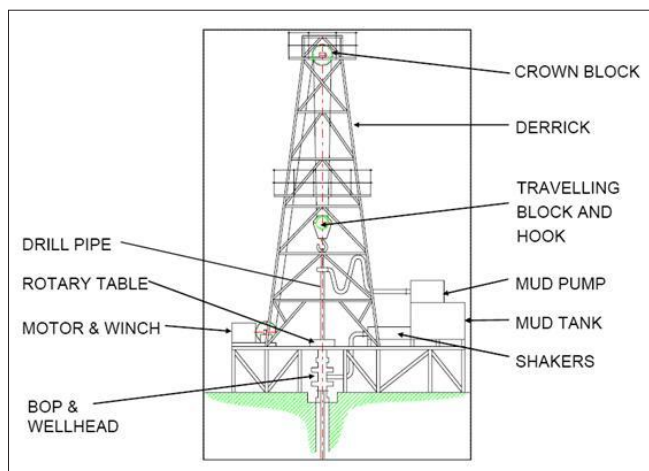
- Top Drive: دو دستگاه الکتروموتور با توان ۴۰۰ کیلو واتی با قابلیت تنظیم توسط تغییرات فرکانس.
- دیزل ژنراتورهای اصلی: چهار دستگاه معمولاً از نوع کاتریپلار مدل ۳۵۱۲ هریک با توان ۱۷۱۴ کیلو وات.
- دیزل ژنراتورهای اضطراری: معمولاً یک دستگاه کاتریپلار با توان ۴۰۰ وات.
- Scr room: واحد یکسوسازی برای تغذیه جریان مستقیم پمپ‌های گل حفاری.

شماتیک کلی از سیستم انرژی الکتریکی یک دکل حفاری که شامل تولیدکننده و تقسیم‌کننده در سه قسمت اصلی است، در شکل ۲- رسم شده است. سطح اول ولتاژ تا ۷۵۰ ولت قابل تغییر با فرکانس، سطح دوم ولتاژ تا سقف ۷۵۰ ولت بصورت مستقیم و سطح سوم ولتاژ برای موتورهای سه فاز ۴۰۰ ولتی متناوب و سیستم‌های تاسیساتی دکل حفاری است.

### ۲- مخاطرات الکتریکی و راهکارهای مقابله با آن

#### ۲-۱ شوک الکتریکی

عبور الکتریسیته از قسمت یا تمام بدن انسان باعث ایجاد یونیزاسیون املاح موجود در بدن و ایجاد لرزش یا شوک



شکل ۱ | دکل حفاری با محرک برقی و به همراه جزئیات برخی از تجهیزات را نشان می‌دهد.

خطرات ناشی از انرژی الکتریکی از هنگام استفاده از این انرژی مورد توجه مهندسين و دانشمندان قرار گرفت. بنابراین از گذشته تاکنون برای جلوگیری از اتفاقات ناگواری که متوجه کارکنان در محیط کار است، دستورالعمل‌هایی تهیه شده که منظم‌بازینی و بهینه‌سازی می‌شود [۲، ۳ و ۴]. دکل‌های حفاری یکی از بخش‌های مهم صنعت استخراج نفت در جهان است و برخلاف تصور عموم دکل‌های حفاری امروزی از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است که بکارگیری نکات ایمنی موثر در آنها برای جلوگیری از بروز خطرات جانی و مالی اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین شناسایی هرگونه فعالیت غیرایمن و پرهیز از انجام آنها، همواره تلاش کارشناسان در صنعت نفت بوده است [۵]. اگر چه نکات عملی بسیاری برای کاهش خطرات الکتریکی در بخش‌های مختلف صنعت تدوین و پیشنهاد شده است [۶ و ۱۱] در این مطالعه کوشش شده تا با شناخت اصول اولیه انرژی، خطرات شوک و قوس الکتریکی، تعیین محدوده‌های حفاظتی افراد در حین کار و چگونگی روبرو شدن با اتفاقات ناشی از این خطرات و ارائه راهکارها و نکات مفید برای بخش‌های مختلف ایمنی پرسنل، خطرات ناشی از برق گرفتگی کاهش یابد.

#### ۱- بخش‌های الکتریکی دکل حفاری

سیستم برق دکل حفاری در عین پیچیدگی از انسجام فوق‌العاده‌ای برخوردار است و شامل مجموعه‌ای از کنترلرها و الکتروموتورها برای تولید و مصرف انرژی است. در ادامه تعدادی از آنها معرفی می‌شود.

- DRAW WORKS: دو دستگاه الکتروموتور با توان ۸۰۰ کیلو واتی جریان مستقیم.
- الکتروپمپ گل حفاری: سه مجموعه پمپ گل هر یک شامل دو دستگاه الکتروموتور با توان ۸۰۰ کیلو واتی جریان مستقیم.
- میز دوار: توسط یک دستگاه الکتروموتور با توان ۸۰۰ کیلو وات جریان مستقیم حرکت می‌کند.

می‌شود. در مواردی نیز منجر به پرتاب فلزات جامد یا ذوب شده به سمت کارکنان شده است. همچنین در اثر فشار انفجار الکتریکی که گاه قدرت آن فراتر از ۳۰۰۰ پوند در هر فوت است و دارای قدرت گرمایی برابر با ۳۵۰۰۰ فارنهایت-۴ برابر دمای سطح خورشید- است باعث سوختن مولکول‌های مس و تبخیر بی‌درنگ آنها می‌شود. قوس‌های کم انرژی نیز می‌تواند، باعث انفجارهای شدید در محیط‌های حاوی گازهای انفجاری، بخارات و یا گرد و غبار (ذرات) قابل احتراق شود.

قوس الکتریکی می‌تواند ناشی از جریان اتصال کوتاه، آلوده و رسانا شدن قسمت‌های عایق، نم و رطوبت منبع الکتریکی و عملکرد یک موتور همراه با خطای الکتریکی [۳] ایجاد شود. قدرت قوس الکتریکی با مطالعه مدار اتصال کوتاه سیستم، بررسی زمان عملکرد سیستم حفاظتی و آنالیز قوس الکتریکی و با استفاده از داده‌ها محاسبه می‌شود.

### ۲-۳- محاسبه و آنالیز قوس الکتریکی

مقدار فاصله از قوس که باعث سوختگی درجه-۲ می‌شود، از رابطه ذیل محاسبه می‌شود.  
انرژی قوس الکتریکی

$$E (Arc) = power (Arc) \times time \quad (1)$$

در این رابطه توان الکتریکی برحسب ولت آمپر و زمان برحسب ثانیه است. توان الکتریکی از رابطه ذیل حاصل می‌شود.

$$P (Arc) = V (Arc) \times I (Arc) \quad (2)$$

V ولتاژ قوس الکتریکی و I جریان است.

انرژی برحسب ژول از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$CALORZ = V (Arc) \times I (Arc) \times Time \quad (3)$$

$$I \text{ Calorie} = 4.1868 \text{ watt} \cdot \text{seconds}$$

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ wat} \cdot \text{second}$$

$$D_c = \left[ 2.65 \times mv A_{bf} \times t \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

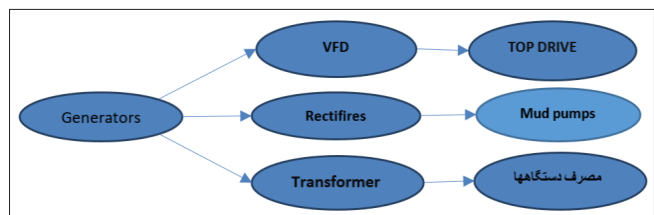
mv ولتاژ واحد بر حسب میلی ولت است که در آن قوس رخ داده است.

$D_c$  مقدار فاصله از قوس که باعث سوختگی درجه ۲ می‌شود، برابر است با

می‌شود. شوک‌ها معمولاً در دو حالت رخ می‌دهد [۳]. در حالت اول شخص با هر دو رسانای (فاز و نول) مدار الکتریکی برخورد و در نقش واسط در مسیر عبور الکترون‌ها قرار می‌گیرد. در حالت دوم شخص در مسیر بین یک رسانا و زمین با اختلاف پتانسیل قرار می‌گیرد. مقدار صدمه وارده از شوک الکتریکی به فاکتورهایی از قبیل مقدار و مسیر جریان الکتریکی عبوری از بدن، مدت زمان اتصال شخص به جریان الکتریکی و واکنش و مقاومت شخص در برابر عبور جریان بستگی دارد. جدول-۱ اثرات عبور جریان الکتریکی از بدن انسان را نشان می‌دهد.

### ۲-۲- انفجار الکتریکی

عبور الکترون‌ها از فاصله هوایی به علت وجود اختلاف پتانسیل بالا بین الکترودها که بیشتر از ولتاژ شکست عایق هوایی در فاصله بین الکترودهاست، انفجار الکتریکی نامیده می‌شود که با ایجاد جرقه یا قوس الکتریکی می‌تواند به سمت شخص جهش کرده و به او شوک وارد کند. قوس الکتریکی می‌تواند سبب انفجارهای شدید، آتش‌سوزی، سوختگی و حتی فوت شود. از طرفی گرما و نور ناشی از انفجار و استنشاق گازهای متصاعد شده حاصل از آن، باعث آسیب دیدن سیستم تنفسی و ریه‌ها



شکله ۲ | شماتیک کلی از سیستم انرژی الکتریکی یک دکل حفاری

ردیف	مقدار جریان (میلی آمپر)	اثرات بر بدن انسان
۱	۱ تا ۳	حس ملایم اما دردناک
۲	۳ تا ۱۰	شوک دردناک
۳	۱۰ تا ۳۰	عدم کنترل و گرفتگی عضلات
۴	۳۰ تا ۷۵	وقفه تنفسی
۵	۷۵ تا ۴۰۰۰	مشکلات مربوط به عضلات شکم
۶	بالتر از ۴۰۰۰	از کار افتادن قلب و سوختن بافت‌های ماهیچه‌ای بدن

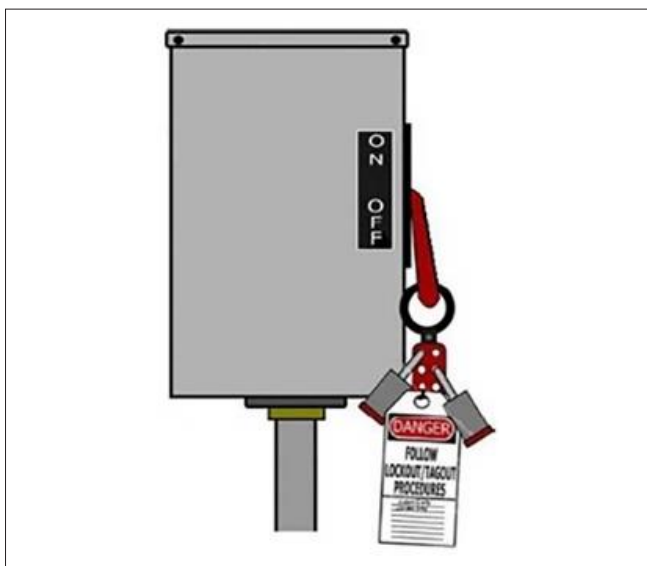
و با هماهنگی واحد ایمنی محدود می‌شود و زمانی که هر گروه تعمیرات را انجام داد، قفل واحد با هماهنگی با واحد ایمنی باز می‌شود.

### ۳-۱-۱- مزایای پیاده‌سازی Lock out / Tag out:

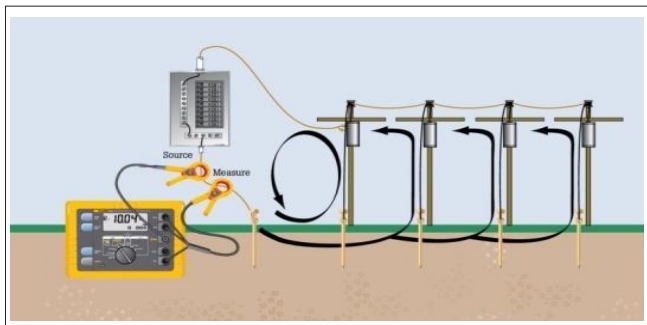
- تهیه یک سند و اجرای آن برای حفاظت و کنترل انرژی.
- استفاده از دستگاه قابل قفل شدن و اطمینان از انجام وظایف آن، چک کنترل دوره‌ای شامل هفتگی، ماهانه یا سالیانه.
- اطمینان از شناسایی دستگاه قفل شده توسط شخص یا قسمتی از سازمان بطور مشخص و اجازه کار آن فقط به کارکنان خاص.

### ۳-۱-۲- روش‌های اجرای Lock out / Tag out

- روش پیچیده: محافظت کلیه پرسنل شامل نوشتن مراحل



شکل ۳ | Lock out / Tag out



شکل ۴ | سیستم اتصال به زمین و نحوه اندازه‌گیری ولتاژ منتقل شده به زمین

$$D_c = [s_3 \times mvaA \times t]^{(1/2)} \quad (5)$$

MVAbf توان جهش قوس بر حسب مگا ولت آمپر است در این فرمول  $t$  متغیر زمان است. برای ثابت ماندن معادله اگر زمان بیشتری انتخاب شود، فاصله کوتاه‌تر انتخاب می‌شود و در حقیقت باید حفاظت دستگاه بیش از حد جریان انتخاب شود تا زمان قوس کاهش یابد. در صورت مناسب بودن سرعت عکس‌العمل سیستم حفاظتی و به روز بودن تجهیزات الکتریکی، تا حدودی می‌توان از خطرات قوس الکتریکی جلوگیری کرد.

### ۳- راهکارهای عملی مقابله با شوک الکتریکی

کارکنان دکل حفاری به علت وجود رطوبت بالا و تعرق زیاد بدن در مناطق خشکی و دریایی بیشتر در معرض شوک قرار دارند. استفاده از پوشش مناسب تا حدودی برای جلوگیری از بروز شوک الکتریکی مناسب است. نوع کار و فعالیت، لوازم ایمنی خاص خود را نیاز دارد. بنابراین رعایت پوشش مناسب مخصوص کار در صنعت حفاری ضروری است. در ادامه به برخی از تجهیزات ایمنی اشاره می‌شود.

- کفش‌های ایمنی برق کاران: این نوع کفش دارای مقاومت عایقی در برابر ۱۴۰۰۰ ولت و تحمل جریان بیش از ۳ میلی آمپر در فرکانس ۶۰ هرتز به مدت ۱ دقیقه است [۳ و ۱۱].

- دستکش ایمنی برق کاران: بر طبق استاندارد OSHA و ASTM برای حفاظت افراد در برابر برق گرفتگی در بازه حفاظت عایقی از کلاس صفر تا چهار و در محدوده ولتاژی ۱۰۰۰ الی ۳۶۰۰۰ ولت با تست عایقی ۵۰۰۰ الی ۴۰۰۰۰ ولت تعریف شده است. دستکش‌ها قبل از استفاده و هر ۶ ماه یکبار باید تست نشت هوا و تست عایقی الکتریکی شوند [۳، ۴، ۷ و ۸].

### ۳-۱- روش Lock out / Tag out در پروسه تعمیرات

روش Lock out / Tag out در حقیقت یک برنامه حفاظت در مقابل حوادث ناشی از خطرات کار با ماشین‌آلات و تجهیزات است که جوابگوی مناسبی در جلوگیری از خطای انسانی و جراحات ناشی از کار است که استفاده از قوانین NFPA و OSHA را مفید می‌سازد. (شکل-۳)

در این سیستم دسترسی به تجهیز بوسیله یک کارت راهنما و با یک یا چندین قفل توسط واحدها تعمیرات شامل برق/ مکانیک

کارگران در معرض انرژی مضاعف آگاه باشند. در گروه‌بندی ریسک خطرها در مبحث NFPA 70E و ATP1، الزامات خاص برای استفاده از تجهیزات حفاظت شخصی و نوع لباس برای قرار گرفتن در معرض انرژی حادثه بیان شده و گروه ریسک خطر و تعیین مرزهای قرار گرفتن در معرض انرژی ناشی از حادثه محاسبه شده است [۲ و ۱۰].

#### ۴- مخاطرات الکتریکی

مرز حفاظتی محدود: یک فاصله حفاظتی از شوک الکتریکی است که در آن تنها یک فرد واجد شرایط می‌تواند، کار کند. این فاصله را می‌توان با عایق بزرگ‌تر کرد و در صورت بروز حادثه، سوختگی از نوع درجه ۲ خواهد بود.

مرز حفاظتی محصور: برای ورود به این فضا شخص واجد شرایط باید برنامه مستند تایید شده توسط مدیریت داشته باشد و با اقدامات خاص همراه خواهد بود.

مرز حفاظتی ممنوعه: از این مرز حفاظتی تنها افراد واجد شرایط اجازه عبور دارند. در این محیط باید تمام بدن به طور یکسان محافظت و پوشیده شود. زیرا ممکن است تمامی یا قسمتی از بدن دچار شوک و برق‌گرفتگی شود.

#### ۵- توصیه‌های عملی برای کارکنان شاغل در دکل‌های حفاری

##### جوشکاران

- جوشکار موظف به محافظت افراد در مجاورت محل جوشکاری است.

- جوشکار باید کفش با پاشنه لاستیکی بپوشد و از یک لایه ایزوله‌کننده مثل تخته خشک یا لاستیک برای محافظت در برابر سطوح هادی الکتریسته استفاده کند.

- محکم کردن اتصالات ضعیف و پوشش کامل مفتول کابل‌ها باعث کاهش احتمال شوک الکتریکی می‌شود. قطعه در حال جوشکاری و بدنه کلیه ماشین‌های برقی باید به زمین متصل و ماشین‌های برقی در زمان بدون استفاده خاموش شوند.

- انبر الکتروود و کابل‌های برق باید سالم و خشک نگهداری شود و هنگام جابجایی از قراردادن الکتروودها در زیر بغل پرهیز شود.

- استفاده از دستکش‌های سالم و بدون سوراخ دارای تهویه و بستن کمربند ایمنی یا طناب نجات در زمان جوشکاری در

خاص شامل جداسازی، مسدود کردن و بررسی عدم وجود انرژی در دستگاه مورد نظر.

• روش ساده: برای حفاظت از یک شخص یا گروه خاص. در دو روش بالا، پرسنل و واحد پاسخگوی قفل‌کننده دستگاه بطور مشخص بر روی آن نوشته می‌شود [۳].

#### ۳-۲ - Grounding یا اتصال به زمین سیستم‌های الکتریکی

##### دلایل اصلی اتصال به زمین سیستم‌های الکتریکی

• تماس اتفاقی با خطوط ولتاژ ضعیف و قوی و انتقال به زمین.  
• هدایت ولتاژ ناشی از رعد و برق به زمین.  
• بهینه کردن عملیات سیستم‌های حفاظتی مانند فیوزها و رله‌ها.

تمام مدارهای بالاتر از ۱۲۰ ولت به سیستم اتصال به زمین نیاز دارند تا ولتاژ ناشی از اتصال بدنه و یا شوک‌های الکتریکی به سمت زمین صفر هدایت شود [۱۲]. شکل ۴- نحوه تست و نصب سیستم اتصال به زمین از نوع میله‌ای را نشان می‌دهد.

تجهیزات دکل حفاری زیر نیازمند سیستم اتصال به زمین است. - موتور و فریم‌های آنها، کنترل‌کننده‌ها و سیستم‌های سیگنال‌دهی و سینی کابل‌ها.

- چراغ‌های روشنایی و تجهیزاتی که پیوسته مانند میکسرها و پمپ‌های گل حفاری در حال کار است.

- زره کابل‌ها و مرکز ستاره ترانسفورماتور.

- مخازن ثابت و متحرک سوخت [۳ و ۹].

#### ۳-۳- راهکارهای عملی برای حفاظت از انفجار الکتریکی

اگر چه حداکثر ولتاژهای مستقیم و متناوب مورد استفاده در دکل‌های حفاری کمتر ۱۰۰۰ ولت است، اما به دلیل وجود جریان‌های بالا، احتمال وقوع قوس و انفجار الکتریکی شدید وجود دارد. بنابراین رعایت فاصله حفاظت الکتریکی لازم و ضروری است.

#### ۳-۴- حد حفاظت از تشعشع

محدوده حفاظت از تشعشع، نزدیک‌ترین نقطه تعادلی است که به اشخاص بدون استفاده از تجهیزات محافظ در برابر تشعشع اجازه کار داده می‌شود. برای انجام کار بدون حفاظت از خطر تشعشع قوس الکتریکی، کارفرمایان باید به خطرات قرار گرفتن

ارتفاع یا محل‌های با امکان لغزش و سقوط الزامی است.  
 - هرگز کابل‌ها یا لوله‌های مخصوص حمل گاز و مایعات اشتغال‌زا مثل نفت و سوخت در نزدیک محل جوشکاری نگه داشته نشود.  
 - هرگز به سر باره جوش بدون محافظ صورت، دست و چشم ضربه نزید و به دیگران نیز در این مورد هشدار داده شود.  
 الکترودها و قطب‌های نگهدارنده و حمل‌کننده را در جریان آب یا بر روی سطوح رسانا و سطوح کاررها نساژید [۲ و ۳].

### رانندگان و متصدیان تجهیزات سنگین و جرثقیل

حداقل فاصله دکل جرثقیل از کابل بالاسری باید ۱۰ متر باشد و اگر دکل جرثقیل به هر دلیل به یک کابل و یا سیم قدرت برخورد و دچار اتصال شد، اپراتور و اشخاص داخل ماشین باید سریع به بیرون بپرند. در پرش باید هر دو پا چسبیده به هم باشد تا اختلاف پتانسیل بین دو پا باعث شوک و مرگ افراد در هنگام دور شدن از محل نشود.

### پرسل واحد گل و پسماند

آسیب دیدن کابل‌های جریان برق دفن شده در زیر گل‌های پراکنده در محل دکل حفاری و نیز استفاده از پمپ‌های لجن‌کش، خطرات ویژه‌ای برای کارگران و تجهیزات ایجاد می‌کند. بنابراین افراد باید برای حذف خطرات قبل از انجام عملیات پسماند اقدام کنند که از آن جمله مشخص کردن مکان دقیق کابل‌های جریان برق و دقت کافی در استفاده از وسایلی مانند بیل و پارو فلزی با لبه‌های تیز و برنده است.

### پرسل تعمیرات برق، مکانیک و انبار تجهیزات

- ظروف سوخت به علت وجود الکتريسته ساکن و جرقه‌ها ناشی از بارهای الکتریکی، باید به زمین متصل شوند.  
 - سیستم روشنایی ضد انفجار در انبار نگهداری مواد قابل اشتعال استفاده شود.  
 - در باتری‌خانه‌ها از تهویه مناسب و جعبه کلیدهای ضد انفجار استفاده شود.  
 - هیچگاه دیزل ژنراتور در محوطه باز قرار داده نشود.  
 - اگر روز ژنراتور و سیستم سوخت و برقی آن بازرسی دوره‌ای شود.  
 - در هنگام خاموش بودن ژنراتور باید کلید ژنراتور در حالت

قطع باشد و ترتیب وصل کردن سیم‌ها در هنگام نصب باتری تغذیه به ژنراتور رعایت شود.  
 - در صورتی که سیستم سوخت‌گیری دیزل ژنراتور اتوماتیک نیست، بهتر است ژنراتور در هنگام سوخت‌گیری خاموش و خنک باشد. در زمانی که ژنراتور تازه خاموش شده دستگاه هنوز داغ بوده و احتمال سوختگی در صورت تماس بدن وجود دارد.  
 - هرگز در محیط بسته که احتمال وجود گازهای قابل اشتعال وجود دارد، از سیستم اتصال باتری به باتری برای شارژ باتری دیزل ژنراتور استفاده نشود.

- پرسنل غیر حرفه‌ای از رفع اشکالات به ظاهر جزیی و تعمیر دیزل ژنراتور بپرهیزند.

### تعمیر کاران باتری و کارگاه برق

- باید اطاق باتری و کارگاه برق دارای کپسول چشم‌شویی باشد تا در صورت پاشیده شدن اسید بتوان از آن استفاده کرد.  
 - فن‌های تهویه هوا با توان بالا برای جلوگیری از انباشته شدن گازهای هیدروژن و بخار اسید سولفوریک استفاده شده و همیشه قبل از ورود کارگران از روشن بودن فن‌های تهویه اطمینان حاصل شود.  
 - برای روشنایی محل با احتمال انتشار گاز متان باید از تجهیزات ضد انفجار شامل روشنایی و کلیدهای ایزوله استفاده شود.  
 • شارژ باتری در محیط مخصوص با تهویه هوای مناسب یا محیط باز و حفاظت شده انجام شود. چون در محیط‌های بسته علاوه بر خطر انفجار باعث اختلال در سیستم تنفس و چشم می‌شود.  
 • دستگاه شارژر به طور صحیح به قطب‌های باتری متصل شود. عدم نصب صحیح باعث انفجار باتری و پاشیدن اسید آن می‌شود.

### ۶- ایمنی دستگاه‌ها و وسایل موتوری بالابر دکل‌های حفاری

دستگاه‌ها و وسایل موتوری بالابر به کلیه وسایل و تجهیزات ثابت و متحرک الکتریکی و پانیوماتیکی گفته می‌شود که شامل لیفتراک، جرثقیل‌های ثابت و متحرک و آسانسورهای بالا برنده است که برای جابجایی و نصب قطعات، وسایل و تجهیزات دکل استفاده می‌شود. بهتر است هر دستگاه آسانسور با توجه به موقعیت افراد و کارگاه‌ها برای استفاده خاص در شرایط اضطراری تعریف شود.

## ۷- افزایش ایمنی کارکنان با نصب تجهیزات مخابراتی و تقویتی

### آنتن‌های موبایل عمومی

ارتباطات و تبادل اطلاعات یکی از نیازهای ضروری کارکنان دکل است. هر چند در محیط کار استفاده از وسایل ارتباطی همانند موبایل از نظر ایمنی تا حدی ممنوع است، اما گاهی مشاهده شده است که کارکنان دکل یا سکوی حفاری برای جستجوی سیگنال موبایل مطلوب وارد محیط‌های پر خطر می‌شوند که سبب ایجاد حوادث غیرمترقبه و نیز آسیب‌های جسمی به افراد می‌شود [۱۱]. همچنین مشاهده شده که افراد اقدام به نصب تقویت‌کننده‌های آنتن موبایل در کانکس می‌کنند که موجب تقویت بیش از حد امواج مخابراتی با فرکانس بالا در محل زندگی و محیط بسته کانکس شده و باعث سردرد عصبی، خستگی و عوارض فراوانی همچون سوءهاضمه می‌شود که در نهایت بر بهره‌وری اشخاص تاثیرگذار است. بنابراین استفاده از آنتن‌های تقویت سیگنال‌های مخابراتی عمومی در محل دکل بر طبق استاندارد و فاصله از محل استراحت کارکنان، صحیح‌تر از استفاده تقویت‌کننده‌های شخصی موبایل است.

## ۸- بهبود عملکرد سیستم اتصال به زمین دکل‌های حفاری

خوشبختانه در دکل‌های حفاری برای بهینه کردن سیستم اتصال به زمین می‌توان از مقداری بنتونیت به عنوان یکی از مواد اصلی تشکیل‌دهنده گل حفاری استفاده کرد. بنابراین گودالی به عمق میله مورد نظر و شعاع نیم‌متر با خاک بنتونیت پر کرده و میله اتصال به زمین را در درون آن قرار می‌دهیم.

## ۹- نظارت بر ایمنی شبکه کابلی انتقال انرژی

یک روش در پوشش شبکه کابلی انتقال انرژی بین کانکس‌های کمپ، استفاده از پوشش‌های پلی شکل در طول‌های ۱/۵ تا ۳ متری از جنس چوب برای جلوگیری از خطرات ناشی از برق گرفتگی و حفاظت کابل در برابر سرما، گرما، نور خورشید و برخورد فیزیکی است. در ساخت این پوشش کابل‌ها می‌توان از الوارهای چوبی پالت‌های مواد گل حفاری استفاده کرد.

## ۱۰- برخی از اقدامات افسر ایمنی قبل و بعد از شروع عملیات حفاری

- اخذ کلیه مجوزهای لازم برای اجرای عملیات حفاری، انبار کردن مصالح در فضاهای عمومی، استفاده از تسهیلات

عمومی، تخلیه مصالح و کار در شب از مراجع ذیربط.

- اقدامات حفاظتی مانند برنامه‌ریزی برای جلوگیری از آلودگی‌های نفتی غیر منتظره.
- بررسی محل دکل حفاری و در صورت مشاهده اشکال، اعلام نظرات و پیشنهاد کتبی اصلاحی به رئیس دستگاه.
- بازرسی دوره‌ای و موردی از وضعیت کارگاه‌ها و نظارت بر بهداشت محیط‌های کاری، کمپ و تایید ایمنی مصالح و مواد ورودی به کارگاه
- نظارت ایمنی بر انجام عملیات تعمیرات، جابه‌جایی دکل، آنالیز احتمالات خطر (JSA) و آگاهی از وجود گازهای سمی که ممکن است در هر مرحله حفاری در لایه‌های مختلف زمین متصاعد شود.
- ارائه آموزش‌های لازم ایمنی از قبیل چگونگی استفاده از دستگاه‌های تنفسی، پیشگیری از مسمومیت با گاز  $H_2S$ ، چگونگی استفاده از انواع خاموش‌کننده‌ها، آشنایی با مجوزهای کار گرم و سرد (PTW).
- حضور در صحنه حوادث و تهیه گزارش و ارائه راهکارهای پیشگیرانه برای جلوگیری از وقوع مجدد حوادث.
- نصب و نگهداری علائم هشدار دهنده، آگاه کردن پرسنل از هشدارهای ایمنی با نصب تابلوها و بروشورها و بررسی برنامه زمان‌بندی کارهای اجرایی روزانه و آینده به صورت درخواست کاری از طرف گروه‌های کاری [۱].

### نتیجه‌گیری

- ۱- وجود پوشش حفاظتی مناسب کارکنان از جمله لباس، دستکش، کفش با استانداردهای مناسب هر شغل و نیز رعایت نکات مرزهای تعریف شده حفاظتی ضروری است.
- ۲- اجرای Lock out/ Tag out یکی از سازوکارهای مناسب ایمنی پرسنل و ادوات حفاری است که باعث پایین آمدن احتمال وقوع اتفاقات می‌شود.
- ۳- سیستم اتصال به زمین نه تنها باعث تعادل سیستم‌های الکتریکی، بلکه موجب کاهش مخاطرات استفاده از دستگاه‌ها می‌شود.
- ۴- هر یک از تیم‌های کاری دکل حفاری باید استانداردهای حفاظتی و به روز شده از جمله OSHA، ATP، NFPA که توسط افسران مجرب ایمنی آموزش داده می‌شود، را رعایت کنند. منابع نزد نشریه موجود است.