مقدمه

بشر امروز راه طولانی را برای رسیدن به آسایش و رفاه خود پیموده و سعی کرده تا با دست بردن در منابع مختلف موجود در طبیعت این راه را کوتاهتر نماید.

انرژی برق از جمله دستاوردهای مهم بشر برای ارتقاء سطح رفاه و آسایش زندگی است. انتقال آسان، ارزان بودن و پاک بودن از جمله ویژگیهایی است که استفاده از برق را به عنوان یک منبع مناسب انرژی روز به روز افزایش می‌دهد. تامین انرژی مورد نیاز تجهیزات و دستگاهها و تامین روشنایی محیطهای کاری از مهمترین کاربردهای برق در صنایع مختلف هستند.

اما چنانچه این منبع مفید انرژی به‌درستی مورد استفاده قرار نگیرد، ممکن است اثرات نامطلوب و گاهاً جبران ناپذیری به دنبال داشته باشد. حال آنکه لحاظ نمودن اصول اولیه ایمنی در استفاده از آن می‌تواند خطرات آن به مقدار قابل توجهی کاهش دهد.

این دستورالعمل به دنبال آن است تا با ارائه مجموعه‌ای از این اصول و راهنماییها، استفاده مناسب و ایمن از انرژی برق را ممکن سازد.

اویل ایندستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

مجموعه تهیه شده در مرحله بازنگری صفر می‌باشد، لذا مدیریت‌ها/رؤسای محترم HSE می‌توانند پس از اجرای این دستورالعمل درصنعت نفت و در راستای بهبود روش‌ها و برنامه‌های بهداشتی، پیشنهادات اصلاحی خود را از طریق مدیران HSE شرکت‌های اصلی ذیربط به اداره کل HSE وزارت نفت ارسال نمایند. اقدامات اصلاحی مرتبط در بازنگری آتی مدنظر قرار خواهد گرفت و شرح بازنگری در این قسمت درج خواهد شد.

لازم است موارد مطروحه در این مجموعه بصورت حداقل الزامات در نظر گرفته شود.

۱. هدف

هدف از تدوین این مجموعه ارائه یک سند راهنماست به منظور آشنایی کارکنان با:

- خطرات مختلف برق و اصول پیشگیری از بروز حوادث مربوطه
- اصول ایمنی در کار با انواع تجهیزات، دستگاهها و ابزارآلات برقی
- انواع تجهیزات و تدابیر مورد استفاده برای ایمن‌سازی در برابر خطرات برق
- تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز در کار با جریان برق
- امداد، نجات و کمکهای اولیه در صورت بروز حوادث ناشی از برق

۲. دامنه کاربرد

این دستورالعمل برای استفاده در کلیه زیرمجموعه‌های وزارت نفت شامل چهار شرکت اصلی، شرکتهای فرعی و تابعه و نیز عملیات پیمانکاری تدوین گردیده است.

۳. مراجع

1. Electrical Safety Manual - 2002 edition, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 01-Jan-2002, http://www.techstreet.com/cgi-bin/detail?product_id=947735

2. ElecticalSafety-LowVoltage, http://www.penticton.ca/electrical/ElecticalSafety-LowVoltage.pdf

3. ElecticalSafety-HighVoltage http://www.penticton.ca/electrical/ElecticalSafety-HighVoltage.pdf

4. Electrical Safety-Injuries http://www.penticton.ca/electrical/ElecticalSafety-Injuries.pdf

5. electrical safety http://utdallas.edu/utdgeneral/business/safety/Manuals/electrical_safety.pdf

6. http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/02-123.pdf

7. http://www.hse.gov.uk/pubns/indg231.pdf

8. http://www.eh.doe.gov/techstds/standard/hdbk1092/hdbk1092.pdf

9. Fire_Electrical_Safety_Guide
http://www.siue.edu/housing/pdf/Fire_Electrical_Safety_Guide.pdf

10. http://www.fairtrading.nsw.gov.au/pdfs/corporate/publications/dft070.pdf

11.http://www.legislation.qld.gov.au/LEGISLTN/CURRENT/E/ElectricalSA02.pdf

12. electrical safety.
ttp://www.osha.gov/OshDoc/data_Hurricane_Facts/electrical_safety.pdf

13. http://www.futuretech101.com/pdf/elecsafe.pdf

14. http://www.egr.msu.edu/eceshop/pdf/safety.pdf

15. http://www.egr.msu.edu/eceshop/pdf/safety.pdf

16. http://www.cdc.gov/niosh/docs/2002-123/pdfs/02-123.pdf

17. http://www.eh.doe.gov/techstds/standard/hdbk1092/hdbk1092.pdf

18. http://www.osha.gov/Publications/osha3075.pdf

19. www.vonl.com/CHIPS/elecsaf3.htm

۲۰. آیین‌نامه‌های حفاظت و بهداشت کار، موسسه کار و تامین اجتماعی، چاپ پنجم، تهران ۱۳۸۵

۴. مسئولیت‌ها

- مسئولیت نظارت بر اجرای این دستورالعمل بر عهده امور HSE وزارت نفت است.
- بازنگری و تجدید نظر در این دستورالعمل توسط اداره کل HSE وزارت نفت انجام می‌گیرد. کلیه زیرمجموعه‌ها و استفاده‌کنندگان دستورالعمل می‌توانند نظرات و پیشنهادات خود را از طریق امور HSE شرکت متبوع به اداره کل HSE وزارت نفت ارائه نمایند.
- مسئولیت اجرای این دستورالعمل بر عهده کلیه شرکت‌های اصلی، فرعی و تابعه وزارت نفت است.

۵. شرح

۵-۲. شناسایی و تجزیه و تحلیل خطرات برق

کاهش و حذف احتمال مواجه با خطرات الکتریکی نیاز به توجه و احتیاط‌های همیشگی و دائم دارد. ایمنی یک مسئولیت همگانی است و همه افراد باید در ایجاد یک محیط ایمن کاری مشارکت داشته باشند.

۵-۲-۱.شناسایی خطرات

هر برنامه ایمنی الکتریکی باید شامل روشهایی برای تجزیه وتحلیل خطرات و ریسک‌های موجود در هر شغل باشد. کارکنان باید همیشه موارد زیر را مد نظر داشته باشد.

- محیط
  - خشک است یا مرطوب؟
  - کار در منطقه باز انجام می‌شود یا در منطقه بسته؟
  - روشنایی کافی در محیط وجود دارد یا خیر؟
  - آیا ازنردبان فلزی هنگام کار روی خطوط هوایی انتقال استفاده می‌شود یا خیر؟
  - آیا کابل‌های برق در بالای منابع گرمایی وجود دارد یا خیر؟
  - بار الکتریکی بیشتر از حد مجاز است یا خیر؟
- شرایط تجهیزات
  - عمر تجهیزات
  - پیوستگی سیستم اتصال زمین
  - مکانیسم‌های داخلی ایمنی دستگاه
  - ولتاژ مورد استفاده
  - سیم کشی الکتریکی و باری که تحمل می‌کند
  - عیوب مدار که ممکن است موجب بروز قوس الکتریکی شود

۵-۲-۲. حذف/ کاهش خطرات الکتریکی

برخی از اقدامات در راستای کاهش خطرات الکتریکی محیط کار عبارتند از:

- مشخص کردن ویژگی‌های سایت و نوع کار
- شناسایی خطرات
- تهیه دستورالعمل‌های راهنما برای نحوه برخورد با خطرات الکتریکی
- تعیین مسوولیتهای ایمنی
- تعیین نحوه رسیدگی به امور مربوط به ایمنی برق
- مشخص کردن شرایط و صلاحیت‌های افرادی که با تجهیزات الکتریکی کار می‌کنند
- استفاده از موانع فیزیکی مانند فنس‌ها و دیواره‌های جداسازی دور منابع انرژی؛
- تمیز و خشک نگه داشتن محیط کار و پیشگیری از ایجاد ریخت و پاش و بی‌نظمی در محیط کار

۵-۳. پیشگیریهای عمومی در کار با تجهیزات برقی فشار ضعیف و متوسط

در حین کار با مدارات و وسایل الکتریکی فشار ضعیف و متوسط باید نکات ایمنی زیر را رعایت نمود:

- همیشه باید سیم‌های برق را برقدار فرض نموده و احتیاط کامل را در انجام کار لحاظ کرد.
- جهت تشخیص مدار الکتریکی از وسایل و ابزار مناسب استفاده شود.
- هنگام کار با مدارات و تجهیزات الکتریکی از تجهیزات حفاظتی مناسب استفاده شود. (از قبیل دستکش لاستیکی، کفش عایق، عینک و نقاب حفاظتی، زیر پائی لاستیکی، انبرهای حفاظتی، فیوز گیرها و ابزاآلات عایق).
- همیشه از علائم خطر استفاده شود.
- مکان‌های مخاطره آمیز محصور شوند.
- هرگز مدارات الکتریکی با لامپ امتحان نشود زیرا در صورت ترکیدن لامپ عواقب وخیمی در پی خواهد داشت.

- بطور منظم و مرتب برنامه بازدید از تجهیزات و سیم‌های الکتریکی ترتیب داده شود و وسایل، تجهیزات، کلیدها و فیوزهای فرسوده و خراب بلافاصله از کارگاه خارج و معدوم شود.
- توصیه می‌شود در هنگام کار بر روی مدارات الکتریکی افراد به تنهائی اقدام بکار ننمایند.
- تعمیر وسایل برقی به افراد ماهر واگذار شود.
- سیم‌های وسایل الکتریکی که از ولتاژ بالای۲۴ ولت استفاده می‌کنند به دوشاخه ارت دارمتصل شوند.
- کلیه دستگاه‌های سیار با کلید و فیوز به شبکه وصل شود.
- هرگز از سیم‌ها بیش از حد توصیه شده بار کشیده نشود. جدول ۲ جریان مجاز بعضی از سیم‌ها را نشان می‌دهد.

جریان مجاز بعضی از سیم‌های نازک جهت مصارف ساختمان و کشاورزی

اندازه سیم	جریان نامی (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)
۱/۵	۱۵	۱۰
۲/۵	۲۰	۱۶
۴	۲۵	۲۰
۶	۳۵	۲۵
۱۰	۵۰	۳۵

- سیم وسایل برقی باید کاملا" سالم باشند (اگر طول سیم یا دو نقطه انتهایی که به دو شاخه یا مادگی وصل شده دچار بریدگی شده باشد استفاده از آن سیم بسیار خطرناک می باشد .
- هنگام وصل کردن سیم دستگاه برقی، اول انتهای سیم (مادگی) که به دستگاه وصل میشود در محل خود نصب گردد و بعد از آن دو شاخه به پریز برق وصل شود.
- هنگام وصل نمودن دو شاخه به پریز، بدنه سخت دو شاخه را با دو انگشت بگیرید و از تماس کف دست با سیم خودداری کنید.

- هنگام بیرون کشیدن دوشاخه از پریز، اول دستگاه را خاموش کنید و سپس دو انگشت دست چپ را در دو طرف پریز قرار دهید و با دو انگشت دست دیگر قسمت سخت دوشاخه را بگیرید و از پریز برق جدا کنید (از کشیدن سیم جدا" خودداری کنید)
- هنگام باز کردن درب یخچال و یا استفاده از لوازم برقی در آشپزخانه حتما" دمپایی لاستیکی بپوشید و از تماس همزمان هر دو دست به وسیله برقی و دیوارها خودداری کنید.
- هنگام شستشوی کف آشپزخانه و محلهایی که تجهیزات برقی در آن وجود دارد، کلیه وسایل برقی را از برق جدا کنید و سعی کنید از پاشیده شدن آب به روی وسایل برقی خودداری شود و تا زمانی که کاملا" خشک نشده از وصل مجدد وسیله برقی به برق خودداری کنید .
- برای شستن دیوارها از پاشیدن آب خودداری کنید فقط با دستمال خیس روی دیوار بکشید و در نزدیکی پریزها و کلیدها دستمال باید فقط مرطوب باشد.
- برای تعویض لامپ ها ابتدا کلید را روی حالت خاموش قرار دهید و با استفاده از چهار پایه سالم و مناسب بنحوی که با استقرار روی آن دستها کاملا" آزاد باشد با یک دست قسمت عایق سر پیچ (هلدر) را نگه دارید و با دست دیگر لامپ را باز کنید و یا لامپ را نصب کنید.
- اگر سیم های شبکه برق محوطه کار شما پاره شده و روی زمین افتاده از دست زدن به آنها خودداری کنید و موضوع را به امور برق و HSE اطلاع دهید .
- قبل از شروع به کار باید طرح کار آماده و به مواردی که می‌تواند موجب بروز خطا گردد توجه شود.
- باید مطمئن شد کلیه کابلها و تجهیزات مورد استفاده دارای علامت استاندارد معتبر کشوری یا بین‌المللی هستند.
- کلیه هادی‌ها یا وسائل الکتریکی مدار را همیشه باید برق‌دار تصور نمود مگر آن‌که یقین شود که برق آنها قطع است.

- هنگام کار کردن روی مدارهای جریان متناوب یا مستقیم با ولتاژ کمتر از ۲۵۰ ولت نسبت به زمین باید به وسیله به کار بردن ابزارهای عایق، دستکش ها، فرشها، پرده ها و یا وسائل حفاظتی دیگر احتیاط های لازم در مقابل برق زدگی یا اتصال کوتاه به عمل آورد.
- کارگرانی که روی مدارهای برق‌دار به شرح بالا کار می کنند در تمام مدت کار باید به وسیله شخص صلاحیت دار دیگر مراقبت شوند.
- هنگام کار کردن روی هادی های برهنه برق‌دار یا انجام کار در مجاورت آنها باید هادی های مزبور را به وسیله حائل های دائمی یا موقتی از جنس مواد عایق محافظت نمود تا از اتصال کوتاه تصادفی جلوگیری شود.
- ابزارهای الکتریکی دستی قابل حمل باشد باید به وسیله دو شاخه و پریزی که دارای اتصال اضافی برای سیم اتصال زمین است به شبکه وصل شود.
- کار باید با استفاده از دستورالعمل‌ها و نقشه‌های کاری و به صورت مستند و از پیش طراحی شده انجام شود.
- تاسیسات و دستگاه‌های الکتریکی باید طوری ساخته و نصب و بهره‌برداری شود که از هرگونه خطرات ناشی از تماس با هادی‌های برق‌دار و همچنین خطرات حریق مصون بمانند.
- نوع وسایل تاسیسات الکتریکی باید متناسب با ولتاژ خط و شرایط بهره برداری از آنها انتخاب شود.
- تمام وسائل تاسیسات الکتریکی باید با استانداردی که از طرف مقامات صلاحیت دار تعیین می شود مطابقت داشته و علایم مشخصه آن واضح و آشکار باشد.
- نصب و تنظیم و مراقبت و آزمایش و تعمیرات کلیه تجهیزات تاسیسات الکتریکی فقط باید به وسیله اشخاصی انجام شود که صلاحیت فنی و تجربه آنان مورد تایید مقامات صلاحیت دار قرار گرفته باشد.
- پس از آماده شدن تاسیسات الکتریکی و پس از هرگونه تغییرات اساسی و قبل ازشروع بهره برداری باید مقام صلاحیتداری (غیر از اجرا کننده کار) تاسیسات را بازدید نماید و گواهی مربوط به کامل بودن حفاظت الکتریکی آن تاسیسات و اجازه شروع به کار با آنها را بدهد.

- کارفرما موظف است کتابچه ای حاوی دستورها و مقررات حفاظتی مربوط به تاسیسات یا ماشین های الکتریکی را در اختیار متصدیان به کار انداختن و مراقبت تاسیسات یا ماشین‌های الکتریکی و یا افرادی قرار دهد که مجبورند در مجاورت آنها کار کنند.
- جرم و رنگ موجود روی سطوح فلزی باید برطرف شود تا امکان تماس فلز به خوبی فراهم شود.
- کابل‌هایی که در مسیر جریان نصب می‌شوند نباید خیلی کشیده شوند (کمی آزاد باشند) اغلب یک فشار یا تنش می‌تواند باعث از بین رفتن عایق شود.
- منابع ایجاد شوک و قوس الکتریکی در محیط کار باید مانند سایر منابع خطر، شناسایی شوند.
- خطرات باید با استفاده از تدابیر ایمنی و اعمال شرایط لازم به حداقل برسد.
- هر مدار الکتریکی را باید قبل از تماس با آن تست نمود.
- استفاده از وسایل حفاظت فردی جهت حفاظت از سلامت افراد همیشه آخرین تدبیر است. باید تلاش نمود که ابتدا منابع خطر حذف یا کنترل شوند.
- کلیه افراد باید در خصوص کار خود آموزش‌های لازم را دیده و توجیه شده باشند.
- تنها زمانی باید روی مدارهای الکتریکی کار کرد که بدون برق شده باشند، مگر اینکه بر اساس اقدامات حفاظتی در نظر گرفته شده این اطمینان حاصل شود که احتمال تماس با مدار برق‌دار وجود ندارد.
- لازم است قبل از شروع به کار از کیفیت عایق سازی تجهیزات، بدون انرژی بودن مدار، نصب برچسب احتیاط و اتصال زمین آنها اطمینان حاصل شود.
- اتصال زمین باید به قسمتی از دستگاه متصل شود که می‌تواند انرژی‌دار شود.
- در صورت استفاده از نردبان و احتمال تماس آن با قسمت‌های انرژی دار، حتماً باید از نردبانی استفاده شود که پله‌های آن عایق است.
- کلیه سیم‌های سیار باید از نظر وجود پارگی و از بین رفتن پوشش عایق بازرسی شوند.
- کابلهای برق نباید از روی منابع گرمایی عبور داده شوند.

- سیم‌ها و کابلهای قابل انعطاف باید از آسیب‌های فیزیکی محافظت شوند.
- حالت کابلهای قابل انعطاف باید حفظ گردد تا از ایجاد تنش در ترمینال‌های الکتریکی جلوگیری شود.
- انبار کردن مایعات قابل اشتعال در نزدیکی تجهیزات الکتریکی حتی به صورت موقت ممنوع است.
- سیستم‌های سیار فقط برای استفاده موقتی مجازند، چنانچه از یک مدار برای مدت طولانی استفاده می‌شود حتماً برای آن، سیم کشی دایم نصب گردد.
- آب نباید وارد تجهیزات الکتریکی و سیم‌های انتقال قدرت شود.
- همیشه قبل از کار دستگاه تست کننده ولتاژ باید با یک جریان مطمئن دوبار چک شود.
- قبل از انجام عملیات خاک برداری و گودبرداری، محل عبور مدارهای الکتریکی زیرزمینی را باید شناسایی نمود.
- در صورت عمل کردن یک فیوز یا بریکر و قطع جریان قبل از برقراری مجدد جریان حتماً علت قطع جریان را دقیقاً شناسایی کرد.
- وسایل و قسمت‌های پر مصرف مدار باید شناسایی شود تا در موارد اورژانسی به راحتی و سریعاً بتوان به آنها دسترسی پیدا کرد.
- هنگام جایگزینی تجهیزات الکتریکی، باید اطمینان حاصل شود که تجهیزات جدید با نیازهای بلند مدت سیستم و توانایی تأمین انرژی مدار سازگاری دارد.
- هنگام استفاده از نردبان، یا تجهیزات و ماشین‌های بالابرنده در نزدیکی خطوط هوایی انتقال نیرو، باید از رعایت شدن کلید دستورالعمل‌های ایمنی اطمینان حاصل شود احتمال صدمه و آسیب دیدن مردم عادی که در روی زمین و در اطراف ایستاده‌اند باید در نظر گرفته شود.
- دسته تجهیزات برقی قابل حمل باید از مواد عایق ساخته شده یا دارای روپوش عایق باشد.
- تجهیزات برقی قابل حمل باید با کلیدهایی که روی سیم فاز قرار گرفته و در بدنه یا دسته آنها کار گذاشته شده مجهز بوده و دارای خصوصیات زیر باشد :

- باید تحت فشار فنری قرار داشته باشد که فقط هنگام فشار روی اهرم کلید، مدار الکتریکی وصل باشد و با برداشتن دست از روی اهرم جریان برق قطع گردد.
- جای کلید طوری انتخاب شده باشد که خطر به کار افتادن اتفاقی وسایل و تجهیزات برقی مزبور هنگامی که در محلی قرار داده می شود یا آنها استفاده نمی گردد به حداقل ممکن برسد.

- در مواردی که وسائل و تجهیزات برقی دستی قابل حمل در عملیات ساختمانی یا فضاهای آزاد به کار برده می شوند خطر معیوب شدن عایق ابزار و سیم اتصال زمین وجود دارد. ولتاژ متناوب منبع جریان این وسائل نباید از ۱۱۰ ولت تجاوز نماید.
- در مواردی که برای تقلیل ولتاژ شبکه به مقدار توصیه شده در بند بالا از ترانسفورماتور استفاده می شود ترانسفورماتور باید دارای دو سیم پیچ مجزا باشد و از نقطه وسط سیم پیچی دوم سیمی خارج شده باشد که در موقع کار این سیم به زمین اتصال داده شود.
- در جای که کاهش ولتاژ به مقدار کمتر از ۱۱۰ ولت مقدور نباشد باید احتیاط های زیر را به عمل آورد:
  - ترانسفورماتور مجزایی با نسبت تبدیل یک به یک بین شبکه اصلی و تجهیزات دستی برق قابل حمل قرار داده شود تا مدار دوم احتیاج به اتصال زمین نداشته باشد.
  - اتصال زمین باید وسیله یک مدار فرعی به نحوی کنترل شود که در صورت قطع اتصال زمین وسیله کنترل مزبور مدار اصلی تغذیه ابزار دستی را قطع نماید.
  - وسائل کنترل پیوستگی سیم اتصال زمین باید طوری پیش‌بینی شده باشد تا به کارگران امکان دهد که در هر زمانی بتوانند پیوستگی سیم زمین را به سهولت آزمایش نمایند.
- موتورها و هادی ها، کابل‌های اتصال و دو شاخه‌های ابزارهای برقی قابل حمل باید دارای خصوصیات و شرایط کلی گفته شده در قسمتهای مختلف این دستورالعمل باشند.
- در مواردی که شدت جریان زیاد باشد پریز باید به وسیله کلیدی که در خود آن نصب شده کنترل شود.

- برای اجتناب از طولانی شدن کابل های اتصالی الکتریکی قابل حمل باید محل نصب پریزهـای ثابـت نزدیک محل کار باشد.
- هر جا که امکان‌پذیر باشد کابل‌های اتصالی ابزارهای الکتریکی دستی قابل حمـل را بایـد در ارتفـاعی آویخت که اشخاص بتوانند آزادانه از زیر آنها عبور نمایند.
- تجهیزات الکتریکی قابل حمل معلق در فضا باید به وسیله فنر، طناب، یا زنجیر و وزنه نگهداری شوند.
- برای نقل مکان ابزارهای الکتریکی قابل حمل سنگین باید کمربند یا حمایل مخصوص جهت کارگران پیش‌بینی شده باشد.
- کارگرانی که با ابزارهای الکتریکی قابل حمل کار می‌کنند باید از پوشیدن لباس های گشاد بـا گوشـه های آزاد و دستکش های غیر لاستیکی اجتناب نمایند.
- برای جلوگیری از تماس اشخاص یا اشیاء یا مدارها یا وسائل الکتریکی بـرق‌دار متنـاوب کـه اخـتلاف پتانسیل آنها نسبت به زمین از ۵۰ ولت تجاوز می کند و محصور ساختن آنها امکان‌پذیر نیـست بایـد این مدارها یا وسائل را در مکان هایی بشرح زیر نصب نمود:

  الف – در اتاق ها و یا محوطه هایی که جز اشخاص صلاحیت دار شخص دیگری نتواند به آن جا وارد شود.

  ب- در بالکن‌ها، گالری ها یا روی سکوهای بلندی که دسترسی اشخاص عادی با آنها غیر ممکن باشد.

- در جایی که ترانسفورماتور یا خازن و یا سایر ادوات و سیم های لخت ناقـل جریـان بـرق روی دیـوار ساختمان ها نصب می شود باید فاصله محل نصب آنها را از پنجره ها یا روزنه هـای دیـوار بـه انـدازه کافی انتخاب نمود تا از هر گونه خطر آتش سوزی و تماس تـصادفی اشـخاص از ایـن پنجـره هـا یـا روزنه‌ها با آن وسائل جلوگیری شود.

تبصره: در موقع تعمیرات و نقاشی و توسعه دادن ساختمانها که کارگران مجبورند در مجاورت این گونه ادوات برق‌دار کار کنند باید برای محافظت کارگران از تماس تصادفی با آنها اقدامات احتیاطی لازم بعمل آید.

۵-۴. برق گرفتگی

جریان الکتریکی و نوع آن جریان الکتریکی عمدتاً به دو دسته تقسیم می شوند :

۱. جریان مستقیم (DC)

۲. جریان متناوب (AC)

در شرایط یکسان، مقاومت بدن انسان در مقابل عبور جریان AC کمتر از جریانDC است. در شرایط آزمایشگاهی عبور جریان مستقیم ۶۰ تا۸۰ میلی آمپر، آثار مهم داخلی در بدن ببار نیاورده است، اما در جریان متناوب این مقدار ۱۵ میلی آمپر است .

۵-۴-۱. عوامل موثر در برق گرفتگی

۵-۴-۱-۱. فرکانس جریان

با ازدیاد فرکانس مقاومت الکتریکی بدن انسان که دارای ظرفیت خازنی است، کم می شود .

اگر فرکانس جریان خیلی زیاد باشد، انرژی برق بیش تر صرف گرمایش بدن می شود و احتمال ایجاد شوک الکتریکی بسیار کم است .

نتایج بدست آمده از آزمایش الکتریکی بر روی تعدادی سگ و خرگوش مبین نقطه اوج خطر برق گرفتگی در فرکانس های ۵۰ تا ۶۰ هرتس است .

فرکانس جریان (HZ)	فشار الکتریکی (V)	تعداد سگ ها یا خرگوشهای مورد آزمایش	مرگ به درصد
۵۰	۱۲۰-۱۱۷	۱۵	۱۰۰
۱۰۰	۱۲۰-۱۱۷	۲۱	۴۵
۱۲۵	۱۲۱-۱۰۰	۱۰	۲۰

۱۵۰	۱۲۰-۱۲۵	۱۰	۰

۵-۴-۱-۲. مسیر جریان

مسیر عبور جریان الکتریکی از بدن ممکن است به شکلهای متفاوتی صورت گیرد. عبور جریان از هر مسیری باشد، درصدی از آن از قلب عبور می کند:

الف – دست – دست	۳/۳ در صد کل جریان از قلب عبور می کند .
ب- دست چپ – پاها	۶/۷ در صد کل جریان از قلب عبور می کند .
ج- دست راست – پاها	۶/۵ در صد کل جریان از قلب عبور می کند .
د-پا-پا	۰/۴ در صد کل جریان از قلب عبور می کند .

۵-۴-۱-۳. مقاومت الکتریکی بدن

مقاومت الکتریکی بدن انسان، مقاومت اهمی خالص نیست؛ یعنی هنگام عبور جریان الکتریکی از بدن بین جریان و ولتاژ، اختلاف فاز الکتریکی وجود دارد .

مقاومتی که بدن انسان در برابر عبور جریان الکتریکی از خود نشان می دهد، شامل دو قسمت است :

۱. مقاومت جلدی، عبارت است از مقاومتی که پوست در مقابل عبور جریان از خود نشان می‌دهد.
۲. مقاومت داخلی، عبارت است از مقاومتی که اعضای داخلی بدن در مقابل عبور جریان از خود نشان می دهد .

مقاومت بدن انسان در مقابل عبور جریان الکتریسیته در قسمتهای مختلف بدن متفاوت است. به‌طوریکه استخوان، پوست، چربی و غضروف نسبت به عضلات و خون مقاومت بیشتری را در مقابل جریان برق نشان می‌دهند.

بزرگترین مقاومت بدن در قسمت شاخی پوست است، زیرا فاقد عصب و رگهای خونی است.

طبق تجارب بدست آمده، پوست خشک و سالم دارای مقاومت ۱۰۰۰۰تا ۱۰۰۰۰۰ اهم است. در صورتی که قشر شاخی پوست برداشته شود، این مقاومت به ۷۰۰۰ تا ۸۰۰۰ اهم تنزل خواهد کرد و در صورت از بین رفتن بشره پوست، مقاومت پوست تا۶۰۰ اهم کاهش می یابد.

مقاومت بدن انسان بستگی به محل تماس، سطح تماس و محل ورود و خروج جریان الکتریکی دارد .

عوامل زیر در تغییر مقاومت پوست موثر است :

۱. وضع پوست
۲. سطح پوست
۳. استحکام اتصال
۴. مقدار شدت جریان و مدت عبور آن
۵. فشار الکتریکی

عوامل زیر باعث تغییر مقاومت بدن انسان می شود :

- ضخامت پوست
- وضع رطوبت پوست، درجه حرارت، مقدار نمک و میزان تعرق
- فشار تماس پوست به قسمت برقدار
- فشار الکتریکی اعمال شده به بدن
- شدت جریان الکتریکی
- مسیر عبور جریان
- مدت عبور جریان
- نوع جریان الکتریکی و فرکانس
- سن
- وضع روحی و جسمانی

۵-۴-۱-۴. مدت تاثیر جریان برق

مدت تاثیر جریان بر بدن از عوامل مهم محسوب شده و تغییر مقاومت بدن انسان بستگی به این مدت دارد با عبور شدت جریان، گرما افزایش یافته و مقاومت کم شده طبقه شاخی پوست سوراخ می شود در صورتی که مدت عبور جریان خیلی کم باشد تاثیر آن بستگی به وضع فعالیت قلب در زمان عبور جریان دارد زیرا در مدت ۰/۱ ثانیه که قلب انبساط و انقباض پیدا می نماید حساسیت آن در مقابل جریان ازدیاد پیدا می کند، بنابراین اگر عبور ان الکتریسیته بیش از یک ثانیه بطول انجامد تطابق همان حساسیت قلبی را می توان پیش بینی نمود .

طبق تجاربی که بعمل آمده است در صورتی که این حساسیت قلبی پیش نیاید شدت جریان ۱۰ آمپری قادر به فلج نمودن قلب می‌باشد یعنی می‌توان گفت که هر قدر مدت عبور جریان کم باشد، خطر برق‌زدگی کمتر خواهد بود .

۵-۴-۱-۵. فشار الکتریکی

مطابق استانداردهای بین المللی فشار الکتریکی دارای تقسیم بندی چهارگانه زیر است :

۱. فشار ضعیف (LV) که ولتاژ خط شبکه کمتر یا مساوی ۱۰۰۰ ولت است ($V_L \leq 1000\ V$).
۲. فشار متوسط (MV) که ولتاژ خط شبکه بیش تر از ۱۰۰۰ ولت و کمتر از ۶۳۰۰۰ ولت است ($1000V<V_L<63000V$).
۳. فشار قوی (HV) که ولتاژ خط شبکه بیش تر از ۶۳۰۰۰ ولت و کمتر از ۲۳۰۰۰۰ ولت است. ($63000V<V_L<230000V$).
۴. فوق فشارقوی (EHV) که ولتاژ خط شبکه بیش تر از ۲۳۰۰۰۰ ولت است ($V_L>230000V$)

فشار الکتریکی مجاز در ممالک مختلف متفاوت است. در لهستان، سوئیس و چک و اسلواکی ۵۰ ولت ، هلند و سوئد ۲۴ولت. فشار الکتریکی مجاز در فرانسه برای جریان متناوب ۲۴ ولت و برای جریان دائم ۵۰ ولت است.

۵-۴-۲. واکنش بدن انسان در برابر جریان برق

۵-۴-۲-۱. نقطه شروع احساس

عبارتست از حداقل جریانی که توسط شخصی احساس می‌گردد، حساسیت اعضای مختلف بدن در این مورد متفاوت است.

۵-۴-۲-۲. نقطه شروع فلج تنفسی

شخص برق گرفته می تواند به هنگام عبور حداکثر ۱۵ میلی آمپر برق متناوب، سیم را رها کند ولی در جریانهای بالاتر عضلات منقبض شده و بدنبال آن اختناق ناشی از فلج عضلات تنفسی پدیدار می‌شود.

۵-۴-۲-۳. نقطه شروع فیبرلاسیون بطنی قلب

فیبرلاسیون بطنی قلب عبارتست از اختلالی که در عمل عادی عضله قلب صورت می‌گیرد، این اختلال بدلیل عبور جریان از قفسه سینه اتفاق افتاده و مقدار آن تابعی است از وزن بدن. مسیر عبور جریان و وضعیت فعالیت قلب در لحظه برقراری جریان، خطرناکترین حالت ریتم قلب در مقابل عبور جریان مرحله نهایی انقباض قلب است، نقطه شروع فیبرلاسیون قلب برای حیوانات مختلف متفاوت است این حد برای انسان ۱۰۰MA می باشد .

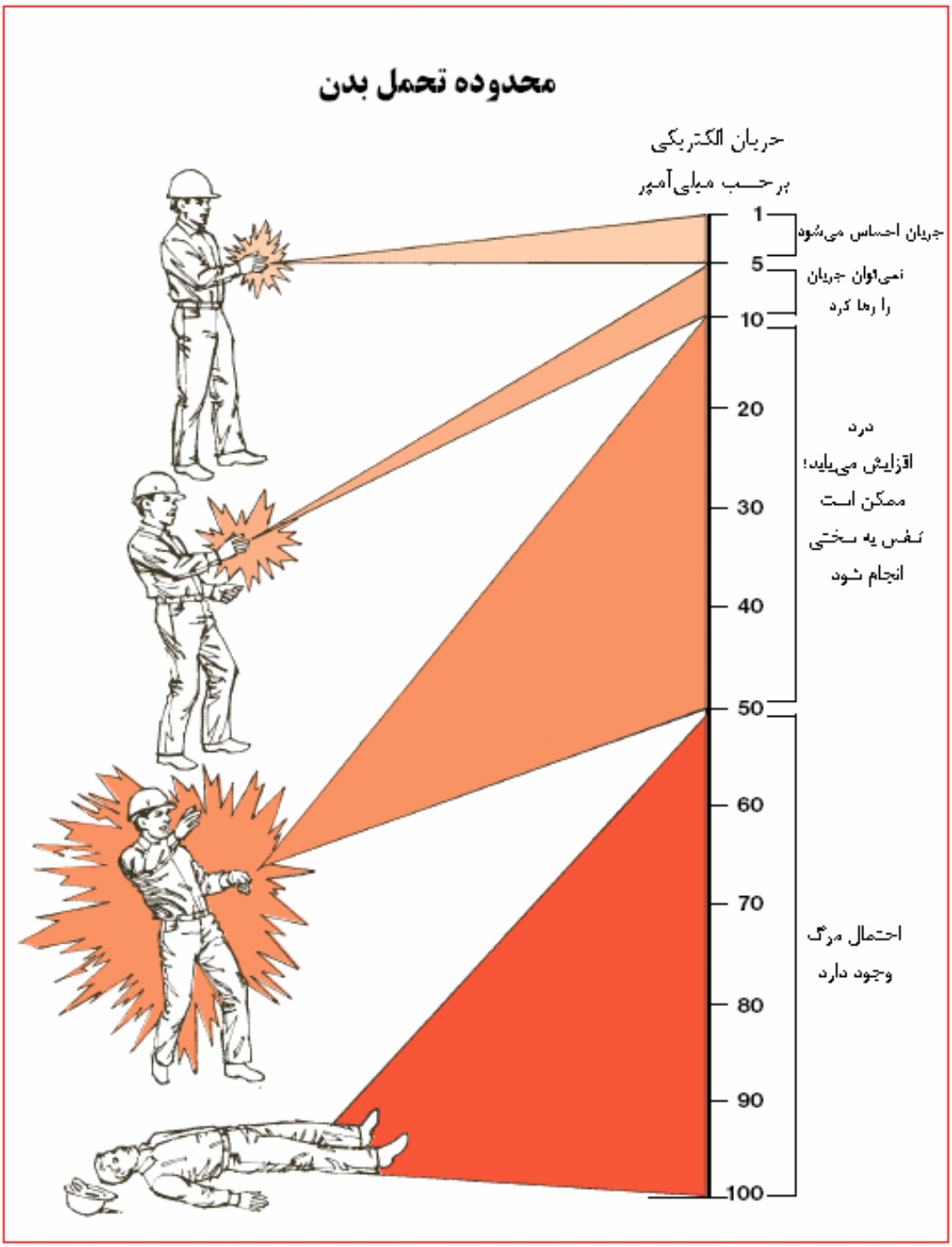
۵-۴-۲-۴. واکنش بدن در مقابل عبور جریان

چنانچه جریان متناوب عبوری حدود ۱۰MA باشد، دستهای شخص برق گرفته بشدت تکان می خورد ولی شخص قادر است خود را از سیم ها جدا نماید و بدنبال آن درد شدیدی در مفاصل و ناحیه انگشتان احساس می کند . چنانچه شخص به هر دلیلی نتواند خود را از سیم ها جدا نماید، مثلاً شدت جریان عبوری در حدود بالای ۲۰MA باشد آنگاه مقاومت بدن کم شده و مقدار جریان عبوری افزایش پیدا می کند . متعاقب آن عضلات بدن متشنج شده تا جایی که تنفس قطع می گردد و اشکالاتی در کار بطن های قلب نیز بوجود می آید، چنانچه اقدام فوری در جهت قطع منبع جریان صورت نگیرد و کمکهای اولیه بر روی مصدوم به سرعت و دقت انجام نشود، مصدوم به دلیل قطع تنفسی و فلج قلب جان خود را از دست می‌دهد. (جدول ذیل و شکل ۱ را ببینید)

اثرات جریان برق مستقیم	اثرات جریان برق متناوب با فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز	شدت جریان برق به میلی آمپر
خارش و احساس گرما	فشار در ساعد قابل درک است	۴تا۸ میلی آمپر
فشار خفیف در دستها توام با حرارت	غلغلک شدید تا سرشانه، خشک شدن ساعد تا آرنج ولی هنوز الکترودها را می توان رها کرد	۱۱تا۱۵ میلی آمپر
سوزن، سوزن شدن دست ها در مفاصل و کف دست ها	فلج شدن ناگهانی دستها، درد شدید همراه با تنگی نفس الکترودها از دست رها نمی شوند .	۲۰ تا ۲۵ میلی آمپر
تشدید گرما، انقباض عضلات، تنگی نفس و احتمالاً فلج تنفسی	بندآمدن نفس، لرزش بطن های قلب و بیش از ۳ ثانیه فلج قلب	۵۰ تا ۹۰ میلی آمپر

۵-۴-۲-۵. مقایسه واکنش بدن در مقابل عبور جریان مستقیم و متناوب

در یک ولتاژ ثابت خطر برق گرفتگی جریان متناوب خیلی بیش از جریان مستقیم است، اما اگر این خطر به شکل قوس الکتریکی باشد، قوسهای الکتریکی حاصله از جریان مستقیم خاصیت سوزندگی بیشتری دارد . در جریان مستقیم با افزایش مقدار عبور جریان از بدن تا حد ۱۵mA فقط احساس تشدید گرما به انسان دست می دهد و پس از آن عضلات منقبض می شود . افزایش تا حد ۸۰mA جریان مستقیم باعث می شود که تنفس به سختی انجام شود و مصدوم دچار تشنج گردد . اما در جریان متناوب وضعیت مقداری پیچیده تر می شود به این معنی که در جریان های کم تا حد ۱۰mA عوارض عبور جریان از لرزش کم انگشتان شروع و تا تشنج دستها و درد شدید ادامه می یابد . در حد ۱۵mA تعریق نیز صورت می گیرد، عبور جریان ۸۰mA متناوب تنفسی را کاملاً قطع و پس از آن قلب نیز از کار می افتد .



شکل ۱. تاثیر جریانهای الکتریکی مختلف بر بدن انسان

Reference: Electrical Safety-Injuries
http://www.penticton.ca/electrical/ElecticalSafety-Injuries.pdf

۵-۴-۳. اثر جریان برق روی بدن انسان

۵-۴-۳-۱. سوختگی

در اثر عبور جریان از بدن حرارت زیادی تولید می گردد که ممکن است باعث سوختگی نسوج گـردد . در اثر تجزیه نسوج، بدن دچار مسمومیت خواهد شد که این مسئله بدلیل خـارج شـدن میوگلـوبین بوجـود خواهد آمد . چنانچه سوختگی سطح وسیعی از بدن را در برگیرد، احتمال زنده ماندن کم اسـت زیـرا آب، نمک و مواد پروتیدی بدن بشدت کاهش می یابد . برخی سوختگی ها نارسایی کار عـادی کلیـه هـا را در پی دارد . قوس الکتریکی ممکن است آسیب هابب به چشم وارد نماید . به هنگام اتصال کوتاه یک خـازن فرضی که بین سیم فشار قوی و زمین وجود دارد قوس الکتریکی بوجود می آید، قرار گرفتن بدن در یک موقعیت خاص در اطراف سیم فشار قوی باعث اتصال کوتاه مذکور می گردد.

ممکن است ذرات فلزی ناشی از ذوب و تبخیر فلزی بر روی پوست توام با سوختگی قرار گیرد که بسته به شدن آسیب، نیاز به معالجات تخصصی بعدی به وجود خواهـد آمـد . در برخـی از اشـخاص هنگـام بـرق گرفتگی پس از فریاد شدید، به شخص شوک وارد شده است . یکی از حالات شوک بیهوشی می باشد کـه در این صورت بایستی به درمان شوک پرداخت . شکل۳ دو مورد سوختگی ناشی از برق‌گرفتگـی را نـشان می‌دهد.

شکل۲. دو مورد سوختگی عمیق ناشی از برق‌گرفتگی

۵-۴-۳-۲. ناراحتی عصبی

شناخت دقیق این اختلالات نیاز به بررسی دقیق و تخصصی پزشکی و مطالعه دراز مدت بر روی مصدومان دارد، ولی اختلالات زیر در مورد مصدومان مشاهده شده است :

- تشویش خاطر و بی حوصلگی
- تحریک پذیری و عصبانیت
- بی ارادگی و بی‌خوابی
- فقدان قوه تشخیص و شناسایی
- سردرد توام با هذیان گویی و فقدان حافظه
- رفلکس عضلات و انقباضات توام با درد...

۵-۴-۳-۳. ناراحتی های قلبی

- اختلالات در کار عروق و تغییرات فشار خون
- اختلال در ریتم قلبی
- اختلال در گردش خون
- حالت سنکوپ
- پاره شدن دریچه های قلب
- انفارکتوس و لخته شدن خون در عروق مختلف بدن
- درد در ناحیه جلو قلب
- از بین رفتن بافت قلب
- فیبریلاسیون

۵-۴-۳-۴. ناراحتی‌های حسی

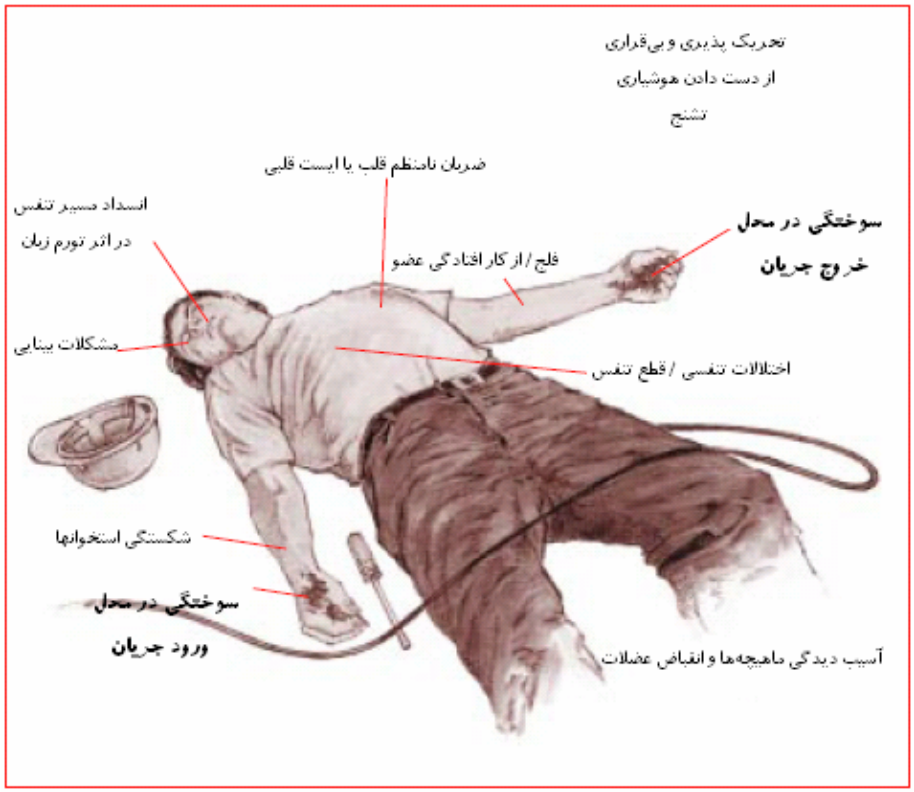
الف- ناراحتی مربوط به سیستم شنوایی شامل :

نقصان شنوایی – کری موقت یا دائم

ب- ناراحتی مربوط به سیستم بینایی شامل :

ورم ملتحمه – ورم شبکیه – عفونت چشم – آب مروارید سفید کـه حـداکثر ۶ ماه پس از برق گرفتگی پدیدار می گردد – ضعف بینایی – تورم عصب چشم .

در شکل۳ انواع آسیبهای محتمل ناشی از برق‌گرفتگی نشان داده شده است.



شکل۳. آسیبهای ناشی از برق‌گرفتگی

Reference: Electrical Safety-Injuries
http://www.penticton.ca/electrical/ElecticalSafety-Injuries.pdf

سایر صدمات و آسیب‌های ناشی از شوک الکتریکی عبارتند از:

- مشکلات تنفسی (انسداد مجاری تنفسی)

- مشکلات عفونی
- صدمات استخوانی در اثر سقوط
- انقباض عضلانی (آسیب عضلانی شانه و شکستگی استخوان در ناحیه گردن از شایع ترین صدمات ناشی از انقباض عضلانی می‌باشد)
- صدمات ارگان‌های داخلی بدن
- صدمه به چشم (کاتاراکت (آب مروارید) ناشی از صدمات الکتریکی ممکن است تا ۳ سال بعد از حادثه درچشم ایجاد گردد)

۵-۴-۴. مواجهه با برق‌گرفتگی

در هنگام وقوع یک حادثه الکتریکی موارد زیر را سریعاً به اجرا بگذارید:

- مدار را بدون برق کنید. (در هنگام حادثه آخرین چیزی که قطع می‌شود باید سیم اتصال زمین باشد.)
- شخص را از منبع انرژی جدا نمائید.
- مطمئن شوید که خودتان و قربانی حادثه در یک منطقه ایمن قرار دارید. (در تماس با هیچ منبع انرژی نباشید و جدا از سیم‌های قطع شده و افتاده)
- هرگز با دست خود قربانی را لمس نکنید و یا اقدام به جدا نمودن وی از کابل برق نکنید چون ممکن است شما نیز در معرض جریان قرار گرفته و آسیب ببینید.
- از یک چوب خشک، کمربند چرمی، لوله پلاستیکی یا چیزی شبیه به این کار رسانای جریان برق نمی‌باشد برای جدا نمودن منبع جریان از شخص استفاده کنید.
- برای کمک گرفتن فوراً با امور**HSE** و بهداری شرکت تماس بگیرید.
- قبلاً نحوه ارائه کمک‌های اولیه را فرا گرفته و جعبه کمک‌های اولیه را در محل کار تعبیه نمائید (جعبه کمک‌های اولیه باید همیشه در دسترس باشد)

- مصدوم را به حالت درازکش قرار داده و بدن او را گرم و در حالت راحت قرار دهید تا دیگر نیروهای امدادی خود را به محل برسانند.
- در مواردی که شخص دچار صدمه از ناحیه گردن یا کمر شده است به هیچ عنوان او را تکان ندهید.
- در مواردی که قربانی هوشیاری خود را از دست داده او را طوری در حالت درازکش قرار دهید که مایعات بدن وی جریان پیدا کند.
- مطمئن شوید که قربانی خدمات پزشکی را در حد تخصصی و عالی دریافت نموده است (به خاطر عوارض تأخیری ناشی از برق گرفتگی)

۵-۴-۵. امداد و نجات و کمکهای اولیه در برق گرفتگی

کمک‌های اولیه در سوختگی ناشی از برق

علاوه بر موارد کلی ذکر شده فوق لازم است موارد ذیل در مورد سوختگیهای ناشی از برق مورد توجه قرار گیرد:

- تنفس و ضربان قلب شخص را کنترل نمائید، تنفس دهان به دهان و احیای قلبی را در صورت نیاز انجام دهید.
- عوامل فشار به شخص مانند(کفش، کمربند و جواهرات) را از وی دور نمائید این وسایل می‌توانند موجب ادامه سوختگی و یا قطع جریان قطع خون در اعضا بدن شخص گردد (در صورت تورم عضو)
- قربانی را در حالت راحت قرار دهید، او را با یک پتو یا پارچه تمیز بپوشانید.
- شخص سوخته را برای دقایق کوتاهی با آب سرد کنید تا پوست به دمای عادی خود برگردد. هیچ کوششی برای خارج نمودن لباس‌هایی که دچار سوختگی شده است نکنید.
- اگر لباس‌های شخص در حال سوختن است، شخص را روی زمین بغلتانید به نحوی که آتش خفه شود.

- زخم‌های بدن قربانی را با پارچه تمیز بپوشانید.
- جهت کاهش تورم نقاط سوخته بدن وی را بالا نگاه دارید.

۵-۵.کار روی تجهیزات و خطوط برق‌دار

۵-۵-۱. کلیات

- انجام هر گونه، تبدیل، اصلاح و تغییر بر روی خطوط یا تجهیزات برق‌دار هنگامی مجاز خواهد بود که آن خطوط و تجهیزات برای انجام کار به صورت برق‌دار مناسب باشند.
- قبل از انجام هر نوع کار باید شرایط موجود از طریق انجام بازرسی ها یا آزمان های لازم تعیین گردد.
- خطوط و تجهیزات نیرو تا هنگامی که از طریق آزمون‌های لازم یا طریق مناسب دیگری بی برق تشخیص داده نشوند برق‌دار تلقی خواهند شد.
- قبل از انجام هر نوع کاری بر روی خطوط و تجهیزات یا در مجاورت آنها ولتاژ کار باید مشخص شود.

۵-۵-۲. فواصل مجاز

- هیچ کس مجاز نخواهد بود بدون استفاده از ابزار عایق مناسب با قسمت‌های برق‌دار تماس حاصل نموده و یا از اندازه ذکر شده در جدول شماره ۱ به قسمت های برق‌دار نزدیکتر شود مگر در یکی از موارد زیر :
  - افراد نسبت به قسمت های برق‌دار عایق شده یا در برابر آنها محافظت شده باشند. دستکش یا دستکش آستین دار یا وسائل حفاظتی دیگر که مناسب ولتاژ مورد نظر باشد به عنوان وسیله عایق کردن مورد قبول هستند.
  - قسمت برق‌دار نسبت به افراد یا هر نوع جسم هادی دیگری که ولتاژ آن با ولتاژ قسمت برق‌دار مورد بحث فرق دارد عایق و یا محافظت شده باشد.

- افراد نظیر مواقعی که برای کار کردن با دست لخت آماده شده‌اند نسبت به دیگر اجسام هادی عایق شده یا از آنها جدا بوده یا نسبت به آنها حفاظت شده باشند.

- حداقل فواص مجاز کار با حداقل فواصل مجاز کار با پرش [1] که در جدول شماره ۱ ذکر شده است باید دقیقاً رعایت شود. حداقل فاصله کار با پرش عایق فاصله ایست که افراد در موقع در دست داشتن پرش و یا لوازم عایق مشابه و انجام کاری روی خط یا تجهیزات برق‌دار با آن پیدا می کنند.
- از ابزارهای تکیه‌گاه و نگهدار هادی ها مانند پرشهای گیره ای [2] و کشش [3] و تکیه‌گاه مقره‌های کششی [4] به شرطی می توان استفاده نموده که فاصله مجاز حداقل به اندازه طول زنجیر مقره یا طول های داده شده در جدول شماره ۱ برای ولتاژهای کار مربوط باشد.

جدول شماره ۱ـ حداقل فواصل مجاز برای جریان متناوب

ولتاژ بین فازها (به کیلو ولت)	حداقل فاصله مجاز کار یا فاصله مجاز کار با پرش های عایق (به متر)
۱۱ و کمتر	۰/۶
بالاتر از ۱۱ تا ۲۳	۰/۷
۶۳	۰/۹
۱۳۲	۱/۰
۲۳۰	۱/۵
۴۰۰	۳/۵ *

* این فاصله را می توان کمتر گرفت به شرطی فاصله انتخاب شد از فاصله قسمت های برق‌دار خط تا قسمته های زمین شده کمتر نباشد.

[1] - Hotstick.
[2] -Linkstick.
[3] -Strain Carrier.
[4] - Insuiator cradle.

- حداقل فواصل مجاز هوایی برای کارروی خطوط و تجهیزات برق‌دار با دست لخت باید با جدول شماره ۲ مطابقت نماید. حداقل فواصل فوق الذکر باید بین وسیله هوایی (سبد) و وسائل زمین شده و همچنین بین وسیله هوایی و خطوط و تجهیزاتی که ولتاژ آنها با ولتاژ وصل شده به سبد فرق دارد حفظ شود مگر آن که اجسام زمین شده یا خطوط و تجهیزاتی که در فوق ذکر شده است با حفاظ های عایق پوشیده شده باشد.
- حداقل فواصل مجاز هوایی مورد نظر را باید در موقع نزدیک شدن، دور شدن و در موقع وصل بودن سبد به خط برق‌دار نیز مراعات نمود.
- در موقع نزدیک شدن به یک مدار برق‌دار یا دور شدن از آن یا انجام اتصال بین سبد و مدار، فواصل داده شده در جدول شماره ۲ باید بین کلیه قسمت های عایق شده دیرک بالابر و هر نوع قسمت های زمین شده دیگر (شامل قسمت زیرین دیرک و خودرو) رعایت شود.
- در موقع استقرار سبد دیرک بالابر در نزدیکی یک مقره میخی برق‌دار یا یک زنجیره از مقره‌های بشقابی برق‌دار حداقل فاصله بین کلیه قسمت‌های سبد و انتهای زمین شده مقره یا زنجیره باید بر طبق جدول شماره ۲ رعایت شود.
- استفاده از هر نوع وسیله‌ای (مانند طناب و غیره) برای بالا کشیدن لوازم از زمین به سبد یا دیرک ممنوع می باشد.

جدول شماره ۲ ـ حداقل فواصل هوایی مجاز کار بریو خطوط برق‌دار با دست لخت برای جریان متناب

ولتاژ بین فازها به کیلو ولت	فاصله به متر برای ولتاژ حداکثر	
	فاز به زمین	فاز به فاز
۱۱ و کمتر	۰/۶	۰/۶
بالاتر از ۱۱ تا ۳۳	۰/۷	۰/۷
۶۳	۰/۹	۰/۹
۱۳۲	۱/۰	۱/۵
۲۳۰	۱/۵	۲/۵۰
۴۰۰	❋ ۳/۵	❋ ۶/۰

* این فاصله را می توان کمتر گرفت به شرطی که فاصله انتخاب شده از فاصله قسمت های برق‌دار تا قسمت های زمین شده کمتر نباشد.

- جدول حداقل فواصل هوایی مجاز کار بر روی خطوط برق‌دار با دست لخت (جدول شماره ۲) باید بر روی صفحه ای از ماده غیر هادی و با دوام چاپ و در داخل سبد یا حوالی آن به نحوی که به وسیله اپراتور دیرک قابل دیدن باشد نصب گردد.
- برای کنترل حداقل فواصل هوایی مجاز کار بر روی خطوط برق‌دار باید از میله های اندازه گیری از جنس عایق استفاده شود.

۵-۵-۴. تجهیزات ایمنی

- تجهیزات ایمنی مورد استفاده باید با استاندارد مطابقت داشته و نکات زیر در مورد آنها رعایت شود.
  - وسائل ایمنی لاستیکی باید قبل و بعد از استفاده مورد بازرسی قرار گیرد.
  - دستکش های لاستیک باید برای حصول اطمینان از سالم بودن آنها قبل و بعد از استفاده با هوای فشرده مورد آزمون قرار گیرند.
  - کلاه حفاظتی باید با استاندارد مطابقت داشته و در موقع کار در کارگاه‌هایی که خطر سقوط اجسام برق گرفتگی یا سوختگی وجود دارد توسط کارگران مورد استفاده قرار گیرد.
- هنگام کار در بالای تیرها، برجها و دیگر تأسیسات باید از کمربندهای مجهز به طناب و تسمه حفاظتی استفاده شود مگر این که استفاده از کمربند تولید خطر بیشتری از نظر ایمنی افراد در برابر سقوط اجسام، برق گرفتگی یا سوختگی نماید.
- کمربندها و طناب‌های حفاظتی باید با استاندارد مطابقت داشته باشد. از کمربند می توان به عنوان نگهدارنده ابزار نیز استفاده نمود (علاوه بر مورد استفاده اصلی آن که تأمین حفاظت کارگر می باشد)
- کمربندها باید فاقد هر نوع حلقه و قلاب فلزی اضافی(جز آنچه در استاندارد ذکر شده است باشند)

- قبل و بعد از استفاده از کمربندها و طناب های ایمنی باید برای حصول اطمینال از بی عیب بودن، آنها را مورد بازدید قرار داد.
- به طناب های ایمنی نباید نیروی ضربه ای وارد ساخت و از آن باید فقط برای عملیات نجات اضطراری مانند پایین آوردن افراد استفاده نموده چنین طناب هایی باید حداقل به قطر ۱۷ میلی متر بوده و از ۳ یا ۴ رشته کنف درجه یک یا معادل آن از نظر دوام و استقامت (۱۷۷۰ نیوتن یا ۱۳۰۰ کیلوگرم نیرو) تهیه شده باشد.
- طناب های معیوب باید تعویض شود.

۵-۵-۵. سایر تجهیزات

- نردبان‌های قابل حمل فلزی یا از جنس هادی دیگر نباید در مجاورت خطوط یا تجهیزات برق‌دار مورد استفاده قرار گیرد مگر در مورد کارهای اختصاصی نظیر کار در پستهای فشار قوی که در آنها نردبان‌های عایق ممکن است از نردبان‌های هادی خطر بیشتری را به وجود آورند.
- نردبان‌های هادی باید به وضوح علامت‌گذاری شده و کلیه احتیاط های لازم در موقع استفاده اختصاصی از آنها به عمل آید.
- نردبان‌های قلاب‌دار و تجهیزات مشابه آن که در بهره برداری از تأسیسات مورد استفاده قرار می‌گیرد باید به طرز مطمئنی محکم شود تا از تغییر مکان تصادفی آن جلوگیری به عمل آید.
- برای کار روی خطوط برق‌دار باید فقط از پرش‌هایی که دارای گواهی کارخانه سازنده برای ایستادگی در شرایط زیر می باشد استفاده شود.
  - ۱۰۰۰۰۰ ولت برای هر ۰/۳ متر طول به مدت ۵ دقیقه در مورد ابزار ساخته شده از پشم شیشه یا
  - ۷۵۰۰۰ ولت برای هر ۰/۳ متر طول به مدت ۳ دقیقه در مورد ابزار ساخت شده از چوب.

- پرش‌های فاقد گواهی کارخانه سازنده که مشخصات آن به موجب آزمون طبق پرشهای بالا باشد نیز می تواند مورد استفاده قرار گیرد.
- کلیه لوازم خطوط برق‌دار باید قبل از استفاده مورد بازرسی قرار گیرند. بلافاصله قبل از استفاده از ابزار باید آن را با پارچه یا مواد مشابه تمیز کرده و در صورت مشاهده هر نوع عیب آن را از کار خارج نمود.
- مترها یا نوارهای اندازه‌گیری فلزی یا دارای الیاف هادی نباید در موقع کار در روی خطوط برق‌دار یا در مجاورت آنها مورد استفاده قرار گیرد.ک
- کلیه ابزارهای هیدرولیک که بر روی خطوط یا تجهیزات برق‌داری که در حوالی آنها مورد استفاده قرار می گیرد باید مجهز به لوله هایی از جنس عایق بوده و تحمل فشار آن کافی برای کار عادی دستگاه باشد. مقررات مخصوص این نوع دستگاه ها نیز باید رعایت شود.
- کلیه ابزارهای بادی که بر روی خطوط و تجهیزات برق‌دار یا در اطراف مورد استفاده قرار می‌گیرد باید:
  - مجهز به لوله هایی از جنس عایق بوده و تحمل فشار آن کافی برای کار عادی دستگاه باشد.
  - دارای دستگاه جمع آوری رطوبت بر روی کمپرسور باشد.
- قبل از استفاده از تجهیزات مکانیکی لازم است آنها را برای حصول اطمینان از کارآیی مورد بازرسی قرار داد.
- در شروع هر نوبت کار برای اطمینان از این که تجهیزات در وضعیت مناسب کار می‌باشد لازم است کار ترمزها و سیستم های عملیاتی مورد آزمون قرار گیرد.
- هیچ یک از کارکنان حق استفاده از تجهیزات موتوری خودرو را که دید عقب آن مسدود شده باشد نخواهد داشت مگر این که :

- خودرو دارای وسیله خبر سمعی برای حرکت به طرف عقب بوده و صدای آن در محیط اطـراف قابـل شنیدن باشد؛ یا
- خودرو فقط با راهنمایی فرد دیگری به طرف عقب حرکت نماید.

- در موقع کار در حوالی خطوط یا تجهیزات برق‌دار، خودروهای مجهـز بـه دیـرک بـالابر بایـد از نظـر الکتریکی به زمین وصل شده یا در اطراف آن حصار و مانع به منظور جلوگیری از تماس افراد به‌وجود آید و یا به منظور کار مورد نظر از زمین عایق شود.
- اگر فرد یا افرادی که در سبد قرار دارند در وضعتی باشند که خط یا تجهیزات برق‌دار در دسترس آنها بوده و با وسائل عایقی محفوظ نشده باشد نباید هیچ نوع مصالح یا تجهیزات دیگری بین تیر یا برج یا تأسیسات مشابه و سبد دیرک رد و بدل شود.
- به جز لوازم و ابزارهای مخصوص کار روی خطوط و تجهیزات بـرق‌دار سـایر لـوازم و ابزارهـا نبایـد از مقادیر داده شده در جدول شماره ۱ به قسمت های برق‌دار نزدبک‌تر شود مگر در موارد زیر:
  - حصار عایقی بین قسمت برق‌دار و تجهیزات مکانیکی نصب شده باشد.
  - تجهیزات مکانی زمین شده باشد، یا
  - تجهیزات مکانیکی عایق شده باشد، یا
  - تجهیزات مکانیکی برق‌دار تلقی گردد که در آن صورت نکات ایمنی مربـوط لازم الاجـرا خواهد بود.

۵-۵-۶. اتصال به زمین

- در موقع برقراری اتصال زمین برای کار روی خطوط برق‌دار و بی برق ابتدا بایـد انتهـای مربـوط بـه زمین وصل شود، سپس انتهای دیگر با استفاده از وسایل مناسب وصل و یا قطع گردد.
- در موقع برچیدن اتصال زمین باید اول وسیله اتصال زمین با استفاده از وسایل مناسب از خطوط یـا تجهیزات باز شود.

- به منظور رفع خطر از کارکنان و حصول اطمینان از سرعت عمل وسایل حفاظتی باید در موقع استفاده از الکترودهای زمین مقاومت زمین آنها به حد کافی پایین باشد.
- اتصال زمین از طریق برجها باید با استفاده از بست مخصوص برج که قادر به هدایت جریانهای اتصالی پیش بینی شده باشد عمل گردد.
- یک هادی اتصال زمین که به زمین برج یا الکترود زمین وصل می‌شود باید قادر به هدایت جریان‌های اتصالی پیش‌بینی شده بوده و حداقل قابلیت هدایت آن معادل یک هادی از جنس مس به مقطع ۳۵ میلی متر مربع باشد.
- قبل از اقدام به صعود از تیرها، نردبان‌ها، داربست‌ها و سایر تأسیسات مرتفع مشابه باید بررسی لازم از نظر تعیین مقاومت آنها در برابر نیروهای اضافی یا اهرمی که بر آنها وارد خواهد شد به‌عمل آید.
- در مواردی که ممکن است صعود از تیرها یا تأسیسات مشابه ایمن نباشد قبل از اقدام به عمل، باید آنها را از طریق مهار کردن، حائل کردن یا روش های قابل قبول دیگر ایمن نمود.
- قبل از نصب یا برچیدن هادی یا کابل، نیرویی که بعداً بر تیرها یا تأسیسات مشابه وارد خواهد شد باید مورد توجه قرار گرفته و اقدام لازم جهت جلوگیری از انهدام اجزاء یا اشیاء حامل نیرو به عمل آید.
- در مواقع کاشتن، حمل یا کندن تیرها از زمین در نزدیکی خطوط یا تجهیزات برق‌دار به کمک جرثقیل دیرک، سه پایه یا سایر وسائل مکانیکی باید احتیاط لازم برای جلوگیری از تماس این وسائل یا خطوط یا تجهیزات به عمل آید مگر در مواردی که کار بر روی خطوط برق‌دار با دست لخت انجام شده و یا از حصارها یا سایر لوازم حفاظتی استفاده شود.
- جز در مواردی که از تجهیزات حفاظتی متناسب با ولتاژ مورد عمل استفاده شود، کارکنانی که روی زمین قرار دارند باید از تماس با ماشین آلات و تجهیزاتی که در نزدیکی خطوط یا تجهیزات برق‌دار قرار دارند خودداری نمایند.

- تجهیزات بالابر باید به نحو مطمئن و مؤثری به زمین وصل شود در غیر این صورت این تجهیزات برق‌دار تلقی شده و باید در موقع استفاده از آنها در نزدیکی خطوط یا تجهیزات برق‌دار در اطراف آن حصارها و موانعی به وجود آورد.
- طنابهایی که در نزدیکی خطوط برق‌دار مورد استفاده قرار می‌گیرند باید از جنس غیر هادی باشند.

۵-۵-۷. شرایط عملیاتی

- موقع کار در شب باید چراغهای پروژکتوری یا چراغهای قابل حمل بر حسب مورد برای انجام کار و دراختیار کارکنان گذارده شود.
- هنگام کار بر فراز یا در نزدیکی آب و در موقعی که خطر غرق شده وجود دارد باید اقدامات حفاظتی برای جلوگیری از غرق شدن به عمل آید.
- کلیه مایعات مورد استفاده در قسمت های عایق کامیون های بالابر یا لوازم هیدرولیک که در حوالی یا بر روی خطوط یا تجهیزات برق‌دار مورد استفاده قرار می‌گیرند از نوع عایق باشد.
- در موقع سوار کردن برجها به کمک تجهیزات بالابر در نزدیکی خطوط انتقال برق‌دار، در صورتی‌که ممکن باشد باید خطوط را بی‌برق نمود. چنانچه انجام این کار عملی نباشد باید مواظبت شدیدی در حفظ حداقل فواصل مجاز لازم طرق جدول شماره ۱ فصل اول به عمل آید.
- هنگام وزیدن بادهای شدید یا تأثیر سایر عوامل طبیعی غیر عادی که سبب ایجاد خطرات بیشتری می شود باید عملیات را جز در موارد تعمیرات اضطراری متوقف نمود.
- جهت حصول اطمینان نسبت به رعایت فواصل مجاز در موقع حرکت دادن تجهیزات در زیر یا نزدیکی خطوط برق‌دار لازم است فرد مسؤول تعیین شود.
- کلیه کارکنان قبل از اینکه به آنها اجازه کار بر روی خطوط برق‌دار با روش دست لخت داده شود، باید در زمینه کار با دست لخت و رعایت مقررات ایمنی مربوطه آموزش دیده و تمرین کرده باشند.
- قبل از استفاده از روش کار با دست لخت بر روی خطوط یا اجزاء برق‌دار فشار قوی باید مراتب زیر مورد بررسی قرار گیرد :

- ولتاژ کار مداری که باید عملیات بر روی آن انجام شود.
- فواصل آزاد مجاز خطوط و دیگر قسمت های برق‌دار که کار بـر روی آن از زمـین انجـام خواهد شد.
- حدود ولتاژ مجاز کار تأسیسات بالابر

- فقط از تجهیزاتی که به منظور کار با دست لخت بر روی خطوط برق‌دار طرح، ساخته و آزمایش دشه باشد باید استفاده شود.
- کلیه علمیات باید به وسیله فردی که به منظور کار با دست لخت آموزش دیده و برای انجام این کـار مهارت لازم را کسب کرده باشد حضوراً نظارت گردد.
- وسایل خودکار وصل مجدد کلیدهای قطع مدارها را در مواردی که عملی باشد باید قبل از شروع کـار بر روی خطوط یا تجهیزات برق‌دار از کار انداخت.
- چنانچه احتمال وقوع رعد و برق در محل کار وجود داشته باشد عملیات مربوطه باید متوقف شود.
- در سبد وسیله بالابر برای اتصال قسمت عایق شده به خط یا تجهیزات برق‌دار باید پوسته‌ای از جنس هادی یا وسیله هادی مناسب دیگری تعبیه گردد :
  - کارکنان باید با استفاده از کفش‌هایی از جنس هادی با بستهای ساق پا یا طریقه مناسب دیگری به پوسته سبد وصل گردند.
  - در موارد لزوم با توجه به ولتاژ کار باید از پرده الکترواستاتیک مناسـب یـا لبـاس هـادی استفاده شود.
- قبل از اینکه کارکنان با قسمت برق‌داری که بر روی آن کار خواهد شد تماس حاصل نمایند، پوسته هادی سبد باید به طور مطمئنی به قسمت برق‌دار متصل شده و تا خاتمه کـار بـر روی آن قـسمت باقی بماند.
- فقط از ابزار و تجهیزاتی که به منظور کار با دست لخت بر روی خطوط برق‌دار پیش بینی شده باید استفاده گردد و این ابزار و تجهیزات باید به صورتی تمیز و خشک نگهداری شود.

- قبل از بلند کردن دیرک وسیله بالابر، پایه های حایل خودروی مربوطه باید به منظور حفظ تعادل و تحکیم آن تنظیم شده و بدنه خودرو به نحو مطمئن و مؤثری به زمین وصل شود. در صورتی که اتصال زمین عملی نشود باید در اطراف خودرو موانع حفاظتی احداث شود و خودرو جزء تجهیزات برق‌دار تلقی گردد.
- قبل از قرار دادن دیرک بالابر در وضع کار باید کلیه کنترل ها (چه در خودرو و چه در سبد) مورد بازدید و آزمون قرار گیرند تا بی نقص بودن آنها محرز شده و اطمینان حاصل شود که آماده به کار می باشند.
- هر روز قبل از شروع کار یا در هر بار در طول روز که قرار است بر روی ولتاژ بالاتری کار شود یا تغییر شرایط کار انجام آزمون اضافی را لازم سازد باید آزمون تعیین جریان نشت دیرک به عمل آید. سبدهای هوایی که برای کار با دست لخت بر روی خطوط برق‌دار مورد استفاده قرار می گیرند باید تحت آزمون جریان نشت قرار گیرند. آزمون به این ترتیب اجرا می شود که سبد را به مدت حداقل ۳ قدیقه در تماس با منبعی که ولتاژ آن مساوی ولتاژی است که بر روی آن کار خواهد شد قرار می دهند جریان نشت نباید از ۱ میکرو آمپر به ازاء هر کیلو ولت (ولتاژ اسمی فاز به فاز)تجاوز نماید. درصورت مشاهده هر نوع ایرادی در کار تجهیزات، عملیات مربوطه باید فوراً متوقف گردد.
- کلیه وسایل بالابری که در عملیات مربوط به کار با دست لخت بر روی خطوط یا تجهیزات برق‌دار مورد استفاده قرار می‌گیرند باید دارای فرمان مضاعف (درپائین و بالا) طبق بندهای ذیل باشند.
  - دسترسی به فرمان های بالایی باید برای کارکنان واقع در سبد به سادگی عملی باشد اگر از دستگاه بالابری که مجهز به دو سبد است استفاده شود فرمان ها باید به سادگی از هر دو سبد قابل دسترسی باشند.
  - فرمان های پائین باید در نزدیکی ته دیرک قرار گرفته و از نظر صدور فرمان نسبت به فرمان های بالایی اولویت داشته باشند. به طوری که به توان در هر موقع حتی وقتی که

فرمان های بالا در حال عمل کردن می باشند از پایین دستورات آنها را لغو و به دلخـواه عمل نمود.

- استفاده از فرمان های پایین دیرک جز در موقعی که فرد واقع در سبد اجازه این کار را داده باشد یا در مواقع اضطراری ممنوع است.
- در سبد وسیله بالابر جز سیم های اتصال (جامپر) یا مفتول های تسلیح یـا ابـزار کـار نبایـد هیچـی شیئی دیگری از جنس هادی که طول آن بیش از ۰/۹۲ متر است وجود داشته باشد.
- طناب هایی از جنس غیر هادی را می توان بین خط و زمین به شرطی کـه کمـک سـبد نگهـداری نشوند، مورد استفاده قرار داد.
- سبد و قسمت بالایی دیرک عایق نباید به منظور بلند کردن یا نگهداشتن بار تحت نیروهایی بیش از نیروی توصیه شده به وسیله سازنده قرار گیرد.

۵-۶. ایمنی در کار با برق فشار قوی

۵-۶-۱. کلیات

خطارت وعواقب برق فشار قوی مهلک تر و شدیدتر از خطرات و عواقب برق فشار ضـعیف اسـت. بنـابراین آنچه سبب متمایز ساختن خطرات برق فشار قوی از خطرات برق فشار ضعیف می شود عبارتند از :

- ایجاد برق گرفتگی بدون نزدیک شدن به تجهیزات حامل برق فشارقوی
- سوختگی شدید بدن
- پارگی عروق و خونریزی شدید
- ابتلابـه سـرطان در اثـر برخـورد بـا حـوزه هـای شـدید ناشـی از میـدا ن الکتریکـی و الکترومغناطیسی
- آتش سوزی و انفجار شدید که منجر به تلفات جانی و مالی می شود.
- طولانی شدن توقف خطوط تولید و تحمیل شرر و زیان

۵-۶-۲. عوامل منجر به حوادث برق فشار قوی

- عدم برنامه ریزی لازم
- عدم گرفتن اجازه کار (پرمیت)
- عدم گرفتن خاموشی بر روی خط و تجهیزات
- عدم آزمایش خط و تجهیزات و اطمینان از بی برق بودن آنها
- عدم اتصال زمین کردن موقت خط و تجهیزات
- عدم رعایت دستورالعمل های ایمنی در ارتباط با کار روی خطوط و تجهیزات برق فشار قوی
- عدم استفاده از لوازم ایمنی فردی
- عدم استفاده از لوازم ایمنی گروهی
- استفاده از لوازم و تجهیزات غیر استاندارد
- استفاده از وسایل و سیستم های حفاظتی نامناسب و غیر مطمئن

بررسی ها نشان داده است که حوادث ناشی از برق بسیار جدی است و تقریباً در هر ۳۰ حادثه برقی ، یک حادثه منجر به فوت وجود دارد؛ در صورتی که در حوادث غیر برقی ، در هر ۶۰۰ حادثه ، یک حادثه منجر به فوت مشاهده می شود.

۵-۶-۳. زیان های ناشی از حوادث برق فشار قوی

۵-۶-۳-۱. زیانهای **انسانی ناشی از حوادث برق فشار قوی**

- درد و رنج
- فشارهای روحی
- کاهش در آمد

- مخازن اضافی
- از دست دادن توانایی انجام بعضی از کارها
- وابستگی بیشتر به متعلقان(خانواده ، دوستان و همکاران)
- از دست دادن توانایی انجام بعضی از فعالیت های ورزشی و اجتماعی
- احتمال معلول شدن
- از دست دادن زندگی

۵-۶-۳-۲. زیانهای **اقتصادی کارفرما ناشی از حوادث برق فشارقوی**

- از دست دادن نیروهای ماهر و با تجربه
- کاهش تولید
- کاهش در آمد بر اثر عدم کارکرد فرد مصدوم
- هزینه آموزش و تربیت مجدد شخص مصدوم یا جایگزین او
- تلفات زمان ناشی از تاثیر حادثه بر روحیه بقیه کارکنان
- هزینه تعمیر یا تعویض دستگاهها و تجهیزات آسیب دیده
- افزایش حق بیمه در بعضی از موارد
- پرداخت حقوق به ناظرین برای نظارت بیشتر به دلیل حادثه
- مخازن تحقیق و رسیدگی حادثه به وسیله کارشناسان
- مخارج درمان فرد حادثه دیده

۵-۶-۳-۳. زیانهای **اجتماعی ناشی از حوادث برق فشارقوی**

- وابستگی بیشتر به جامعه و استفاده از خدمات آن
- تحمیل هزینه یا بار مالی بر ارگانهای متولی خدمات درمانی و پزشکی
- پرداخت خسارت نقص عضو یا از کار افتادن احتمالی فرد

- از دست دادن یک فرد با تجربه (یکی از عوامل پیشرفت و ترقی هرجامعه ، نیـروی انسانی و تولید است.)

۵-۶-۴. تجهیزات ایمنی هنگام کار با برق فشار قوی

۵-۶-۴-۱. لوازم ایمنی فردی هنگام کار با برق فشار قوی

- لباس کار
- کفش کار
- کلاه ایمنی
- دستکش فشارقوی
- کمربند ایمنی

۵-۶-۴-۲. لوازم ایمنی گروهی هنگام کار با برق فشار قوی

- فازمتر دوبل
- فازمتر لامپی یا آژیردار
- چوبهای رابط (Insulated Sticks)
- فرش و زیر پایی عایق
- تفنگ پرتاب سیم

تفنگ آزمایش خط جهت آزمایش خط و اطمینان از بی برقی خطوط هـوایی بـه کـار مـی رود و معمولاً دارای یک تیر یا نیزه ، یک قرقره سیم فولادی نازک و سبک و یک تفنگ فولادی است. برد این تفنگ به وسیله پیچی که برروی آن تعبیه شده ، قابل تنظیم است.

طریقه استفاده :

۱. نصب الکترود اتصال زمین نزدیک شبکه و اتصال سیم فولادی به آن
۲. پهن کردن سیم فولادی در زیر شبکه و اتصال سردیگر آن به تیر تفنگ

۳. قرار دادن تیر در تفنگ و شارژ آن با فشار دادن سر آن بر زمین

۴. تفنگ را روی شانه قرار داده ، با زاویه ۴۵ درجه رو به شبکه و پشت به بـاد شـلیک کنید ، طوری که سیم تفنگ روی هر سه فاز بیفتد.

- **موارد ایمنی مربوط به تفنگ آزمایش خط**

– در مناطق داخل شهر و محل های شلوغ از تفنگ آزمایش خط استفاده نکنید.

– برای آزمایش بر روی خطوط دو مداره که یکی از مدارهای آن برقدار است ، به کار نبرید.

– نباید تفنگ را سهواً یا عماً در حالی که پُر است ، به طرف کسی تشابه گرفت.

– در مواقع عدم استفاده از عدم استفاده از تفنگ ، نباید آن را پر کرد.

– در صورتی که تفنگ سهواً پُر شده است ، بلا فاصله نیزه را از آن خارج کنید.

– بدون اتصال سیم فولادی به الکترود اتصال زمین ، مبادرت به شلیک تفنگ به طرف خطـوط هوایی نکنید.

۵-۶-۴-۳. وسایل اتصال زمین موقت هنگام کار روی خطوط هوایی سرد یا بی برق

پس از اطمینان از بی برقی خطوط در شرایطی که هنوز سیم تفنـگ بـر روی خطـوط قـرار دارد ، گـروه اجرایی بایستی دو طرف حوزه کاری را اتصال زمین موقت کند.

قبل از اتصال زمین به وسیله فازمتر یا ولت متر، از قطع برق در خطوط اطمینان حاصل کنید.

برای باز کردن اتصال زمین موقت ، ابتدا گیره یا اتصال سیم های فاز و سپس گیره سیم زمین را بـاز کنید.

۵-۶-۴-۴. وسایل کار با خطوط گرم

– روکش های ایمنی

– روکش ایمنی سیم

– روکش ایمنی سر تیر

– روکش ایمنی مقره

- روکش ایمنی کنسول
- روکش ایمنی گیره و مقره های انتهایی

۵-۶-۴-۵. آزمایش تجهیزات

تجهیزات کاری باید مطابق با جداول ذیل مورد آزمایش قرار گیرند:

نام وسیله ایمنی	ولتاژ کار	ولتاژ آزمایش	دوره آزمایش
میله های عایق	تا ۱۱۰ کیلو ولت	سه برابر ولتاژ نامی و حداقل ۴۰ کیلو ولت	هر دو سال
میله های اندازه گیری	تا ۱۱۰ کیلو ولت	سه برابر ولتاژ نامی و حداقل ۴۰ کیلو ولت	هر یک سال
انبردست های عایق	تا ۳۵ کیلو ولت	سه برابر ولتاژ نامی و حداقل ۴۰ کیلو ولت	هر دو سال
انبردست های عایق	تا ۱۰۰۰ ولت	۲ کیلو ولت	هر دو سال
آمپرهای چنگکی	تا ۱۰ کیلو ولت	سه برابر ولتاژ نامی و حداقل ۴۰ کیلو ولت	هر یک سال
آمپرهای چنگکی	تا ۶۰۰ ولت	۲ کیلو ولت	هریک سال
نشاندهنده های ولتاژ (فازمتر) الف: قسمت عایق	تا ۱۱۰ کیلو ولت	سه برابر ولتاژ نامی و حداقل ۴۰ کیلو ولت	هر یک سال

نام وسیله ایمنی	ولتاژ کار	ولتاژ آزمایش	دوره آزمایش
ب: خود نشان دهنده	تا ۱۰۰ کیلو ولت	۴۰ کیلو ولت	هریک سال
لوله با مقاومت اضافی جهت تعیین فاز	۲ تا ۶ کیلو ولت	۶ کیلو ولت	هریک سال
	۱۰ کیلو ولت	۱۰ کیلو ولت	هریک سال
نشاندهنده های ولتاژ	تا ۵۰۰ ولت	۲ کیلو ولت	هریک سال
وسائل عایق کننده ای که جهت انجام کارهای تعمیزاتی (تحت ولتاژ) به کار می رود	تا ۱۱۰ کیلو ولت	۱/۵ کیلو ولت برای هر سانتیمتر از طول قسمت عایق کننده و در مجموع نباید کمتر از سه برابر ولتاژ فاز باشد	هریک سال

ابزارهای دسته عایق	تا ۱۰۰۰ ولت	۲ کیلو ولت	هریک سال
دستکشهای لاستیکی عایق	بالای ۱۰۰۰ ولت	۶ کیلو ولت	هر شش ماه

نام وسیله ایمنی	ولتاژ کار	ولتاژ آزمایش	دوره آزمایش
چکمه های لاستیکی عایق	تا ۱۰۰۰ ولت	۲/۵ کیلو ولت ۱/۵ کیلو ولت	هر شش ماه هر سه ماه
گالش های لاستیکی عایق	تا ۱۰۰۰ ولت	۳/۵ کیلو ولت	هر یک سال
فرشها و زیر پائیهای لاستیکی عایق	بالای ۱۰۰۰ ولت	۱/۵ کیلو ولت	هر دوسال
زیرپائی عایق	تا ۱۰ کیلو ولت	۴۰ کیلو ولت	هر دو سال

۵-۶-۵. دستورالعمل عمومی برقکاران فشارقوی

- برقکاران موظفند هنگام کار تمام اشیاء فلزی شخصی خود را از خود دور کنند.
- برقکاران موظفند قبل از شروع انجام کار ، کمکهای اولیه را مطابق استاندارد فرا گیرد.
- در مدت زمان انجام کار گروه تعمیرات روی تجهیزات الکتریکی ، وسیله نقلیه گروه بایستی در محل آماده باشد.
- هنگام کار در شب باید نور به حدی باشد که کار به راحتی انجام پذیرد.
- هنگام حضور سرپرست گروه در محل کار الزامی است.
- هرگونه تغییری در لوازم ایمنی استاندارد شده ممنوع است.
- قطع و وصل مدار به صورت غیر استاندارد و به هر روش سلیقه ای شخصی ممنوع است.

- استفاده از لوازم ایمنی فردی و گروهی فرسوده یا معیوب ممنوع است.
- هنگام بستن اتصال زمین موقت ، باید ابتدا گیره یا بست اتصال زمین به میله یا الکترود زمین و سپس به هادی های شبکه وصل شود.
- روش باز کردن وسایل اتصال زمین ، عکس روش بستن آن است.

۵-۷. الکتریسیته ساکن

۵-۷-۱. خطرات الکتریسته ساکن

- خطر برق گرفتگی
- ایجاد انفجار و اشتعال در محیط های مستعد در اثر دشارژ بارهای استاتیک
- ایجاد تداخل الکترومغناطیسی در تجهیزات حساس مخابراتی و الکترونیکی حاصل از دشارژ بارهای استاتیک .
- خطر سقوط افراد از بلندی بدلیل عکس العمل دشارژ بارها
- غیر یکنواختی تار و پود منسوجات
- چسبیدن تولیدات به سطوح مختلف، کانال ها و غیره افزایش اصطکاک
- خرابی اجزاء حساس الکترونیک
- از دست رفتن داده های با ارزش در تماس دست

۵-۷-۲. منابع ایجاد الکتریسته ساکن

۵-۷-۲-۱. روش های کلی تولید الکتریسیته ساکن

کلیه اجسام می توانند به روش های زیر دارای الکتریسیته ساکن شوند :

- در اثر تماس یا قطع تماس با یکدیگر
- در اثر وارد آمدن فشار یا اعمال کشش به آنها .

- در اثر گرم یا سرد شدن .
- در اثر خرد شدن .
- در اثر تبخیر شدن .
- در اثر سایش و اصطکاک .
- در اثر القاء

۵-۷-۲-۲. منابع تولید الکتریسیته ساکن در صنایع

الکتریسیته ساکن در صنایع به روش های زیر تولید می شوند :

- حرکت تسمه های انتقال مواد و نیرو
- تردد وسایل نقلیه بر روی سطح عایق
- استفاده از لاستیک وسایل نقلیه
- تولید و حرکت توده های گرد و غبار
- جاری شدن مایعات از شیلنگ ها، لوله ها و کانال ها به داخل تانک ها و مخازن
- جریان مایعات با مقاومت الکتریکی نسبتاً زیاد، مخصوصاً در صنایع پتروشیمی
- ته نشین شدن مواد غیر قابل ترکیب در مخازن
- عملیات تصفیه در برخی از مایعات
- خارج شدن گاز از مایع
- جمع شدن بارهای الکتریکی بر روی بدن انسان
- جریان گاز از روزنه ها
- سندبلاست
- آسیاب مواد

میزان بار الکتریکی پودرهای عالی در پروسه های صنعتی به ازای تولید هر کیلوگرم پودر

بار الکتریکی بر حسب کولمب	مرحله تولید
۲×۱۰^{-۹} -۲×۱۰^{-۱}	الک کردن
۲×۱۰^{-۹}-۲×۱۰^{-۱}	ریختن
۲×۱۰^{-۷} -۲×۱۰^{-۹}	تسمه انتقال
۲×۱۰^{-۶} -۲×۱۰^{-۷}	تراشیدن
۲×۱۰^{-۴} -۲×۱۰^{-۷}	تبدیل به ذره کردن

۵-۷-۳. ایمنی الکتریسته ساکن

۵-۷-۳-۱. کلیات

- استفاده اجباری از کفش ها و کف پوش ها با مقاومت الکتریکی کم بمنظور جلوگیری از تجمع بارهای الکتریکی. این وسایل معمولاً دو نوع هستند:
  - نوع هادی که حفاظت در برابر الکتریسیته ساکن را تامین می کند، اما برای جریان های الکتریکی ناشی از اتصال کوتاه و اتصال بدنه مناسب نیستند .
  - نوع ضد الکتریسیته ساکن، که معمولاً از مواد پلیمر ساخته می شوند و بایستی حداقل سالی دوبار مورد آزمایش قرار گیرند .
- همبندی کلیه تجهیزات و اتصال زمین آنها .
- مرطوب سازی یا افزایش درصد رطوبت نسبی، بخصوص در صنایع نساجی .
- استفاده از تخلیه گرهای الکترواستاتیک یا ایجاد یونیزاسیون یک محیط، بمنظور کاهش مقاومت الکتریکی و افزایش قابلیت هدایت الکتریکی آن، برای عبور و تخلیه بارهای الکتریکی است . هنگام استفاده از این روش موارد زیر رعایت شود :
  - حصول اطمینان از اینکه عمل یونیزاسیون، خود باعث جرقه و آتش سوزی نشود .

- بین سرعت تشکیل یون ها و سرعت ایجاد بارهای الکتریکی، هماهنگی برقرار باشد.
- هنگام استفاده از وسایل یونیزاسیون رادیو اکتیو، اصول علمی حفاظت در مقابل پرتوهای یونساز مدنظر باشد .

- افزودن مواد هادی به مواد غیر فلزی، بمنظور کاهش مقاومت الکتریکی و افزایش هدایت الکتریکی، تا از تراکم بارهای الکتریکی جلوگیری شود .
- کاهش مقاومت الکتریکی مایعات، مخصوصاً در برخی صنایع بوسیله اضافه کردن عوامل یونیک، مثلاً افزودن ۲ppm الی ۱۰ppm مواد کاهنده مقاومت الکتریکی مانند ASA_3 برای کاهش مقاومت الکتریکی مایعات هیدروکربن .
- برای جلوگیری از خطر اشتعال در اثر جرقه های ناشی از الکتریسیته ساکن در محیط های مساعد برای اشتعال باید پیش گیری های زیر را بعمل آورد :

الف ـ رطوبت نسبی هوا نباید کمتر از ۵۰ درصد (درجه هیدرومتریک) باشد؛ برای این منظور بهتر است از وسایل کنترل خودکار استفاده شود.

ب ـ بارهای الکتریکی را که ممکن است روی اجسام فلزی جمع شوند باید به طریق زیر به زمین هدایت کرد.

۱- به وسیله سیم های اتصال زمین که مستقیماً و یا از راه مقاومتی به زمین وصل شده باشد و یا،

۲- به وسیله کائوچو و یا مواد مشابه آن که مقاومت مخصوص آن حداقل (۱۰۰ر۰۰۰) اهم سانتی متر باشد.

۵-۷-۳-۲. محورها، چرخ تسمه ها

- چنانچه در اثر اصطکاک تسمه روی فلکه‌ها بارهای الکتریسیته ساکن انباشته شود باید هم محور ترانسمیسیون و هم یاتاقان های آن را به زمین وصل نمود.

- برای جلوگیری از انباشته شدن بارهای الکتریکی ساکن در جاهایی که تسمه از چرخ جدا می شود و احتمال جرقه زدن وجود دارد باید به وسیله شاخه های فلزی که به زمین وصل شده‌اند بارهای الکتریکی ساکن را به زمین هدایت کرد.

۵-۷-۳-۳. مایعات و گردهای قابل اشتعال

- در جایی که مایعات از مخازن ذخیره به تانکرهای یا بارکش‌ها انتقال داده می شود باید بدنه فلزی مخزن ذخیره به بدنه فلزی تانکر یا بارکش وصل شود و در صورتی‌که چرخ های بارکش لاستیکی باشد بدنه بارکش را نیز باید به زمین متصل نمود.
- در جایی که گردهای بسیار نرم به وسیله دستگاه های هوایی (پنوماتیک) که قسمت های فلزی دارد انتقال داده می شود بایستی قسمت های فلزی در طول تمام مسیر انتقال گردد از نظر هدایت الکتریکی به یکدیگر و به زمین وصل شود.
- در جایی که با گردهای نرم کار می کنند باید به وسیله یابنده (دتکتور) یا ابزارهای مناسب دیگری محل انباشته شدن بارهای الکتریسیته ساکن را پیدا کرد.
- در جایی که خطرات مخصوص مربوط به استعمال مواد منفجره یا چاشنی های حساس وجود دارد کفش های مخصوص الکتریسیته ساکن و ماسک های محافظ صورت به کار برد.

۵-۷-۳-۴. وسائل دفع و خنثی کردن الکتریسیته ساکن

- در جایی که احتمال انباشته شدن بارهای الکتریسیته ساکن وجود دارد و اقدامات مشروحه در مواد فوق برای رفع خطر مؤثر یا عملی نیست باید از وسائل دفع خنثی کردن الکتریسیته ساکن استفاده کرد و این وسائل باید طوری ساخته و نصب شده باشد تا از بروز آتش‌سوزی جلوگیری نمایند.
- وسائل رادیواکتیو که برای از بین بردن بارهای الکتریسیته ساکن مورد استفاده قرار می گیرد باید طوری ساخته و محفوظ و نصب شده باشد که تشعشع رادیواکتیو به کارگران صدمه نرساند.

۵-۷-۳-۵. رنگ پاشی با پیستوله

- در رنگ پاشی با پیستوله باید کلیه اشیاء فلزی که رنگ یا لعاب با آنها پاشیده می‌شود و همچنین قسمت های فلزی از قبیل مخزن رنگ و وسائل تهویه را به زمین وصل کرد.
- پیستوله رنگ پاشی باید به وسیله مفتول فلزی یا به وسائل مناسب دیگر به زمین وصل شود.

۵-۸. تجهیزات ایمنی در کار با برق

و ـ وسایل حفاظتی (مانند فیوزها، کلیدهای خودکار و کلید های مینیاتوری و غیره) باید به نحوی انتخاب شوند که در اثر بروز اتصال کوتاه بین هادی فاز و هادی خنثی (در بدترین شرایط ممکن یعنی در دورترین نقطه شبکه مصرف کننده) و یا اتصال هادی فاز به هادی حفاظتی، قطع مدار هر چه سریعتر مطابق جدول شماره ۱ انجام پذیرد.

حداکثر زمان قطع به ثانیه	حداکثر ولتاژ تماس دست (مؤثر)
	۵۰
۵	۵۰
۱	۷۵
۰/۵	۹۰
۰/۲	۱۱۰
۰/۱	۱۵۰
۰/۰۵	۲۲۰
۰/۰۳	۲۸۰

۵-۸-۱. هادیها، فیوزها، کلیدهای خودکار و معمولی

- کلیدهای خودکار و کلیدهای معمولی و انواع فیوزهای برق باید کاملاً محصور باشد مگر آن که روی تابلویی که اشخاص صلاحیت دار بآن دسترسی داشته باشند نصب شود.

تبصره- قدرت قطع فیوزها و کلیدهای خودکار باید به اندازه کفایت باشد تا از هر نوع خطری جلوگیری شود.

- فیوزهای الکتریکی متجاوز از ۲۰ آمپر که در مدارهای بیش از ۱۱۰ ولت جریان متناوب یا مستقیم قرار می گیرد باید در محفظه ای نصب و به وسیله یک یا چند کلید اطمینان به ترتیب زیر کنترل شوند :

الف- بدون آن که کلید یا کلیدها در حالت قطع قرار گیرد بازشدن محفظه امکان نداشته باشد.

ب- قبل از بسته شدن سرپوش محفظه فیوز نتوان کلید برق را وصل نمود.

تبصره – در مواردی که ساختمان فیوزها و اتصالی ها طوری باشد که هنگام باز بودن محفظه فلزات برهنه برق‌دار در دسترس نباشد به کلید اطمینان نیازی نیست.

- فیوزهای الکتریکی که روی تابلوهای برق نصب می شوند باید به طریقی ساخته شده باشند که تماس اشخاص با قسمت برق‌دار ممکن نباشد و به ترتیب زیر نصب شوند :

الف- قبل از دسترسی پیدا کردن به فیوز جریان برق خود به خود قطع شود.

ب- به وسیله کلیدی به توان جریان برق را قبل از فیوز قطع نمود.

ج- به وسیله ابزار عایق مناسبی به فیوز دسترسی پیدا کرد.

- کلیدهای معمولی یا خودکار باید طوری ساخته شود که به توان آنها را از خارج محفظه به کار انداخت.
- کلیدهای معمولی یا خودکار مدارها یا ماشین ها باید دارای قفل مخصوصی باشند که وقتی اشخاص روی مدار مشغول کار می باشند کلید را در وضع باز نگهدارد.
- کلیدهای چاقویی یک طرفه یا دوطرفه که به سمت بالا باز می شود باید دارای مانعی باشد که از بسته شدن آنها در اثر نیروی ثقل جلوگیری نماید و همچنین کلیدهای الکتریکی چاقویی یک طرفه یا دو طرفه که به وضع افقی باز می شود باید طوری قرار گیرد که از بسته شدن تصادفی آنها جلوگیری شود.

- کلیدهای اطمینان الکتریکی باید پس از گذشتن مدت ضمانت آنها تعویض گردد. این گونه کلیدها باید بلافاصله و به طریقی کار کند که عمل وصل آنها تابع نیروی فنر باشد.
- دسته ها و اهرم های کلیدهای خودکار که ناگهانی و سریع حرکت می کند باید دارای حفاظتی باشد تا در حین به اشخاص مجاور خود اصابت نکرده و به آنان آسیبی نرساند.
- سیم های برق جرثقیل ها یا سایر هادی هایی که نمی توان آنها را کاملاً عایق کرد باید طوری قرار گیرد یا محافظت شود که احتمال تماس تصادفی با آن وجود نداشته باشد.

تبصره: انباشتن مواد و یا ایجاد هر نوع وضعیتی که احتمال تماس افراد و اشیاء را با سیم برق جرثقیل و سایر هادی هایی که در ارتفاع زیاد قرار دارند فراهم می سازد ممنوع است و در صورت اضطرار بایستی این قبیل قسمت ها و هادی ها به نحو مطمئن حفاظ شوند.

- هادی های الکتریکی که با واتاژ متناوب بیش از ۵۰ ولت نسبت به زمین کار می کند به استثنای آنهایی که در ماده بالا شرح داده شد باید به وسیله پوشش لاستیکی کتانی، آسبستی، کاغذی یا مواد دیگر مناسب با ولتاژ کار و ظرائط جوی موجود (درجه حرارت- میزان رطوبت و غیره) عایق شود و به علاوه در زره های کابل یا لوله های فلزی و یا مجاری دیگر محصور گردد تا به هادی ها و روپوش آنها یا تکیه گاهشان آسیبی نرسد.

۵-۸-۲. وسایل فرمان

- وسایل فرمان الکتریکی که با ولتاژ متناوب ۵۰ ولت یا بیشتر نسبت به زمین کار می کند باید برای جلوگیری از تماس تصادفی با قسمت های برق‌دار به یکی از طرق زیر محافظت شده باشد:

الف: محفظه های کامل ثابتی که قسمت های لخت آنها را به پوشاند.

ب: محفظه هایی که با درها و سرپوش های مطمئن بسته می شود و فقط اشخاص صلاحیت دار می توانند آنها را باز کنند.

- وسائل فرمان الکتریکی دستی باید از خارج محفظه آنها به کار بیفتد و برای جلوگیری از به کار افتادن تصادفی آنها در موقع کار کردن با مدار یا اسباب الکتریکی یکی از پیش گیری های زیر بعمل آید:

الف- دسته های به کار انداختن باید قابل جداشدن باشد و هیچ گاه به دستگاه متصل نباشد تا از خطرات به کار افتادن تصادفی جلوگیری شود .

ب- سرپوش‌های مجزا یا درهای قفل شده روی دسته های فرمان قرارداده شود تا فقط کارگر مسئول بتواند آن را باز کند.

ج- علامت خطر و ذکر نوع کاری که با وسائل فرمان مزبور انجام داده می شود روی آنها نصب گردد تا اشخاص متفرقه را متوجه خطر نماید.

۵-۸-۳. تابلو برق‌ها و تخته‌کلیدها

- تابلوها و صفحه کلیدهای کنترل موتورهای الکتریکی باید طوری ساخته شده باشد کا تمام قسمت های برق‌دار آن در محفظه های قفل شده قرار گیرد.
- تابلوها و صفحه کلیدهای الکتریکی که در کارگاه ها قرار گرفته یا به طریق دیگری در دسترس کارگران می اشد باید :

اولاً: به وسیله محفظه ها یا حفاظ های معمول ماشین ها محصور باشد و در هر حال درهای قفل دار داشته باشد تا اشخاصی بی صلاحیت نتوانند با آنها دسترسی پیدا کنند.

ثانیاً: در پیرامون آنها فرشها یا سکوهای عایق پیش بینی شده باشد.

- قسمت های برق‌دار تابلوها و صفحه کلیدهای برق که در حال عادی مجزا و محفوظ می باشند و گاه گاه ضمن برق‌دار بودن به تنظیم یا تعمیر احتیاج دارند باید به طریقی نصب شده باشند که برای حفاظت کامل کارگران از تماس با قسمت های مجاور بتواند روی آنها پوشش ها یا سپرهای قابل حمل مناسبی قرار داد.

- وضع و ترتیب عمومی تابلوهای اصلی برای ولتاژ متناوب یا مستقیم که از ۶۵۰ ولت تجاوز نمی نماید باید به شرح زیر باشد :

الف- قسمت هایی که احتمالاً به تنظیم یا دستکاری احتیاج دارند به سهولت در دسترس باشد.

ب- مسیر هر هادی را در صورت لزوم بتوان به آسانی تعقیب کرد.

ج- هادی هایی که متعلق به شبکه های مختلف می باشند باید طوری از هم مجزا شوند که به سهولت به توان آنها را تشخیص داد.

د- تمام فرمانهای دستی بایستی از جلوی تابلو به کار افتد.

ه- اسباب های اندازه گیری و علایم و اخبار که برای کنترل دائمی دستگاه لازم است بایستی از جلوی تابلو دیده شود.

- در تابلوهایی که برای کنترل ولتاژهای متناوب یا مستقیم متجاوز از ۶۵۰ ولت به کار می رود نکات زیر رعایت شود:

الف- محفظه های فلزی تمام آلاتی که با ولتاژ قوی کار می کند باید یا به زمین متصل شود یا کاملاً در جعبه های عایق مناسب و محکم محصور گردد.

ب- تمام دسته های فلزی و کلیه وسائل فلزی برای به کار انداختن کلیدها باید به طور موثر به زمین وصل شود.

- در مواقعی که می خواهند با تابلوی برق ولتاژ قوی کار کنند تمام تابلو باید از مدار جریان خارج شود در صورتی که تابلو دارای چند قسمت مجزا باشد که به توان آنها را به وسائلی از لحاظ الکتریکی از یکدیگر جدا ساخت ممکن است فقط قسمت مربوطه را از مدار جریان خارج نماید.
- ماشین های با مقاومت الکتریکی که خودکار یا نیمه خودکار است باید طوری با حفاظ یا وسایل قطع کننده و با دو دست مجهز باشد که پس از راه افتادن ماشین دست کارگر به محفظه خطر نرسد.

۵-۹. تاثیر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بر بدن

۵-۹-۱. کلیات

میدانهایی با فرکانس بسیار بالا برای افرادی که در معرض آن قرار دارند اثرات زیانباری در برخواهد داشت. گرچه تحقیقات هنوز حدود و شرایط این اثرات را مشخص ننموده است ولی میزان اثرات سوء این میدانها تابعی است از شدت میدان، مدت مواجه با میدان و مقدار انرژی که به بدن فرد مورد معرض می‌رسد، طول امواج نیز نقش عمده ای دارد. اعضای مختلف بدن در مقابل طول موجهای خاصی احساس درد می‌کنند ولی بطور عموم امواج بین ۳تا۱۵ متر برای انسان خطرناک است . افرادی که به مقدار کافی در معرض این حوزه ها قرار داشته اند مثلاً شاغلین در صنایع آبکاری و خشک کردن فلزات که از مولدهای فرکانس زیاد استفاده می کنند، معمولاً دچار ازدیاد درجه حرارت بدن، سستی و سردرد شده اند .

از جمله راههای عملی مقابله با این مشکل عبارتند از :

- تغییر وضعیت مکانی تجهیزات الکتریکی با فرکانس بالا نسبت به محل کار
- تغییر نوع تغذیه برق
- استفاده از طرحهای چرخش کارگران برای اینکه دسته خاصی از آنها همیشه در معرض نباشند .

۵-۹-۱. محافظت از تاثیر حوزه های الکترومغناطیسی ۵۰ هرتز در فشار خیلی قوی

در مراکز برق فوق فشار قوی و مجاور خطوط انتقال انرژِ با ولتاژ بیش از ۵۰۰ کیلوولت تکنسین ها و کارگرانی که مشغول کار بوده اند دچار عوارض خستگی ، سستی ، بدخوابی و سردرد شده اند.

تحقیقاتی که در این مورد به عمل آمده ، این عوارض را ناشی از تاثیر حوزه های شدید الکترومغناطیسی دانسته اند.

درجه تاثیر حوزه های الکترومغناطیسی در وضع بیولوژیک بستگی به مقدار انرژی دارد که فرد در این حوزه اخذ می کند.

حوزه های الکترومغناطیسی به دو حوزه الکتریکی و مغناطیسی تقسیم می شوند.

حوزه الکتریکی از اعمال ولتاژ روی بدن شخص و حوزه مغناطیسی از عبور جریان ایجاد می شود.

طبق بررسی و محاسبات انجام شده در فرکانس های پایین ، مقدار انرژِ دریافتی بدن از تاثیر حوزه های مغناطیسی ۵۰ برابر کمتر از مقدار حوزه های الکتریکی است.

دامنه شدت حوزه مغناطیسی در محل کار و پستهای ترانسفورماتور روباز و خطوط انتقال تا ولتاژ ۷۵۰ کیلوولت ۱۵۰ تا ۲۰۰ آمپر بر متر است. روی این اصل از اثر حوزه مغناطیسی ۵۰ صرفنظر کرده و فقط اثر حوزه الکتریکی مورد بررسی قرار می گیرد.

۵-۹-۲. تاثیر حوزه یا میدان الکتریکی فشار قوی

در بررسی تاثیر حوزه الکتریکی بر روی بدن ، مقدار انرژِ الکتریکی دریافتی و شدت جریان عبوری از بدن انسان منظور می گردد.

هر قدر ولتاژ الکتریکی بالاتر رود ، به همان نسبت مقدار شدت جریان بیشتر می شود. برای عبور جریان از بدن انسان باید وضع قرار گرفتن شخص نسبت به خطوط و دستگاههای برق و زمین و مسیری که جریان برق از بدن عبور می کند ، مورد توجه قرار گیرند. مقدار شدت جریان مجاز که تاثیری بر روی تندرستی نگذارد و بتوان عبور آن را مدت زیادی تحمل نمود ۵۰ میکرو آمپر است.

در صورتی که این شدت جریان بعللی بالا رود ، باید وسایلی تهیه نمود که مقدار آن را پایین بیاورد.

مقدار جریان عبوری از بدن بر حسب میکروآمپر در اثر پتانسیل اعمالی در محوطه پست ترانسفورماتور ۵۰۰ کیلو ولت برای انسان با قد ۱۸۰ سانتیمتر

محلی که شخصی در آنجا قرار گرفته است.	ولتاژ اعمال شده(کیلوولت)	جریان عبوری (میکروآمپر)
زیر شین که عایق و سکسیونر در ارتفاع ۶/۶۵ متر از سطح زمین	۲۱	۲۰۷
زیر شین بین ترانسفورماتور جریان و کلید هوایی	۱۹/۱	۱۸۳
در یک سطح از بدنه ترانسفورماتور جریان	۲۶/۲	۲۲۵

نزدیک به قفسه دستگاه کلید هوایی	۱۶/۲	۱۵۴
نزدیک به قفسه فرمان کلید هوایی	۹/۱	۸۴
نزدیک به دستگیره سکسیونر	۱۶/۵	۱۶۰
نزدیک ترانسفورماتور ولتاژ و فیلتر فرکانس زیاد	۵/۸	۴۵/۵

۵-۹-۳. روش های حفاظت شخص در برابر تاثیر حوزه های الکترومغناطیسی

۱- استفاده از لباس پرده ای از فلز یک پارچه یا مشبک :

تجربه نشان داده است که اگر جسم هادی بدون بار را در داخل حوزه الکتریکی قرار دهیم ، پخش بارهای داخلی جسم هادی طوری است که این بارها همدیگر را خنثی نموده و در داخل جسم حوزه ای نخواهیم داشت.

بنابراین حفاظت جسم هادی از القاء بار الکتریکی کافی است آن را در داخل پرده پرده فلزی یک پارچه یا مشبک مانند شکل زیر قرار دهیم.

۲- استفاده از لباس با الیاف فلزی و هادی جریان :

لباس از الیاف فلزی و هادی جریان به شکل یک تکه و یا دو تکه (بلوز و شلوار) و با کلاه و کفش مخصوص تهیه می شود. اجزاء وسایل محافظ شکل روبرو عبارتند از :

۱. لباس پرده ای از نوع یک تکه
۲. کلاه فلزی
۳. چکمه با تخت هادی جریان
۴. سیم رابط با کلیه قسمت های لباس
۵. محل اتصال تخت کفش به لباس

۵-۱۰. انفجارات و آتش سوزیهای ناشی از برق

بعضی اوقات انفجارهای برقی، منجر به گسیختگی شدید و فاجعه آمیز وسایل الکتریکی می‌شوند و تلفات جانی و مالی از پیامدهای آن است .

اگر ژنراتورها، سوئیچ گیرها (تجهیزات کلیدی)، الکتروموتورها، ترانسفورماتورها، خازن ها، کابل ها و اتصال های برقی، در معرض عبور جریان های زیاد قرار گیرند، نیروهای الکترومغناطیسی شدید و انرژی حرارتی زیاد در آن ها ایجاد می شود . همچنین اگر تجهیزات الکتریکی تحت اتصالی های منجر به قوس و شکست الکتریکی طولانی قرار گیرند، منفجر خواهند شد.

۵-۱۰-۱. دلایل آتش سوزی و انفجار ناشی از الکتریسیته جاری

۱. اضافه حرارت کابل ها و تجهیزات الکتریکی، ناشی از اضافه بار هادی ها (Over Load) .
۲. حرارت ناشی از شل بودن اتصال های مدار الکتریکی (Loose Connection) .
۳. جریان های نشتی ناشی از ایزولاسیون نامناسب و ضعیف (Earth Leakage)
۴. حرارت ناشی از اضافه جریان حاصل از اتصال کوتاه در مدار (Short Circuit).
۵. اضافه حرارت مواد قابل اشتعال که در نزدیکی تجهیزات الکتریکی قرار دارند (Over Heat) .
۶. روشن شدن مواد قابل اشتعال به وسیله قوس یا جرقه مسایل الکتریکی، شامل پخش ذرات گرم از وسایل الکتریکی (Spark & Flash) .

۵-۱۰-۲. تجهیزات آتش نشانی

- تجهیزات آتش نشانی قابل حمل برای خاموش کردن حریق هایی که در آنها وسائل الکتریکی برق‌دار وجود دارد باید دارای مشخصات زیر باشند :
  - محتوی دستگاه آتش نشانی باید از نوع Co2 یا پودر خشک و یا هر نوع ماده غیر هادی و غیر سمی باشد که هیچ گونه خطری برای کسانی که آن را به کار می برند نداشته باشد.

- وسیله آتش نشانی باید دارای علائم مشخصه باشد و در محل مناسبی نزدیک تأسیسات برقی قرار گرفته باشد.
- وسیله آتش نشانی باید در جایی نصب شود که شرایط محیط از قبیل حرارت، برودت و رطوبت باعث اختلال کار دستگاه نشود.
- استعمال هر نوع وسیله آتش نشانی که جهش پیوسته‌ای از آب یا مایع هادی دیگر از آن خارج می شود برای خاموش کردن حریق‌های الکتریکی ممنوع است.

۵-۱۱. تجهیزات الکتریکی مورد استفاده در محیطهای قابل اشتعال و قابل انفجار

۵-۱۱-۱. ملاحظات عمومی ایمنی

- کلید ها و وسائل به کار انداختن موتورها، فیوزها و تمام دستگاه های خودکار و وسائل مشابه آنها باید خارج از حوزه خطر قرار گیرد.
- ساختمان وسایل فرمان برای راه انداختن و متوقف ساختن موتورهای باید طوری باشد که غبار در نفوذ نکند هر جا که استفاده از این نوع ساختمان مقدور نباشد باید فرمان ها در محفظه های ضد انفجار قرار گیرد.
- ساختمان موتورهای الکتریکی باید طوری باشد که غبار در آنها نفوذ نکند هر جا که استفاده از این موتورها مقدور نباشد باید موتورها در محفظه های ضد انفجار قرار گیرد.
- ساختمان بخاری های برقی که در این نوع مکان ها به کار می رود طبق مقررات آیین نامه مواد قابل اشتعال و انفجار فصل حرارت باشد.
- وسائل حفاظت در مقابل اضافه بار و اتصال کوتاه (مانند فیوز، کلید خودکار وغیره) باید با وسائل خودکار برای جلوگیری از نفوذ غیر عادی الکتریسیته به زمین مجهز گردد تا در صورتی که مقدار الکتریسته به زمین از ده درصد حساسیت وسیله حفاظت تجاوز کرد بتواند تمام مدار یا قسمت معیوب آن را از شبکه قطع نماید.

- ادوات الکتریکی قابل حمل نباید در محیط خطر مورد استفاده قرار گیرد.
- برای پیشگیری از بروز انفجارات و آتش‌سوزیهای ناشی از الکتریسیته ساکن در این محیطها، تمام دیوارها، سقف ها، وسایل فلزی و بدنه ماشین آلات باید به طور مؤثر به زمین اتصال داده شده باشد.
- در محلی از کارگاه که مایعات قابل اشتعال تولید می شود باید میزان رطوبت هوا را بیش از ۵۰ ٪ نگهداشت.
- از سیم‌های لخت هوایی فقط تا منطقه خطر می توان استفاده کرد و انتهای آنها قبل از رسیدن به منطقه خطر باید به وسایل مخصوص حفاظتی مؤثر در مقابل اضافه ولتاژ مجهز گردد.
- در جایی که برای ادامه شبکه برق در حوزه خطر از کابل‌های زره‌دار و یا غلاف فلزی استفاده می‌شود باید غلاف فلزی یا زره کابل‌ها از لحاظ الکتریکی به یکدیگر مربوط و کاملاً به زمین وصل شده باشد.
- تمام کابل‌های برق و حتی کابل‌های مخابرات زیر زمینی باید در عمل بیش از ۵۰ سانتی متر (۲۰ اینچ) زیر زمین قرار داده شود تا در مقابل آسیب‌های مکانیکی اتفاقی محفوظ باشد.
- ساختمان و نصب تمام تجهیزات الکتریکی که احتیاج به مراقبت و تعمیرات مکرر دارند باید طوری باشد که در موقع لزوم بتوان به آسانی آنها را از مدار الکتریکی جدا کرد.
- در جایی که کلیدهای جدا کننده بلاواسطه در مجاورت دستگاه مربوطه قرار نگرفته باشد باید هنگام باز بودن دستگاه در محیط قابل اشتعال برای معاینه و یا تعمیر اقدامات احتیاطی به منظور جلوگیری از اتصال شبکه به دستگاه اتخاذ گردد.
- هر کلید جدا کننده باید داری پلاک مصرف دستگاهی که به آن جریان می‌دهد باشد.
- فیوزها را باید در خارج محیط خطر قرار داد؛ در صورتی که این امر امکان نداشته باشد باید برای آنها محفظه‌های بسته ضد انفجار پیش‌بینی کرد. در این محفظه ها باید فقط وقتی باز شود که فیوزها از مدار جریان قطع شده باشد.

- تمام تجهیزات الکتریکی و وسائل روشنایی برقی باید به دقت مراقبت و نگهداری و حداقل هر ۱۲ ماه یک مرتبه به وسیله اشخاص فنی صلاحیت دار بازرسی شود.

۵-۱۱-۲. دستگاههای ضد انفجار

- در مکان هایی که خطر انفجار مخلوطهای گاز و یا بخار قابل اشتعال وجود دارد، نباید دستگاهها و ادوات الکتریکی را قرار داد؛ مگر اینکه ساختمان آنها طوری باشد که در مقابل خطر انفجار و اشتعال حفاظت شده باشد.
- دستگاه ها و وسائل الکتریکی مورد استفاده در این فضاها برای پیشگیری از وقوع انفجار و اشتعال باید شامل یکی از مشخصات زیر باشد :

الف ـ از نوع ضد انفجار (ضد اشتعال) باشند.

ب ـ دائماً تحت فشار هوای پاکی باشند که فشار آن اندکی بیش از هوای محیط خود است.

ج ـ با گاز بی اثری که فشار آن اندکی از فشار هوای محیط آن بیشتر است، پر شده باشند.

دـ طرح و ساختمان آنها کاملاً بی خطر باشد یعنی انرژی مدار آنها به اندازهای باشد که جرقه آتش افرزو تولید ننماید.

هـ ـ به صورت مصنوعی تهویه شوند.

و ـ ساختمان آنها از نوعی باشد که مقام صلاحیتدار استفاده از آنها را برای آن وضع خاص مورد تأیید قرار دهد.

- الکتروموتورهایی که در کارگاه های محتوی گازهای قابل اشتعال و یا انفجار یا غبارهای قابل اشتعال نصب می شوند باید از نوع ضد انفجار و ضد اشتعال باشند.
- دستگاه های الکتریکی ضد انفجار باید طوری ساخته شده باشند که به کار بردن آنها در محیطهای خطرناک از طرف مقام صلاحیت دار گواهی شده باشد و بعداً نباید هیچ گونه تغییری که موجب اختلال در وضع حفاظتی اولیه آنها می شود داده شود.

- هادی‌های ناقل جریان برق به دستگاه های ضد انفجار باید در لوله های فولادی که به هم پیچ شده باشد قرار داده شود یا از نوع کابل های با زره فولادی یا کابل های با روپوش فلزی و عـایق معـدنی باشد؛ این هادی‌ها را باید طوری به دستگاه وصل کرد که خاصیت ضد انفجاری آن را حفظ نمایند.
- دستگاه‌های تحت فشار باید در تمام مدتی که به منبع انرژی الکتریکی متصل هـستند، در معـرض فشار هوای پاک یا گاز بی اثری باشند که میزان فـشار آن همیـشه ثابـت و بـیش از هـوای محـیط دستگاه است.
- دراین نوع دستگاه‌ها باید وسائل مناسبی پیش‌بینی شود تا در صورت کاهش فـشار هـوای دسـتگاه جریان برق آن را قطع کند.
- این دستگاه‌ها باید مجهز به فشارسنج دقیقی باشند که همیشه فشار حقیقی هوای پاک یا گاز بی‌اثر داخل آنها را نشان دهد.

۵-۱۱-۳. سیم کشی داخل لوله

- در جایی که لوله‌های حافظ هادی‌های الکتریکی از محیط بی خطر به محیط خطرناک می‌روند باید در نقطه‌ای که لوله وارد منطقه خطرناک می‌شود جعبه‌های مخصوص ضد انفجار مسدود کننده قرار داد و در محل اتصال لوله هایی که قطرشان بیشتر از ۲۵ میلیمتر (یک اینچ) باشد و همچنین بـین سرکابل‌ها و دستگاه‌های الکتریکی باید جعبه ضد انفجار مسدود کننده قـرار داد مگـر آن کـه ضـد انفجار بودن مجموعه کابل‌ها جداگانه از طرف مقامات صلاحیت‌دار تأیید شده باشد.
- شعاع قوسی لوله ها حداقل باید سه برابر قطر آنها باشد.

۵-۱۱-۴. کابهای زره دار

- در جایی که احتمال آسیب های مکانیکی می رود کابل ها باید زره‌دار باشد.
- در جایی که طول زیادی از کابل‌ها با عایق کاغذی آغشته به روغن به حالت قائم قرار می‌گیرد بایـد تدابیر لازم به کار برد تا روغن آنها خارج نگردد.

- محفظه فلزی دستگاه‌های برقی و یا ادوات ضد انفجار باید به وسیله لحیم کاری، پیچ و مهره و یا بستهای مناسب به یکدیگر و به غلاف فلزی کابل متصل گردد تا پیوستگی الکتریکی آنها تأمین شود.
- وسیله اتصال کابل‌های فوق باید طوری باشد که ضد انفجار بوده و از نفوذ رطوبت به عایق کابل جلوگیری نماید.
- غلاف فلزی خارجی عایق نشده کابل‌ها نباید به عنوان هادی جریان اصلی مورد استفاده قرار گیرد.
- در جایی که کابل‌های با غلاف فلزی از روی قسمت‌های فلزی ساختمان‌ها یا اسکلت‌های فلزی عبور می‌کند باید دارای تکیه‌گاه‌های عایق باشد و یا محکم به قسمت‌های فلزی وصل شده باشد.

۵-۱۱-۵. دستگاههای بی خطر

- خصوصیات فنی مدار این دستگاه ها باید از طرف مقام صلاحیت‌دار مورد آزمایش قرار گرفته و بی‌خطر بودن آنها برای محیط مورد نظر تأیید شده باشد.
- مدارها و دستگاههای بی‌خطر نباید پس از نصب و بازدید و گواهی مقام آزمایش کننده صلاحیت‌دار تغییر داده شود و این گونه مدارها باید از لحاظ الکتریکی از سایر مدارها مجزا باشند.

۵-۱۱-۶. تهویه مصنوعی

- موتورهای بزرگ و دستگاه‌هایی که طبق موارد ذکر شده در این دستورالعمل حفاظت نشده باید از نوع موتورها و دستگاه های بسته باشد. عمل تهویه آنها باید با مقدار کافی هوای پاک و تازه انجام گیرد که با فشار به داخل آن وارد و به وسیله لوله های خرطومی یا معمولی خارج می شود.

۵-۱۱-۷. روشنایی

- روشنایی محیط قابل اشتعال باید به وسیله لامپ‌های الکتریکی نصب شده در خارج از آن محیط تأمین گردد؛ مگر آن‌که بی‌خطر بودن آن وسایل به تصویب مقامات صلاحیت‌دار رسیده باشد.

- روشنایی مصنوعی داخل انبارها و آلات نقاله و بالابرها یا ساختمان و وسائل مشابه که در تولید یا استعمال مواد مولد غبار آلی اشتعال مورد استفاده قرار می گیرد باید به وسیله لامپ های محفوظ در حباب های غیر قابل نفوذ تأمین شود واین حباب ها باید :

الف ـ در مقابل آسیب های مکانیکی به طرز مناسبی محافظت شده باشد.

ب ـ در داخل دیوار یا سقف طوری کار گذاشته شود که برآمدگی نداشته باشد.

ج ـ به وسیله کلیدی که غبار در آن نفوذ نمی‌کند از خارج قطع و وصل شود.

۵-۱۲-اتصال به زمین

۵-۱۲-۱. اهمیت اتصال به زمین

۵-۱۲-۲. الکترود اتصال به زمین

- حداکثر مقاومت اتصال زمین مجاز برای هر سیستم حفاظتی (دو اهم) بر مبنای ولتاژ فاز ۳۸۰ ولت تعیین گردیده و همین مقدار برای مدارهای با ولتاژ فاز حداکثر ۱۰۰۰ ولت نیاز قابل قبول است چنانچه در موارد و تحت شرایط خاصی که ایجاد اتصال زمین مؤثر با مقاومت کل سیستم (دو اهم) امکان پذیر نباشد باید مجوز لازم در این مورد از مراجع ذی‌صلاح اخذ گردد.
- برای ایجاد اتصال زمین می توان یکی از انواع الکترودهای اتصال زمین زیر را انتخاب نمود :
  - الکترود اتصال زمین قائم (کوبیده شده):
    - میله فولادی اتصال زمین با روکش مسی حدود ۳ میلی متر و با قطر میله حداقل ۱۶ میلی متر به انضمام گیره انشعاب و ارتباط و سرچکش خوار در داخل زمین به عمق مناسب کوبیده می شود.
    - میلی فولادی گالوانیزه به قطر حداقل ۱۶ میلی متر و لوله فولادی گالوانیزه استاندارد به قطر حداقل ۱ اینچ و یا نبشی گالوانیزه نمره ۶۵ و یا سپری گالوانیزه نمره ۶ در داخل زمین به عمق مناسب (حداقل ۳ متر) قرار داده می شود.

- صفحه و هادی (داخل چاه) با مشخصات زیر :

  - ابعاد صفحه مسی باید حداقل ۱× ۰/۵ متر و ضخامت آن حداقل ۲ میلی متر باشد. هادی مسی اتصال زمین مرتبط با صفحه مسی باید حداقل دارای سطح مقطع ۵۰ میلی متر مربع بوده و توسط لحیم سخت (جوش اکسیژن) به صفحه مسی متصل شود. این هادی نباید از نوع افشان باشد در صورت استفاده از هادی چند مفتوله، قطر هر مفتول آن نباید از حدود ۱/۸ میلی متر کمتر باشد.
  - ابعاد صفحه فولاد گالوانزه باید حداقل ۱× ۰/۵ متر و ضخامت آن ۳ میلی متر باشد. هادی اتصال زمین جهت ارتباط با صفحه گالوانیزه باید حداقل دارای سطح مقطع ۱۰۰ میلی متر مربع در مورد تسمه (حداقل ۳۰× ۳/۵ میلی متر) و ۹۵ میلی متر مربع در مورد هادی چند مفتوله باشد و با لحیم سخت (جوش اکسیژن) به صفحه متصل شود. این هادی باید از جنس فولاد گالوانیزه بوده و نباید از نوع افشان باشد.

چند نکته:

- صفحه باید به صورت عمودی در داخل زمین قرار گیرد و حداقل فاصله لبه فوقانی صفحه الکترود از سطح زمین نباید از ۱ متر کمتر باشد.
- صفحه باید در عمقی که رطوبت زمین به صورت دائم وجود دارد نصب گردد (مقدار این عمق بسته به موقعیت محلی بسیار متفاوت می باشد).
- اطراف صفحه الکترود باید با مخلوطی از نمک و خاکه ذغال چوب و خاک نرم سرند شده به ترتیب به نسبت حجمی ۱ و ۴ و ۳۵ پر شود، سپس خاک سرند شده در داخل چاه ریخته شده و متناوباً آب به آن اضافه و با دقت کوبیده گردد تا خاک داخل چاه به طور کامل متراکم و از نشت بعدی آن جلوگیری به عمل آید.
- به جای استفاده از صفحه مسی می توان هادی مسی مربوط به اتصال زمین را به قطر ۰/۸ متر و به تعداد ۵ حلقه در ته چاه چمبره نمود.

- الکترودهای اتصال زمین افقی به شرح زیر:

  - این الکترودها در عمق ۰/۵ الی ۱ متر از سطح زمین دفن شده و طول آنها درحالی که فقط از یک الکترود به صورت شعاعی استفاده شود تا حدود ۱۰۰ متر انتخاب می گردد، این الکترودها را می توان به صورت چند شعاع (حداکثر ۶ شعاع) در فواصل زاویه ای حداقل ۶۰ درجه از یکدیگر نیز نصب نمود بعد از خواباندن الکترود، خاک سرند شده همراه با آب روی آن ریخته و کوبیده می گردد.
  - تسمه مسی با حداقل سطح مقطع ۵۰ میلی متر مربع و حداقل ضخامت آن ۲ میلی متر می باشد.
  - سیم مسی با حداقل سطح مقطع ۳۵ میلی متر مربع بوده و نباید از سیم افشان برای این منظور استفاده نمود.
  - تسمه فولاد گالوانیزه با حداقل سطح مقطع ۱۰۰ میلی متر مربع و حداقل ضخامت ۳/۵ میلی متر می باشد و معمولاً برای این منظور از تسمه فولادی گالوانیزه به ابعاد استاندارد ۳/۵× ۳۰ میلی متر استفاده می شود.

- اتصال زمین مشترک یا مجزای فشار متوسط و ضعیف باید با توجه به شرایط زیر انتخاب شود:

  - استفاده از یک اتصال زمین به عنوان اتصال زمین سیستم فشار متوسط (۱۱، ۲۰، ۳۳ کیلو ولت) و اتصال زمین به عنوان اتصال زمین حفاظتی فشار ضعیف در پست ترانسفورماتور فقط زمانی امکان پذیر می باشد که خط یا خطوط فشار متوسط ورودی به پست از نوع زیر زمینی (کابلی) باشد چنانچه خط یا خطوط فشار متوسط ورودی به پست از یک خط یا خطوط هوایی منشعب شده باشد در صورتی استفاده از یک اتصال زمین برای فشار متوسط و ضعیف امکان پذیر خواهد بود که طول خط یا خطوط کابلی بین خط هوایی و پست ۳ کیلومتر یا بیشتر باشد.

- در صورتی که خط یا خطوط فشار متوسط هوایی بوده یا خطوط ورودی و خروجی به پست ترانسفورماتور کابلی ولی منشعب از خط هوایی و طول آنها نیز کمتراز ۳ کیلومتر باشد، اتصال زمین حفاظتی (فشار ضعیف) و اتصال زمین سیستم (فشار متوسط) باید مجزا بوده و خارج از حوزه مقاومت زمین یکدیگر قرار گرفته باشد به عبارت دیگر حداقل فاصله دو اتصال زمین از یکدیگر باید ۲۰ متر یا بیشتر باشد.

۵-۱۲-۳. هادی اتصال به زمین

- جنس و سطح مقطع هادی اتصال زمین (اتصال بین الکترود زمین و نقطه خنثی تأسیسات) به قرار زیر است:

الف ـ هادی فولادی با روکش مسی با سطح مقطع حداقل ۱۰۰ میلی متر مربع فولاد.

ب ـ سیم مسی چند مفتوله با سطح مقطع حداقل ۵۰ میلی متر مربع (از نوع افشان نباشد).

ج ـ تسمه فولاد گالوانیزه به ابعاد حداقل ۳/۵ × ۳۰ میلی متر

د ـ تسمه مسی با سطح مقطع حداقل ۵۰ میلی متر مربع و حداقل ضخامت ۲ میلی متر

تبصره۱. کلیه اتصالات مربوط به اتصال زمین در انتهای الکترود اتصال زمین باید با لحیم سخت (جوش اکسیژن) انجام گیرد و در انتهای دیگر آن (محل اتصال به نقطه خنثی تابلو) باید با پیچ و مهره هایی از جنس خود هادی و یا از جنس برنز انجام شود.

- اتصالات باید در مقابل خوردگی و زنگ زدگی کاملاً مقاوم و مصون بوده و قطر پیچ و مهره ها نباید از ۱۰ میلی متر کمتر باشد.

تبصره۱. هادی اتصال زمین درصورتی که از نظر مکانیکی و حفاظت نشده باشد باید قابل رویت بوده و در برابر عوامل مکانیکی احتمالی و مواد شیمیایی محافظت گردد برای محافظت این هادی نباید از لوله های فلزی استفاده نمود و حتی المقدور باید سعی شود هادی در طول های زیاد در مقابل اجسام حجیم فلزی قرار نگیرد.

تبصره۲. در مسیر هادی اتصال زمین در نقطه ای مناسب لازم است یک محل اتصال پیچی که در مواقع انجام اندازه گیری مقاومت زمین باز خواهد شد پیش بینی گردد. این نقطه ممکن است همان نقطه وصل هادی اتصال زمین به نقطه خنثی تأسیسات باشد.

۵-۱۲-۴. ابعاد هادیها

جهت ارتباط بدن های لوازم و تجهیزات به نقطه خنثی باید حداقل از هادی مسی طبق جـدول شـماره ۲ استفاده شود.

جدول شماره ۲ ـ حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی

هادی فاز	هادی حفاظتی عایق دار		هادی مسی لخت	
	هادی عایق دار	کابل ۴ رشته ای	هادی با حفاظت مکانیکی	هادی بدون حفاظت مکانیکی
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۴
۲/۵	۲/۵	۲/۵	۱/۵	۴
۴	۴	۴	۲/۵	۴
۶	۶	۶	۴	۴
۱۰	۱۰	۱۰	۶	۶
۱۶	۱۶	۱۶	۱۰	۱۰
۲۵	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۳۵	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۵۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
۷۰	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵
۹۵	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
۱۲۰	۷۰	۷۰	۵۰	۵۰
۱۵۰	۷۰	۷۰	۵۰	۵۰
۱۸۵	۹۵	۹۵	۵۰	۵۰
۲۴۰	-	۱۲۰	۵۰	۵۰
۳۰۰	-	۱۵۰	۵۰	۵۰

۴۰۰	-	۱۸۵	۵۰	۵۰

تبصره ۱ـ هادی مسی لخت (مربوط به جدول شماره ۲) نباید در طول مسیر خود تا محل اتصال با هادی خنثی بـا زمـین تماس الکتریکی داشته باشد. مقصود از زمین کلیه هادی های بیگانه، اجزاء ساختمان (کف، دیوار و سقف) و غیره است.

تبصره ۲ـ استفاده از هادی آلومینیومی به عنوان هادی حفاظتی ممنوع است.

جدول شماره ۳ ـ حداقل سطح مقطع هادی خنثی

هادی فاز	سطح مقطع هادی ها (میلی متر مربع)	
	هادی خنثی	
	سیم عایق دار در داخل لوله و کابل ها	سیم لخت در شبکه های هوایی در سیم کشی های روکار داخل و خارج ساختمان ها
۱/۵	۱/۵	-
۲/۵	۲/۵	-
۴	۴	۴
۶	۶	۶
۱۰	۱۰	۱۰
۱۶	۱۶	۱۶
۲۵	۱۶	۲۵
۲۵	۱۶	۳۵
۵۰	۲۵	۵۰
۷۰	۳۵	۵۰
۹۵	۵۰	۵۰
۱۲۰	۷۰	۷۰
۱۵۰	۷۰	۷۰
۱۸۵	۹۵	۹۵
۲۴۰	۱۲۰	۱۲۰
۳۰۰	۱۵۰	۱۵۰
۴۰۰	۱۸۵	۱۸۵

- در هر کارگاه یا محیط کار (که ممکن است قسمتی از یک ساختمان را اشغال کرده باشد) یک هادی هم بندی باید کلیه قسمت های هادی بیگانه و هادی های حفاظتی را از نظر الکتریکی به شرح زیر به یکدیگر وصل نماید.
  - هادی حفاظتی اصلی
  - هادی اتصال زمین
  - لوله های اصلی آب
  - لوله های اصلی گاز
  - لوله های اصلی حرارت مرکزی
  - لوله های اصلی فاضلاب
  - قسمت های فلزی ساختمان (ستون ها، خرپاهای اصلی، در و پنجره ها در صوتری که از طریق اجزای فلزی ساختمان به اسکلت فلزی وصل نشده باشد.)
  - میزهای فلزی که به صورت ثابت نصب شده باشد.
- سطح مقطع هادی هم بندی برای هم‌پتانسیل کردن باید با مقررات مربوط به هادی حفاظتی (جدول شماره ۲) مطابقت داشته و مخصوصاً هدایت الکتریکی آن باید با نظیر هادی حفاظتی اصلی تأسیسات برابر بوده و سطح مقطع آن در مواردی که حفاظت مکانیکی نداشته باشد از ۶ میلی متر مربع کمتر نباشد معهذا انتخاب سطح مقطع این هادی مقدار بیش از ۲۵ میلی متر مربع در مواردی که جنس آن از مس بوده و یا با هدایت الکتریکی معادل وقتی که جنس آن از مس نباشد، ضروری نخواهد بود.

۵-۱۳. تابلوها و علائم هشدار دهنده

۵-۱۳-۱. تابلوهای ولتاژ قوی، خطر مرگ

مشخصات :

۱. ورق فولادی به ضخامت ۰/۵ تا ۱ میلیمتر

۲. انداز ۲۱۰×۲۸۰ میلیمتر

۳. رنگ زمینه سفید، حروف سیاه، حاشیه قرمز روشن به عرض ۱۰ میلیمتر، فلش قرمز روشن

محل نصب :

این تابلو از بیرون روشن در پست های توزیع و انتقال برق، کلیدخانه ها، کیوسک کلیدها و ترانسفورماتورها، روی حصارها و دیگر قسمت های برقدار با ولتاژ بیش از ۱۰۰۰ ولت نصب می شود .

۵-۱۳-۲. **تابلوهای تحت ولتاژ، خطر مرگ**

مشخصات :

۱. ورق فولادی به ضخامت ۰/۵ تا ۱ میلیمتر

۲. انداز ۲۱۰×۲۸۰ میلیمتر

۳. رنگ زمینه سفید، حروف سیاه، حاشیه قرمز روشن به عرض ۱۰ میلیمتر، فلش قرمز روشن

محل نصب :

این تابلو از بیرون روی در پست های توزیع، تابلوها و تجهیزات تا ولتاژ ولت نصب می شود .

۵-۱۳-۳. **تابلوهای ایست ولتاژ قوی**

مشخصات :

۱. ورق فولادی به ضخامت ۰/۵ تا ۱ میلیمتر

۲. انداز ۲۱۰×۲۸۰ میلیمتر

۳. رنگ زمینه سفید، حروف سیاه، حاشیه قرمز روشن به عرض ۱۰ میلیمتر، فلش قرمز روشن

محل نصب :

این تابلو در محل کار در پست های انتقال و توزیع برق با ولتاژ بیش از ۱۰۰۰ ولت، روی حصارهای دائمی یا موقت، روی سلول های مجاور محل کار و در راههایی که عبور از آن ممنوع است آوریزان می شود .

۵-۱۳-۴. **تابلوهای بالا نروید خطر مرگ دارد .**

مشخصات :

۱. ورق فولادی به ضخامت ۰/۵ تا ۱ میلیمتر

۲. انداز ۲۱۰×۲۸۰ میلیمتر

۳. رنگ زمینه سفید، حروف سیاه، حاشیه قرمز روشن به عرض ۱۰ میلیمتر، فلش قرمز روشن

محل نصب :

این تابلو روی دکل ها و تیرهای خطوط انتقال برق با ولتاژ بیش از ۱۰۰۰ ولت در ارتفاع ۲/۵ تا ۳ متـری از سطح زمین نصب می گردد .

۵-۱۳-۵. **تابلوهای بالا نروید خطر مرگ دارد .**

مشخصات :

۱. مقوا یا تخته سه لایی به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر

۲. انداز ۲۱۰×۲۸۰ میلیمتر

۳. رنگ زمینه سفید، حروف سیاه، حاشیه قرمز روشن به عرض ۱۰ میلیمتر، فلش قرمز روشن

محل نصب :

این تابلو در ایستگاه های برق تا ولتاژ ۱۰۰۰ ولت و روی حصارها و سازه های مجاور محل کار آوریزان می گردد .

۵-۱۳-۶. **شابلن بالا نروید خطر مرگ دارد .**

مشخصات :

۱. اندازه ۹۰×۲۸۰ میلیمتر

۲. حروف و جمجمه و قاب به رنگ سیاه، فلش قرمز سیاه

محل نصب :

این علامت با رنگ ثابت روی سطح ستون های بتونی با ولتاژ بیش از ۱۰۰۰ ولت در ارتفاع ۲/۵ تا ۳ متری زمین ترسیم می شود .

۵-۱۳-۷. **تابلوهای بالا نروید خطر مرگ دارد .**

مشخصات :

۱. مقوا یا تخته سه لایی به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر

۲. انداز ۲۱۰×۲۸۰ میلیمتر

۳. رنگ زمینه سفید، حروف سیاه، حاشیه قرمز روشن به عرض ۱۰ میلیمتر، فلش قرمز روشن

محل نصب :

این تابلو در روی سازه های پست های روباز که در مجاور آن، محل بالا رو می باشد نصب می گردد .

۵-۱۳-۸. **تابلو ایست خطر مرگ**

مشخصات :

۱. مقوا یا تخته سه لایی به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر

۲. انداز ۲۱۰×۲۸۰ میلیمتر

۳. رنگ زمینه سفید، حروف سیاه، حاشیه قرمز روشن به عرض ۱۰ میلیمتر، فلش قرمز روشن

محل نصب :

این تابلو در ایستگاه های برق تا ولتاژ ۱۰۰۰ ولت به کار می رود و روی حصارها و سازه های مجاور محل کار آویزان می گردد .

۵-۱۳-۹. **تابلو وصل نکنید افراد مشغول کارند .**

مشخصات :

۱. مقوا یا تخته سه لایی به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر
۲. انداز ۱۳۰×۲۴۰ میلیمتر
۳. رنگ سفید، حروف قرمز
۴. مشابه این تابلو در ابعاد ۵۰×۸۰ میلیمتر نیز ساخته می شود .

محل نصب :

این تابلو روی دسته، شستی، کلید فرمان دیژنکتورها و سکسیونرها آوریزان می گردد تا از وصل اشتباه، جلوگیری کرده و ایمنی افراد تامین گردد .

۵-۱۳-۱۰. **تابلو باز نکنید افراد مشغول کارند .**

مشخصات :

۱. مقوا یا تخته سه لایی به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر
۲. انداز ۱۳۰×۲۴۰ میلیمتر
۳. رنگ سفید، حروف قرمز

محل نصب :

این تابلو روی موتور محرک دریچه های مکنده یا دمنده دود یا هوا، دسته شیر فلکه های لوله های هوا و همچنین دیژکنتورها آویزان می گردد (زیرا باز کردن دریچه های مکنده هوا یا دمنده هوا می تواند سبب جریان یافتن هوا و گردش خود بخود روتور گردد).

۵-۱۳-۱۱. **تابلو باز نکنید افراد مشغول کارند .**

تابلو در اینجا باید مشغول کار شد .

مشخصات :

۱. مقوا یا تخته سه لایی به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر

۲. انداز ۲۵۰×۲۵۰ میلیمتر

۳. رنگ زمینه سبز، دایره به قطر ۲۰۰ میلیمتر به رنگ سفید، حروف سیاه، حاشیه سفید به عرض ۱۵ میلی متر .

محل نصب :

این تابلو در محل انجام کار (در نیروگاهها و پستهای برق) در محل هایی که با طناب محصور گردیده آویزان می گردد .

۵-۱۳-۱۲. **تابلو در اینجا باید مشغول کار شد .**

مشخصات :

۴. مقوا یا تخته سه لایی به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر

۵. انداز ۲۵۰×۲۵۰ میلیمتر

۶. رنگ زمینه سبز، دایره به قطر ۲۰۰ میلیمتر به رنگ سفید، حروف سیاه، حاشیه سفید به عرض ۱۵ میلی متر .

محل نصب :

این تابلو در محل انجام کار (در نیروگاهها و پستهای برق) در محل هایی که با طناب محصور گردیده آویزان می گردد .

۵-۱۳-۱۳. **تابلو در اینجا باید مشغول کار شد .**

مشخصات :

۷. مقوا یا تخته سه لایی به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر

۸. انداز ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر

۹. رنگ زمینه سبز، دایره به قطر ۸۰ میلیمتر به رنگ سفید، حروف سیاه، حاشیه سفید به عرض ۵ میلی متر .

محل نصب :

این تابلو در محل کار روی تابلوهای کنترل و فرمان آویزان می گردد .

۵-۱۳-۱۴. **تابلو از اینجا باید بالا رفت .**

مشخصات :

۱۰. مقوا یا تخته سه لایی به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر

۱۱. انداز ۲۵۰×۲۵۰ میلیمتر

۱۲. رنگ زمینه سبز، دایره به قطر ۲۰۰ میلیمتر به رنگ سفید، حروف سیاه، حاشیه سفید به عرض ۱۵ میلی متر .

محل نصب :

این تابلو روی سازه هایی که ایمنی بالا رفتن از آن برای نفرات (به منظور رسیدن به محل اجرای کار) تامین می باشد، آویزان می گردد .

۵-۱۳-۱۵. **تابلو اتصال زمین**

مشخصات :

۱۳. مقوا یا تخته سه لایی به ضخامت ۲ تا ۳ میلیمتر

۱۴. انداز ۵۰×۸۰ میلیمتر

۱۵. رنگ زمینه سبز روشن، به رنگ سفید، حروف سیاه

محل نصب :

این تابلو روی دسته، شستی و کلید فرمان دیژنکتورها و سکسیونرهای اتصال زمین شده آویزان می گردد

.

۵-۱۴. بازرسی، نگهداری و تعمیر تجهیزات الکتریکی

- تنها افراد صلاحیت دار مجاز به انجام عملیات تعمیری و بازرسی تجهیزات الکتریکی می‌باشد.
- تازمانی‌که از برق‌دار نبودن مدار الکتریکی اطمینان حاصل نشده است تعمیرات روی آن اکیداً ممنوع است.
- به استثنای موارد فوق العاده ضروری هرگز نباید به تعمیر مدارهای الکتریکی برق‌دار پرداخت.
- تعمیرکاران قبل از شروع تعمیرات باید:

  - نقشه کار را دقیقاً بررسی و ارزیابی کنند.
  - خطرات موجود بر اساس درجه و نوع خطر مشخص نمایند.
  - حد و مرز نزدیک شدن به مدارها را مشخص کنند.
  - حدود حفاظت شده در برابر قوس الکتریکی را معین کنند.
  - محدوده مجاز را برای نزدیک شدن افراد متفرقه و آموزش ندیده مشخص نمایند
  - محدوده ممنوع برای تماس با مدارهای انرژی‌دار را تعیین کنند
  - محدود مورد نیاز حفاظت شده در برابر آرک الکتریکی را بر اساس دستورالعمل و جدول NFPA 70E معین کنند.

- تعمیر قسمتهای برق‌دار مدارهای برقی باید منحصراً در موارد زیر انجام گیرد:

  - به دستور شخص فنی مسؤول
  - تحت نظارت مستقیم و دائمی شخص فنی که با دستگاه تحت تعمیر و کاری که باید انجام بگیرد و همچنین خطرات احتمالی ناشی از آن آشنایی کامل داشته باشد و بتواند تمام اقدامات لازم برای جلوگیری از حوادث ضمن کار را فوراً به عمل آورد.

- شخص فنی مسؤول قبل از آن که اجازه کار کردن با هر نوع مدار الکتریکی و ماشین یا دستگاه الکتریکی را بدهد باید یقین حاصل کند که:
  - مدار یا ماشین یا دستگاه الکتریکی مورد نظر از منبع برق کاملاً قطع شده است.
  - کلید ها یا کلیدهای خودکاری که مدار یا ماشین یا دستگاه الکتریکی را کنترل می نماید در وضع قطع به طور مطمئن قفل شده است.
  - اقدامات لازم به‌عمل آمده است.تا از جریان یافتن مجدد برق قبل از اتمام تعمیر و دور شدن تعمیرکاران جلوگیری شود.
- پس از تعمیرات جریان برق فقط باید به دستور صریح شخص فنی صلاحیت‌دار مجدداً وصل شود.
- در موقع تعمیر مدارهای الکتریکی و کابلهای یا سیم های هوایی انتقال قدرت که احتمال دارد از جهات مختلف تغذیه شوند باید هر دو طرف قسمتی از آن مدار یا کابل یا سیم هوایی را به طور مطمئنی از منبع قدرت قطع نمود.
- طرفین قسمتی از سیم های هوایی را که باید تعمیر شود علاوه بر قطع نمودن از منبع قدرت باید در صورت لزوم به زمین وصل کرد.
- تمام تعمیرکاران هنگام بالا رفتن از تیرهای سیم هوایی باید از کمربند ایمنی با استحکام کافی استفاده نمایند.
- تمام ابزارها (مانند انبردست، آچار پیچ‌گوشتی و فیوزکش و غیره) که برای تعمیرات برقی به کار برده می شوند باید :

- دسته عایق قوی و محکم داشته باشند.
- برای کار مورد نظر مناسب باشند.

- تعمیر کارانی که با دستگاه های الکتریکی کار می کنند باید علاوه بر استفاده از ابزار های عایق بندی شده، نکات حفاظتی زیر را رعایت نمایند:
  - دستکش های لاستیکی مناسب مطابق با دستورالعمل تجهیزات حفاظت فردی(مصوب اداره کل HSE وزارت نفت) استفاده کنند و روی آنها دستکش چرمی محکم بدون دکمه های فلزی بپوشند.
  - هنگام کار روی چهار پایه‌ها و سکوها و یا فرشهایی که کاملاً از زمین عایق شده، بایستند.
- قبل از تعویض فیوزهای معیوب مدارهای الکتریکی باید آن مدارهای را از منبع انرژی قطع کرد. اگر این عمل امکان پذیر نباشد کارگری که فیوز را عوض می‌کند باید صورت و چشمهای خود را کاملاً محافظت نماید.
- هنگام دست زدن به فیوزهای مدار برق‌دار کارگران باید نکات زیر را رعایت نماید :
  - از ابزارهای مناسب و مخصوص کشیدن فیوز (مانند فیوز کش) استفاده کنند.
  - روی چهار پایه های یا فرش های عایق خشک بایستند.
- تمام تعمیر کاران برق باید آموزشهای کافی در زمینه خطرات و حوادث ناشی از برق و نیز کمک های اولیه دیده باشند.
- هر گاه هنگام کار کردن در دیگ‌های بخار و مخازن و سایر ظروف سربسته برای روشنایی و یا نیروی محرکه از برق استفاده شود :
  - ولتاژ مدار مربوطه نباید از مقادیر زیر تجاوز کند :
    - ۱۰۰ ولت برای جریان مستقیم.

- ۴۲ ولت (ولتاژ مؤثر بین فازها) در جریان سه فازی که نقطه صفر به زمین وصل شده باشد.
- ۲۴ ولت در جریان یک فاز

– فقط کابل های قابل انعطاف با عایق قوی و سرپیچ های ساخته شده از ماده عایق استعمال شود. لامپ باید حفاظ کافی داشته باشد تا از شکستن آن جلوگیری شود.

– کابل ها یا هادی‌های قابل انعطاف باید طوری قرار گرفته باشند که در اثر تماس با اشخاص ایجاد خطر ننماید.

۵-۱۵. تجهیزات حفاظت فردی در کار با تجهیزات برقی

- تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز کارکنان درگیر در کارهای برقی باید بر اساس خطرات موجود مشخص شود.
- کارگران در موقع کار کردن با وسائل و مدارهای الکتریکی برق‌دار یا انجام کار در مجاورت آنها باید نکات زیر را رعایت نمایند :

– لباس مناسبی بپوشند که اجزاء فلزی نداشته باشد.

– از حمل اشیائ فلزی غیر ضروری مانند انگشتر، کلید، زنجیر ساعت و یا ماسک های فلزی و همچنین اشیاء قابل اشتعال خودداری نمایند.

– با وسائل حفاظت مناسب طبق شرایط و مقررات دستورالعمل تجهیزات حفاظت فردی مجهز بوده و آنها را مورد استفاده قرار دهند.

– از سالم بودن تجهیزات حفاظتی مورد استفاده اطمینان حاصل کنند.

– وسائل و ابزارهای فلزی را طوری حمل کنند که از افتادن آنها جلوگیری شود.

- از سالم بودن و بی عیب بودن وسایل حفاظت فردی و ابزار کار اطمینان حاصل کنند.

۵-۱۶. رعد و برق

۵-۱-۱۶. کلیات

- کار خارج از ساختمان احتمال مرگ در اثر رعد و برق را به شدت افزایش می‌دهد.
- ۳۰٪ افرادی که از رعد و برق آسیب می‌بینند، جان خود را از دست می‌دهند.
- مرگ ناشی از رعد و برق معمولا یک ساعت پس از آسیب دیدن اتفاق می‌افتد.
- رعد و برق در فاصله ده مایلی منطقه بارانی نیز می‌تواند موجب ایجاد حادثه گردد.
- بیشتر مرگ‌های ناشی از رعد و برق در فصل بهار اتفاق می‌افتد.

۵-۱-۱۶. پیشگیری از عوارض رعد و برق

- در فصولی که احتمال بروز رعد و برق وجود دارد به پیش‌بینی‌های وضع هوا توجه داشته باشید.
- در خلال طوفان و هوای بارانی در صورت امکان از کارکردن در بیرون از ساختمان پرهیز کنید.
- در صورت شنیدن صدای رعد و برق سریعاً از سرپوش و سرپناه مناسب استفاده کنید و اشیاء و درختان مرتفع، زمین‌های بلند (کوه و تپه)، آب، فضاهای باز و اشیاء فلزی دوری نمائید.
- هنگامی که در داخل ساختمان هستید وسایل الکتریکی را خاموش کرده و از تلفن استفاده نکنید.
- سیستم اتصال زمین ساختمان را از لحاظ محکم بودن اتصالات بازرسی کنید به دلیل اینکه عدم اتصال محکم قطعات موجب افزایش مقاومت سیستم و عدم کارایی آن خواهد شد.
- سیستم حفاظتی مناسب برای تابلوی اصلی برق در نظر بگیرید.

۶. پیوست

پیوست۱. تعاریف

پیوست۱. تعاریف

- تجهیزات الکتریکی ـ مصالح و تجهیزاتی که برای تولید، تبدیل و یا مصرف انرژی الکتریکی به کار می روند از قبیل مولدها، موتورهای برق، ترانسفورماتورها، دستگاه های برقی، دستگاه های اندازه‌گیری، وسایل حفاظتی و مصالح الکتریکی.
- تأسیسات الکتریکی ـ هر نوع ترکیبی از وسایل و مصالح به هم پیوسته الکتریکی در محل یا فضای معین.
- مدار الکتریکی (مدار) ـ ترکیبی از وسایل و واسطه ها که جریان الکتریکی می تواند از آنها عبور نماید.
- قسمت برق‌دار ـ هر سیم یا هادی که در شرایط عادی تحت ولتاژ الکتریکی باشد.
- بدنه هادی ـ قسمتی که به سادگی در دسترس بوده و در حالت عادی برق‌دار نمی‌باشد ولی ممکن است در اثر بروز نقصی در دستگاه برق‌دار شود.
- قسمت های بیگانه ـ قسمت هادی که جزیی از تأسیسات الکتریکی را تشکیل نداده باشد (نظیر اسکلت فلزی ساختمان ها، لوله های فلزی، گاز، آب و حرارت مرکزی و غیره).
- هادی حفاظتی ـ هادی هایی که از آن در اقدامات حفاظتی در برابر برق گرفتگی هنگام بروز اتصالی استفاده شده و بدنه های هادی را به قسمت های زیر وصل می نماید :
  - بدنه های هادی دیگر
  - قسمت های هادی بیگانه
  - الکترود زمین
  - هادی زمین شده یا قسمت برق‌دار زمین شده
- هادی خنثی ـ هادی ای که به نقطه خنثی وصل بوده و به منظور انتقال انرژی الکتریکی از آن استفاده شود.

- الکترود زمین ـ یک یا چند قطعه هادی که به منظور برقراری ارتباط الکتریکی سیستم یا جرم کلی زمین، در خاک مدفون شده باشد.
- الکترودهای زمین مستقل از نظر الکتریکی ـ الکترودهایی هستند که فواصل آنها از یکدیگر به قدی است که در صورت عبور حداکثر جریان ممکن از آنها ولتاژ الکترودهای دیگر به مقدار قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار نگیرند.
- کانال های سیم کشی برق: کلیه مجاری که از فلز، مصالح بنایی و یا مواد دیگر ساخته شده باشد و برای عبور هادی های الکتریکی به کار رود کانال های سیم کشی نامیده می شود.
- تابلوی برق: صفحات و یا گنجه های فلزی که برای نصب وسائل نقلیه قطع و وصل و حفاظت و کنترل مدارهای الکتریکی به کار می رود تابلوی برق نامیده می شود.
- تخته کلید: تخته کلید عبارتست از صفحات ساخته شده از فلز و یا مواد عایق که در روی آنها فقط کلید و فیوز تصب شده باشد.
- سکوی عایق: سکوی عایق عبارتست از پله ثابت یا متحرکی است که در مقابل تابلوهای برق قرار گرفته و به وسیله ای از زمین عایق شده است.
- اتصال زمین: اتصال زمین یعنی وصل نمودن یک نقطه از بدنه وسایل و ماشین های الکتریکی به زمین که الکتریسیته را خوب هدایت می کند.
- اتصال موثر زمین: اتصال زمین وقتی موثر است که مقاومت کلیه اجزاء آن (سیم زمین، اتصالی ها و زمین) کم باشد تا جریان را به خوبی به زمین هدایت نماید.
- هادی:مفتول ها، تسمه ها یا لوله های فلزی بدون روپوش یا با روپوش عایق که برای انتقال جریان برق به کار می رود هادی نامیده می شود.
- اتصال کوتاه: اتصال کوتاه عبارتست از اتصال مستقیم دو هادی به یکدیگر یا به وسیله جسم هادی دیگری که مقاومت بسیار ناچیز داشته باشد و در نتیجه شدت جریان مدار را به طور فوق العاده افزایش دهد.

- برق‌دار: مدارها و وسائل الکتریکی وقتی برق‌دار است که به منبع جریان برق وصل شده باشند.
- قدرت قطع: قدرت قطع عبارت است از حداکثر مقدار ولت آمپری است که وسائل قطع کننده در موقع اتصال کوتاه و انجام عمل قطع مدار بدون آسیب دیدن می توانند تحمل کنند.
- کلید اطمینان: کلید اطمینان کلیدی است که در روی مدار قرار گرفته و مادام که به حالت بسته می باشد دسترسی به یک قسمت مورد نظر از مدار به هنگام برق‌دار بودن امکان نداشته باشد.
- انفصال: انفصال یعنی جداکردن قسمتی از مدار از شبکه اصلی برق به طوری که دیگر برق‌دار نباشد.
- کلید جدا کننده: به کلید های تیغه ای اطلاق می شود که قسمتی از مدار را از شبکه اصلی از لحاظ الکتریکی قطع نماید .
- مقادیر اسمی (جریان، توان، سطح مقطع ...)

الف ـ در مورد ابعاد و دیگر مشخصات مکانیک، مقدار اسمی مشخص کننده کمیت معینی در حدود رواداریهای تعیین شده می باشد.

ب ـ در مورد کمیت هایی نظیر توان جریان ولتاژ و غیره که مقدار واقعی آنها بستگی به عوامل دیگری مانند تغییرات در مصرف افت ولتاژ و غیره دارد، مقدار اسمی کمیتی است که در اثر آن دما و تنش های مکانیک یا الکترو مغناطیسی در دستگاه مولد موتور یا وسایل مصرف کننده دیگر در شرایط متعارفی محیط کار از مقادیر مجاز مربوطه تجاوز نخواهد نمود.

- جریان اتصال کوتاه ـ اضافه جریانی است که در اثر متصل شدن دو نقطه با پتانسیل های مختلف در موقع کار عادی از طریق امپدانسی بسیار کوچک بوجود آمده باشد.
- جریان اتصالی ـ جریانی است که در اثر خرابی عایق یا اتصالی بوجود آید.
- جریان اتصالی به زمین ـ جریان اتصالی است که به زمین جاری شود.
- جریان احتمالی اتصال کوتاه ـ جریانی است که احتمال بروز آن در اثر اتصال کوتاه در یک نقطه یا روی ترمینال های سیستم یا تأسیسات مورد نظر وجود دارد.

- جریان برق گرفتگی (جریانی که از نظر پاتوفیزیولوژی خطرناک است). جریانی است که از بدن انسان و حیوانات عبور نموده و مقدار آن (با در نظر گرفتن هارمونیک ها و زمان تأثیر)به قدری باشد که آسیب بوجود آورد.
- تجهیزات یا وسایل حفاظتی ـ تجهیزات و وسائلی است که هدف اولیه آنها قطع جریان مدار در صورت بروز اضافه جریان یا اتصال کوتاه یا اختلال در سیستم ایمنی آن می باشد (مانند انواع فیوزها، کلیدهای خودکار، کلیدهای جریان تفاضلی و غیره).
- ولتاژ تماس ـ ولتاژی که بین قطعاتی که در آن در دسترس باشند بوجود آید.
- قطعاتی که در آن در دسترس می باشند ـ هادی ها با بدنه های هادی که در آن واحد توسط یک شخص قابل لمس باشد، قسمت های برق‌دار، بدنه های هادی، بیگانه، هادی های حفاظتی و الکترودهای زمین قطعاتی هستند که در آن واحد ممکن است در دسترس باشد.
- دسترس ـ منطقه ایست که حدود آن از محل فعالیت عادی افراد قابل لمس باشد.
- مقاومت سیستم اتصال زمین ـ مقاومت معادلی است از مقاومت الکترود زمین و مقاومت هادی های اتصال زمین نسبت به جرم کلی زمین.

پیوست۲. فواصل مجاز

حداقل فاصله ایمنی مجاز از دستگاه های برقدار برای افراد عادی و غیر متخصص برقی

ولتاژ اسمی به ولت	حداقل فاصله مجاز به متر
۷۵۰تا ۳۵۰۰	۱
۳۵۰۰ تا ۳۵۰۰۰	۱/۵
۳۵۰۰۰تا۷۵۰۰۰	۲
۱۵۰۰۰۰تا۲۵۰۰۰۰	۲/۵
۲۵۰۰۰۰تا۵۵۰۰۰۰	۴

حداقل فاصله ایمنی مجاز از دستگاه های برقدار برای افراد متخصص برق فشار قوی

ولتاژ اسمی به ولت	حداقل فاصله مجاز به متر
۷۵۰تا ۳۵۰۰	۰/۵
۳۵۰۰ تا ۳۵۰۰۰	۰/۵
۳۵۰۰۰تا۷۵۰۰۰	۱
۱۵۰۰۰۰تا۲۵۰۰۰۰	۱/۵
۲۵۰۰۰۰تا۵۵۰۰۰۰	۳

حداقل فاصله ایمنی مجاز هنگام کار با جرثقیل ها و برج های بالابر

ولتاژ هادی های برقدار به کیلو ولت	حداقل فاصله مجاز به متر
برای ولتاژ تا ۱۲	۲/۶
برای ولتاژ تا ۲۴	۲/۸
برای ولتاژ تا۳۶	۲/۹
برای ولتاژ تا۷۲	۳
برای ولتاژ تا ۱۰۰	۳/۴۶
برای ولتاژ تا ۱۴۵	۳/۵
برای ولتاژ تا ۲۴۵	۴/۵
برای ولتاژ تا ۳۰۰	۴/۸
برای ولتاژ تا ۳۶۲	۵/۲۵
برای ولتاژ تا ۴۲۰	۵/۵
برای ولتاژ تا ۵۲۵	۷/۵