



شرکت توزیع نیروی برق استان مرکزی

گزارش پروژه :

شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات کار با تاسیسات برق

برای کارکنان شبکه توزیع برق

با بهره گیری از استانداردهای معتبر

محقق پروژه : علی فراهانی

مشاور پروژه : رامین زارع

## با سپاس از

❖ آقای مهندس عابدی مدیریت محترم عامل شرکت توزیع برق استان مرکزی

❖ آقای مهندس علی اکبر بصیری دبیر محترم کمیته تحقیقات شرکت توزیع برق استان

❖ آقای امیر محمدی مسئول محترم ایمنی شرکت توزیع برق استان مرکزی

❖ آقای دکتر رامین نوروزی مشاور محترم تحقیقات شرکت توزیع برق استان مرکزی

که ما را در اجرای این پروژه یاری فرمودند.

پروژه حاضر به تشریح خطرات الکتریکی که پرسنل عملیاتی و اجرایی شرکت توزیع برق درهنگام کار در شبکه های توزیع برق مواجه هستند می پردازد و با محاسبه میزان این خطرات ، شرایط لازم را برای کنترل و کاهش آسیب به پرسنل در صورت بروز خطر تعیین می نماید . مطالب ارائه شده در هر فصل به شرح ذیل میباشد :

- در فصل اول تعاریف و اصطلاحات مرتبط با موضوعات مورد بررسی در پروژه برای استفاده کنندگان از نتایج پروژه آورده شده است.
- در فصل دوم انواع خطرات الکتریکی انرژی برق که بصورت کلی به دو دسته شوک الکتریکی و آرک فلش تقسیم میگردند تشریح شده است.
- در فصل سوم حوادث ۱۰ ساله شرکت توزیع برق استان مرکزی که بین سالهای ۷۶ تا ۸۵ رخ داده است ، تحلیل گردیده و درصد و میزان بروز حوادث رخ داده را از نقطه نظر نوع خطر (بروز شوک الکتریکی و یا آرک فلش) و تعداد حوادث رخ داده در بخش فشار ضعیف و فشار متوسط ، بررسی مینماید .
- در فصل چهارم استانداردهای بین المللی و معتبر موجود در سطح جهان در زمینه کنترل خطرات الکتریکی معرفی میگردند و استاندارد مبنا برای روش تحقیق پروژه مشخص میگردد .
- در فصل پنجم با انجام پرسش و پاسخ با پرسنل شرکت لیستی از خطراتی که مشاغل فنی موجود در شرکت توزیع برق با آنها مواجه هستند تهیه شده است .
- در فصل ششم روشهای فنی کنترل خطرات الکتریکی در دو بخش کنترل خطر شوک الکتریکی و آرک فلش بهمراه جداول استاندارد برای انتخاب PPE تدوین میگردد .
- در فصل هفتم میزان ریسک خطرات الکتریکی برای پرسنل در سطح شبکه استان مرکزی بررسی شده و نحوه انتخاب PPE مورد نیاز برای کنترل خطرات الکتریکی در دو بخش شوک الکتریکی و آرک فلش با در نظر گرفتن میزان ریسک این خطرات تشریح میگردد .
- در فصل هشتم براساس شرح وظایف مشاغل مختلف ، PPE مورد نیاز هر شغل مشخص و در یک جدول بصورت خلاصه تدوین شده و نحوه برچسب گذاری در نقاط مختلف شبکه برای آگاه سازی پرسنل قبل از شروع بکار تعیین میگردد .
- در پایان ضمن تشریح وضعیت ایمنی شرکت از نظر وضعیت حفاظتی شبکه و لوازم ایمنی ، شرایط لازم برای رسیدن به جایگاه مطلوب از نظر کنترل میزان خطرات آورده شده است .

## فهرست

- ۱- تعاریف و مفاهیم
- ۲- بررسی خطرات الکتریکی موجود برای کارکنان صنعت برق
- ۳- تحلیل حوادث الکتریکی کارکنان شبکه‌ی توزیع برق استان مرکزی طی ۱۰ سال گذشته
- ۴- استانداردهای موجود در زمینه خطرات آرک فلش و شوک الکتریکی
- ۵- شناسایی خطرات موجود در شبکه‌های توزیع که کارکنان شبکه‌های برق با آنها مواجه هستند
- ۶- تکنیکهای لازم جهت کنترل خطرات الکتریکی
- ۷- محاسبه میزان آرک فلش در شبکه فشار ضعیف و فشار متوسط استان مرکزی و تعیین سطح ریسک و مورد نیاز ppe
- ۸- تعیین ppe مورد نیاز برای مشاغل موجود در شرکت توزیع برق استان مرکزی
- ۹- پیشنهادات

پیوست ۱ : دستورالعمل حفاظت استاندارد Tagout

فصل اول :

۱- تعاریف و مفاهیم:

۱-۱- دسترس: محدوده‌ای است که در محل فعالیت عادی افراد در هنگام کار ، قابل لمس باشد. برخی قطعات مانند هادیها یا بدن‌های هادی ، قسمت‌های برق دار ، قسمت‌های بیگانه ، هادیهای حفاظتی و الکترودهای زمین، می‌توانند در آن واحد در دسترس قرار گیرند .

۲- خطر:

به هر عاملی می‌گویند که توانایی ایجاد رویدادی را دارد که می‌تواند باعث آسیب به افراد ، خسارت به تجهیزات ، ضایع شدن مواد و یا تخریب محیط گردد .

۳- شناسایی خطرات :

مجموعه اقداماتی است که برای شناخت وضعیت‌ها و مکان‌هایی که می‌توانند تهدیدگر باشند، انجام می‌شود. مثلا نتیجه آلاینده سنجی محیط کار نشان می‌دهد که چه عوامل بیماری زایی و چه پتانسیل خطری در محیط کار وجود دارد. همچنین استفاده از بررسی و تجزیه و تحلیل حوادث و بیماری‌های شغلی کمک می‌کند تا خطرات محیط کار و شغلی را بشناسیم.

۴- کنترل خطرات :

پس از شناسایی و ارزیابی خطرات محیط کار و تعیین ریسک‌های غیر قابل پذیرش محیط کار، نوبت به برنامه ریزی برای حذف یا کاهش ضریب ریسک می‌رسد. به مجموعه اقدامات در این باره کنترل خطرات می‌گوییم. کنترل خطرات می‌تواند به صورت حذف فرایند دارای خطر بحرانی یا غیر قابل پذیرش باشد. یا با صدور دستورالعمل‌های ایمنی و کاری ، به حالت تعديل درآید. یا با اجرای برخی طراحی‌های ایمنی وضعیت بهبود

یابد.

## ۱-۵- Personal Protective Equipment (PPE)

به مجموعه لوازم حفاظتی شخصی گفته میشود.

### ۱-۶- TAGOUT : برچسب گذاری

عبارت است از نصب نشانه های هشدار دهنده بر روی دستگاه ها یا تجهیزات الکتریکی (به ویژه هنگام تعمیرات برای آگاهی و اطلاع دیگران).

### ۱-۷- LOCKOUT : قفل زنی

به کاربرد قفل فیزیکی بر روی منبع نیروی مدارها و تجهیزات، پس از قطع و بدون انرژی شدن آن ها، قفل زنی گفته می شود.

۱-۸- قوس الکتریکی یا آرک فلش : عبارتست از یک تخلیه الکتریکی همراه با یک حرارت شدید که به دلیل یک اتصالی یا خطای الکتریکی روی هادیهای برقدار که در هوا انتشار می یابد.

۱-۹- آرک بلست : عبارتست از یک موج همراه با فشار و صوت که هنگام بروز آرک فلش و انفجار ناشی از آن ایجاد میگردد

۱-۱۰- آستانه سوختگی درجه ۲ : آستانه سوختگی در حد ۱,۲ کالری بر سانتیمتر مربع است. در سوختگی درجه ۲ اگر پوست بدن بصورت لخت و بدون محافظ در معرض این مقدار انرژی قرار گیرد میزان سوختگی ایجاد شده پس از مداوا و مراقبتها لازم کاملاً "قابل ترمیم خواهد بود.

### ۱-۱۱- اجرای چهار عمل اصلی

به هنگام انجام کار به هر نحوی روی خطوط شبکه های توزیع برق لازم است چهار عمل اصلی به روش خط

سرد بشرح و ترتیب ذیل انجام گردد :

الف - مرحله اول : قطع خطوط

در این مرحله به هنگام درخواست قطع خطوط توسط گروههای اجرایی و دریافت فرم درخواست خاموشی

توسط اکیپ اتفاقات و عملیات با هماهنگی مرکز کنترل شبکه قطع خطوط انجام میگردد .

ب- مرحله دوم : تست توسط فازمتر

در این مرحله پس از قطع خطوط جهت اطمینان از نحوه قطع لازم است توسط فازمتر از سوی اکیپ اتفاقات

و عملیات ، خطوط آزمایش و از قطع آنها اطمینان حاصل نمایند . ( البته ابتدا بایستی از صحت و سلامت

فازمتر اطمینان حاصل نموده و سپس عمل تست با فازمتر را انجام داد ).

ج- مرحله سوم : تخلیه الکتریکی با تفنگ پرتاب سیم ارت

در این مرحله پس از آزمایش با فازمتر بایستی جهت تخلیه بارهای الکتریکی موجود در خطوط توزیع، نسبت

تخلیه توسط تفنگ پرتاب سیم ارت اقدام گردد .

د- مرحله چهارم : اتصال زمین موقت

در این مرحله بایستی جهت جلوگیری از برقرارشدن خطوط ، نسبت به نصب اتصال زمین موقت در طرفین

محل کار طوریکه قابل رویت باشند اقدام نموده سپس به گروههای اجرایی مجوز انجام کار بر روی خطوط

توزیع برق داده شود . ( در کلیه مراحل فوق فرد مجری بایستی لوازم ایمنی فردی را استفاده نماید )

## فصل دوم :

### -۲ برسی خطرات برق

خطرات الکتریکی در هنگام کار با شبکه های برق را به دو دسته تقسیم میکنند :

۱-۱- خطرات ناشی از بروز شوک در بدن انسان

۱-۲- خطرات ناشی از بروز آرک فلش (قوس الکتریکی)

۱-۳- خطرات ناشی از بروز شوک

عبور جریان برق از بدن در وضعیت های مختلف را شوک الکتریکی گویند. عبور الکتریسیته از بدن می تواند

به علت تماس فرد با قسمتهای برقدار با بیش از ولتاژ ۵۰ ولت اتفاق بیافتد . بنابراین چنانچه با سیم برق دار

یا هرگونه قسمت برقدار (دارای اختلاف پتانسیل بیش از ۵۰ ولت نسبت به جرم کلی زمین) تماس برقرار

شود ، شوک الکتریکی یا برق گرفتگی رخ خواهد داد . در محیطهای کاری که دارای رطوبت زیادی است و

کارگران زیاد عرق می کنند و لباس آنها مرطوب است ، خطر شوک الکتریکی یا برق گرفتگی در آن ها بیشتر

است .

## ۲-۱-۲- صدمات شوک الکتریکی :

- از کارافتادن سیستم تنفسی

- سوختگی

- ایست موقت قلبی

- صدمات فیزیکی پر شدن از ارتفاع

- تغییر فشارخون

- اختلالات حسی و عصبی از جمله بینایی ، شنوایی ، گفتاری

صدمات داخلی و پنهان : بر اثر عبور جریان برق از بدن و اثرات نامطلوب بر روی مغز ، قلب و سیستم

تنفسی رخ می دهد. صدمات داخلی بسیار مهم و حیاتی است ، چرا که موجب وقفه سیستم تنفسی ، قلبی یا هر

دو می شود. در این صورت اگر عملیات احیاء قلبی- ریوی و دیگر امدادهای مورد نیاز بر حسب شدت

صدمات به سرعت انجام نشود، احتمال مرگ وجود دارد. به گونه ای که اگر عملیات امداد در دقیقه اول

صورت گیرد ، 90 درصد و پس از 6 دقیقه 10 درصد احتمال زنده ماندن فرد وجود دارد. در صورت

امدادرسانی پس از 12 دقیقه ، احتمال زنده ماندن بسیار کم تر بوده و اگر هم زنده بماند ، عوارض بسیار

نامطلوبی بر جای خواهد گذاشت .

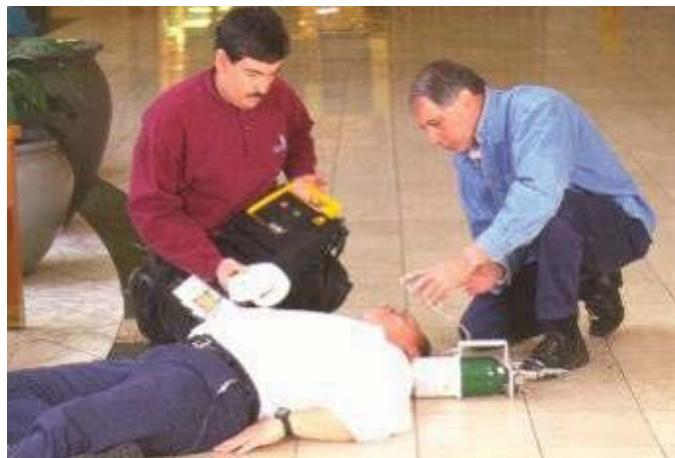
برخی از آسیب های مربوط به شوک های الکتریکی نیز پنهان بوده و دیده نمی شوند.

اصطلاح فاز قرمز :

اگر فردی دچار برق گرفتگی شود ، به گونه ای که عبور جریان الکتریکی از قلب و هم‌مان با انقباض بطن

چپ باشد ، ریتم ضربان قلب فرد برق گرفته به هم خورده و دچار فیبریلاسیون بطنی شده و بسختی قابل

احیاء میباشد . این حالت را در اصطلاح پزشکی ، فاز قرمز می گویند. چرا که احتمال زنده ماندن فرد برق گرفته در این وضعیت کم بوده و نیاز به امدادرسانی فوری و عمل احیاء دارد .



### ۳-۱-۲- عوامل تاثیرگذار در شدت حوادث تماس با برق :

جريان الکتریکی می تواند در اثر خواص حرارتی ، بافت های زنده بدن را بسوزاند. چنانچه شدت جریانی که

از بدن عبور کند زیاد باشد، سوختگی ایجاد شده به نسبت شدت آن ، می تواند سبب سوختگی شدیدتری شود . مقدار حرارتی که در اثر عبور جریان الکتریکی در بدن تولید و سبب سوختگی می شود ، را می توان طبق قانون ژول مشخص کرد .

مقاومت الکتریکی بدن ثابت نبوده و ممکن است به نسبت یک تا صد برابر تغییر کند. مقاومت الکتریکی بدن هنگام مرطوب بودن نقاط تماس با هادیهای برق دار و زمین ، کاهش می یابد. بنابراین هنگامی که دست ها مرطوب بوده و پاهای در محل نمناکی قرار گرفته باشد ، خطر برق گرفتگی افزایش می یابد. از طرف دیگر جریان متناوب برق با فرکانس هایی که معمولاً  $50$  سیکل در ثانیه است ، باعث اسپاسم عضلات شده و در

نتیجه دست ها منقبض شده و بر خلاف تمایل مصدوم ، هادی برق دار را محکم در دست خود نگه می دارد.

مقاومت الکتریکی بدن حداقل هزار اهم است .

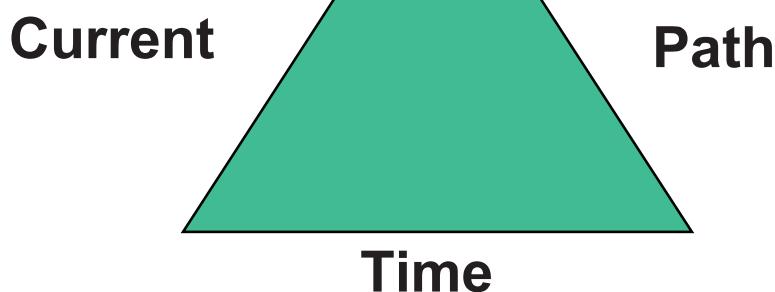
بنابراین پارامترهای موثر در میزان اثرات شوک روی بدن انسان بدین شرح میباشند :

الف - مقدار جریان عبوری از بدن انسان

ب - مدت عبور جریان از بدن انسان

ج - مسیر عبور جریان از بدن انسان

## Electrocution



هرگونه تماس مستقیم یا غیر مستقیم با قسمتهای برقدار که سبب عبور جریان الکتریکی بیش از ۵ میلی آمپر از بدن شود میتواند سبب بروز شوک گردد .

مثال : عبور جریان ۱۰۰ میلی آمپر بمدت ۳ ثانیه یا اینکه عبور ۹۰۰ میلی آمپر بمدت ۰,۰۳ ثانیه از مسیر قلب

انسان میتواند سبب فیبریلاسیون بطنی و اختلالات قلبی گردد.

ولتاژ های بالاتر باعث انقباض های ماهیچه ای شدیدتر شده و می تواند تعادل فرد را به هم بزنند و در نتیجه باعث سقوط فرد گردد. همچنین ولتاژ های بالا می تواند سبب سوختگی شدیدتر شود و نیز ممکن است باعث سوختگی و بسته شدن رگ های خونی و آسیب اعصاب در ناحیه تماس شود. انقباض ماهیچه در اثر وارد شدن شوک ممکن است حتی باعث شکستگی استخوان ها شود، شوک شدید می تواند سبب خونریزی درونی شده و نابودی بافت ها، اعصاب و ماهیچه ها را در پی داشته باشد. گاهی این شوک ها باعث آسیب های پنهان و درونی می شود که غیر قابل جبران هستند، بنابراین شروع وارد شدن شوک می تواند زنجیره ای از حوادث پی در پی باشد. در این جدول اثرات جریانهای مختلف را بر فیزیولوژی بدن با اختصار آورده شده

است:

مقدار جریان عبوری	اثرات
بیش از ۳ میلی آمپر	بروز لرزش آزار دهنده
بیش از ۱۰ میلی آمپر	ایجاد انقباض و جمع شدگی در عضلات
بیش از ۳۰ میلی آمپر	تأثیر روی عملکرد ریه و اختلال تنفسی
بیش از ۵۰ میلی آمپر	احتمال بروز فیبریلاسیون بطنی قلب
بیش از ۱ آمپر	بروز قطعی فیبریلاسیون بطنی
بیش از ۴ آمپر	ایست قلبی کامل و بروز سوختگی در بافت های مسیر عبور جریان

#### ۱-۲-۴- میزان مقاومت مسیرهای مختلف ورود و خروج جریان برق از بدن

مقاومت الکتریکی بدن انسان ثابت نیست و بر اثر عوامل فردی و شرایط محیط کار ممکن است به نسبت ۱ تا ۱۰۰

برابر تغییر نماید، مهمترین عواملی که در تغییر این مقاومت مؤثر است عبارتند از:

الف- حالت روحی فرد: خستگی، گرسنگی، تشنگی، بی خوابی، عصبانیت، خنده، غم و بیماری از عواملی است که مقاومت بدن را می تواند به حد زیادی کم و تغییر نماید.

ب- سطح تماس و فشار تماس:

هر چه سطح و فشار تماس بیشتر باشد مقاومت بدن کمتر می گردد، البته عوامل دیگری غیر از آنچه ذکر شده وجود دارد که می تواند مقاومت بدن را کمتر کند، از جمله وقتی که بدن مرطوب و عرق کرده است مقاومت آن تا حد زیادی کم می شود که در این صورت خطر برق گرفتگی را چندین برابر افزایش می دهد.

بیشترین مقاومت بدن در قسمت پوست است، بطوریکه مقاومت پوست های خشک و سالم گاهی حتی تا چند صد هزار اهم نیز می رسد، از آنجائیکه جریان برق برای عبور از بدن ناچار است از پوست داخل و خارج شود هر گونه اقدامی که در جهت بالا بردن مقاومت محل ورود و خروج جریان صورت گیرد خطر برق گرفتگی را کاهش می دهد.

جدول مقاومت نقاط مختلف بدن انسان در زیر آورده شده است.

مقاومت بدن بر حسب اهم (اقتباس از سایت خبری وزارت نیرو ۸۶/۱۱/۲۸)

مسیر جریان در بدن	کمتر از ۶۵ ولت	کمتر از ۱۲۷ ولت	۲۲۰ ولت	بیشتر از ۲۲۰ ولت
کف دست تا شانه	۳۲۰۰	۲۵۰۰	۸۰۰	۶۰۰
شانه تا پا	۳۶۰۰	۲۸۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰
مسیر کف دست تا پاهای او مسیر کف دست راست تا کف دست چپ	۴۴۰۰	۳۴۰۰	۱۶۰۰	۱۲۰۰

## ۲-۲ - خطرات ناشی از بروز آرک فلش

همه ساله حوادث گوناگونی در شبکه های برق ، روی می دهد و خسارات جانی و مالی متعددی به بار می آورد ، متأسفانه اغلب حوادث ، کمتر مورد تجزیه و تحلیل قرار میگیرند.

در چند سال اخیر، تلاش های فنی و آزمایشگاهی عمدۀ ای در زمینه خطرات آرک فلش و انفجار در تجهیزات الکتریکی در سطح کشورهای پیشرفت‌های صورت گرفته است. نتیجه این تلاش ها، در زمینه آرک های ناشی از خطأ و چگونگی پیشگیری از آن یا به حداقل رساندن خطرات به اشخاص و تجهیزات، به ما درک بیشتری می دهد.

## ۲-۲-۱ - قوس الکتریکی یا آرک فلش چیست؟

اگر یک هادی زمین شده با هادی دیگری که دارای ولتاژ بالایی است تماس یابد ، ممکن است عایق هوای بین آنها شکسته و باعث ایجاد جرقه شود ، این عمل موجب یونیزه شدن هوا شده و مقاومت آن را پایین می آورد که این به نوبه خود باعث افزایش جریان برق در نتیجه ایجاد قوس الکتریکی یا آرک فلش می شود. حال اگر انسان در فاصله نزدیک به این آرک قرار داشته باشد بدون تماس با هادی دچار سوختگی میشود .

آرک های الکتریکی معمولاً با انرژی زیاد ، جابجایی آمپراژ بالا و آرکی که در هوا روی می دهد همراه هستند.

## ۲-۲-۲- خطرات آرک فلش

هر ساله تعداد افراد زیادی هنگام کار با شبکه های برقدار در نتیجه آرک فلش دچار جراحت شده اند و در مراکز سوختگی درمان می شوند . شعله و درخشندگی ، سریع اتفاق می افتد، اما آثار جراحت سخت آن برای ماه ها ، سالها یا حتی تمام عمر می تواند باقی بماند. اثرات آرک فلش به

شرح ذیل میباشند :

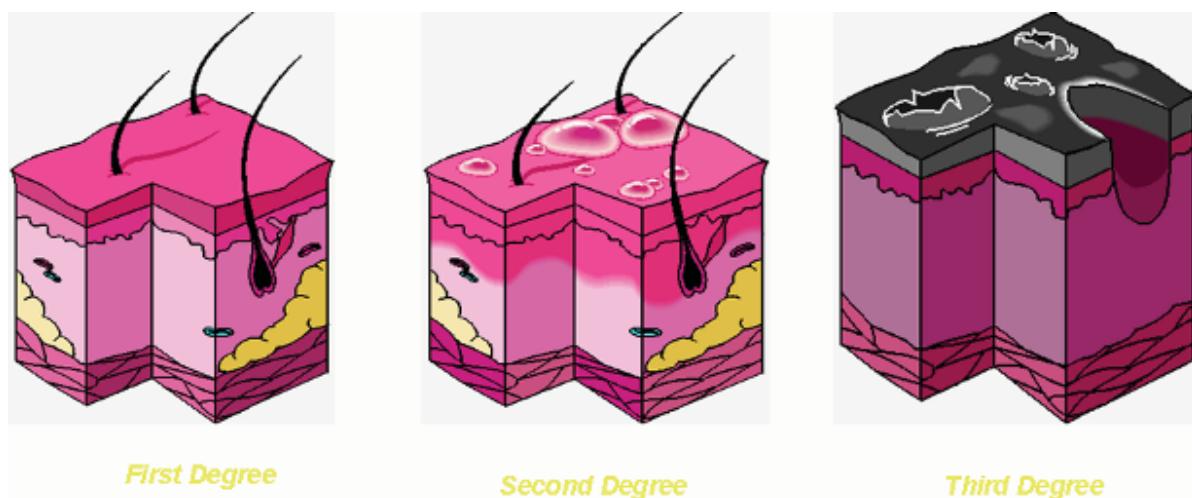


الف - تشبعات حرارتی سبب بروز :

- سوختگی پوستی

- کوری و آسیب در شبکیه چشم

سوختگی ایجاد شده بسته به شرایط فاصله شخص از محل آرک فلش و نیز میزان انرژی ایجاد شده بصورت درجه یک ، دو یا سه اتفاق بیافتد .



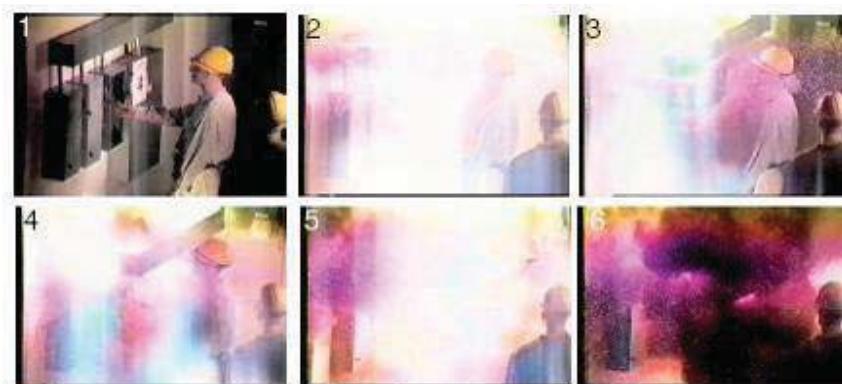
ب- اشعه ماورای بینفسن :

آرک فلش تولید اشعه ماورای بینفسن می‌کند که باعث جراحتی شبیه به آفتاب سوختگی می‌نماید.

اشعه ماورای بینفسن ناشی از آرک نیز می‌تواند به نوبه خود باعث حساسیت پوستی و به ویژه حساسیت چشم‌ها شود.



ج- بروز انفجار شدید به دلیل تغییر حجم ناگهانی هوا در محل حادثه میتواند سبب ایجاد فشار شدید هوا شود، لذا حرارت گردابی زیاد ناشی از گاز متصاعد شده، می‌تواند فلزات را ذوب کرده و به سمت شخص پاشیده شده و بدن را بسوزاند.



## د - امواج فشاری arc blast

- اثر مشبّت : پرت کردن اپراتور و دور شدن آن از حرارت محل حادثه
- اثر منفی : ایجاد آسیب مغزی و مشکلات ریوی
- ه - ایجاد انفجار صوتی و آسیب در سیستم شنوایی
- و - تاثیرات روانی شامل :

### - افسردگی

- استرس شغلی و ضربات روحی جبران ناپذیر
- ۲-۳- مکانهای دارای پتانسیل بروز آرک فلش

تصور کنید آرک فلش یک اتصال کوتاه در هوا باشد. در پدیده آرک فلش ، مقدار زیادی انرژی متمرکز از انفجار تجهیزات الکتریکی ایجاد می شود. در این انفجار ، فشار امواج ناشی از آن می توانند به گوش و درخشندگی زیاد آرک فلش می توانند به چشممان آسیب زده و حرارت گردابی زیاد ناشی از گاز متضاد شده، می توانند فلزات را ذوب کرده و به سمت شخص پاشیده و بدن را بسوزانند.

مخاطرات آرک فلش می توانند در هر وسیله الکتریکی صرف نظر از ولتاژ ، با تولید انرژی حاصل از آرک فلش ایجاد شود .

مکانهایی که دارای پتانسیل بروز این حوادث هستند عبارتند از :

- وجود اتصالات سست در تاسیسات (Loose Connections)

- برخورد اتفاقی هادیهای غیر هم فاز برقدار به هم دیگر

- شکست عایقی و بروز اتصالی

- نگهداری ناصحیح تاسیسات

- اضافه ولتاژها

- قطع ناموفق اتصال کوتاه در کلیدها

- ورود حیوانات در حوزه الکتریکی هادیهای برقدار

اپراتورها، تکنسین‌ها و افرادی که با تجهیزات برقدار کار می‌کنند از جمله افرادی هستند که در معرض آسیب آرک فلش قرار دارند.

اثرات یک آرک فلش می‌تواند ویران کننده باشد. انرژی زیاد و نور شدید آن می‌تواند در یک ثانیه باعث سوختگی‌های شدید نابودی پوست و بافت‌ها شود. آرک فلش می‌تواند لباس را سوزاند و متلاشی کند و در نتیجه باعث سوختگی شود. قربانیان در بعضی موارد نیاز به پیوند پوست داشته و یا اینکه باید قطع عضو شوند. البته بسته به درصد سوختگی و سن می‌تواند باعث مرگ نیز شود. آرک ناشی از آمپراژ بالای همراه با موج انفجاری، که نیرویی بیش از ۱۰۰۰ پوند دارد، می‌تواند

قربانی را پرتاب کرده و در نتیجه آن ، مجروح از جایی سقوط کرده یا با اشیاء نزدیک خود برخورد کند.

فشار امواج می تواند قطعات آزاد و شل ، تکه های تجهیزات آسیب دیده ، ابزار و دیگر اشیاء را به هوا پرتاب کند. همچنین حرارت شدید ممکن است باعث ذوب اجزای فلزی الکتریکی و انفجار باعث پرتاب قطعات مذاب به فواصل قابل توجهی منجر شود و این قطعات تیز ، می توانند با لباس هر شخصی اصابت کرده ، که ضمن سوزاندن لباس به پوست و حتی به ریه شخص آسیب برسانند.

#### ۲-۴-۴- پارامترهای موثر در میزان سوختگی ناشی از بروز آرک فلش

نتایج حاصل از سوختگی آرک فلش ویران کننده ، و در بعضی موارد غیرقابل جبران است. قربانیان این حوادث، ممکن است درد سخت و سوختگی را تحمل کنند ، اما برای ورود به جامعه و برگشتن به شرایط قبلی خود مشکلاتی از قبیل دلواپسی تجربه گذشته ، افسردگی یا دیگر علائم روانی را دارند. بعضی از کارگران ممکن است دیگر قادر نباشند به کار قبلی خود برگردند.

پارامترهای موثر در میزان سوختگی ناشی از بروز آرک فلش به شرح ذیل میباشند :

الف- میزان سوختگی بستگی به کیفیت استفاده از لوازم ایمنی فردی تعریف شده دارد و این لوازم بایستی متناسب با محاسبات مقادیر آرک فلش تعریف شود .

ب- میزان سوختگی بستگی به فاصله از منبع بروز آرک دارد، بنابراین بایستی مرز حفاظت در برابر آرک فلاش محاسبه گردد.

ج- میزان سوختگی بستگی به سطح اتصال کوتاه شبکه و زمان تداوم آرک دارد لذا یک دلیل مهم برای محاسبه آرک فلاش جهت انتخاب و تنظیم سیستم مناسب حفاظتی شامل رله ها و فیوزها میباشد.

در فواصلی از آرک فلاش، حرارت آنقدر هست که بتواند پوست و بافت را تخریب کند و شدت این آسیب به مدت زمان و مقدار حرارت تماس بستگی دارد. مطالعات نشان می دهد که حرارت بیش از ۲۰۵ درجه فارنهایت (۹۶ درجه سلسیوس) در مدت ۱/۰ ثانیه اثری غیر قابل ترمیم می گذارد. هوای گرم و مواد مذاب حاصل از آرک تجهیزات الکتریکی، سبب از هم پاشیدن لباس های معمولی که حتی مستقیماً با آرک تماس نداشته، می شوند. جز اینکه لباس کندسوز بوده و در ادامه باعث توسعه منطقه سوختگی شود. لباسهای جنس الیاف مصنوعی همچون نایلون و پلی استر ممکن است ذوب شده و به پوست بچسبند و در نتیجه سوختگی تشیدید شود.

## ۲-۲-۵- مراحل آنالیز مخاطرات آرک فلاش :

مطابق استانداردهای NFPA 70E و IEEE 1584 بصورت خلاصه برای آنالیز مخاطرات آرک فلاش در تاسیسات برقی ۶ مرحله تعریف شده است که عبارتند از:

الف- جمع آوری اطلاعات اولیه برای سیستم مورد مطالعه شامل:

- ماکریم جریان اتصال کوتاه
  - منحنی های زمان جریان سیستم های حفاظتی
  - ولتاژ سیستم
  - مشخصات و امپدانس هادیها و المانها
- ب- مدلسازی سیستم و تهییه مدل دیاگرام تک خطی از سیستم مورد مطالعه
- ج- محاسبه حداکثر جریان آرک احتمالی ناشی از بروز اتصالی
- د- تعیین زمان حذف اتصالی از طریق سیستم حفاظتی
- ه- محاسبه انرژی حرارتی بوجود آمده ناشی از بروز آرک فلش
- و- محاسبه فاصله مجازی که با استناد رعایت شود تا انرژی آرک فلش در آن کمتر از ۱,۲ ( cal/cm<sup>2</sup> ) باشد. یعنی فاصله ای که میزان سوختگی ایجاد شده احتمالی حداکثر درجه ۲ باشد .

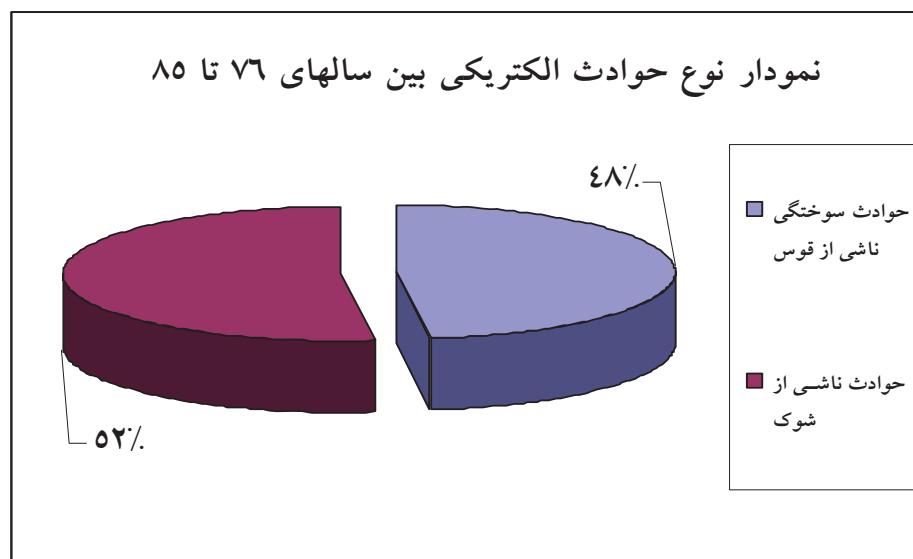
### فصل سوم :

#### ۳- تحلیل حوادث الکتریکی کارکنان شبکه توزیع برق استان مرکزی طی سال های ۷۶ تا ۸۵

در جدول ذیل آمار حوادث الکتریکی ۱۰ ساله رخ داده بین سالهای ۷۶ تا ۸۵ آورده شده است لذا مشاهده

میگردد که موارد خدمات ناشی از بروز آرک و ایجاد سوختگی و خدمات ناشی از بروز شوک دارای نسبت تقریباً "برابر" میباشند.

سال	۷۶	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	جمع
حوادث سوختگی ناشی از آرک	۱	۲	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۲	۱۲
حوادث ناشی از شوک	۰	۰	۲	۳	۲	۲	۲	۰	۰	۰	۱۳
تعداد کل حوادث الکتریکی	۳	۲	۲	۳	۴	۲	۳	۳	۱	۲	۲۵



همانگونه که در نمودار فوق مشاهده میگردد ۵۲ درصد حوادث الکتریکی رخ داده در شبکه های برق ناشی از

بروز شوک بوده و ۴۸ درصد نیز ناشی از بروز سوختگی بوسیله قوس الکتریکی یا آرک فلش بوده است لذا

اهمیت برنامه ریزی برای کاهش این خطرات در هر دو مورد تقریبا به یک اندازه میباشد.

تجزیه و تحلیل ده ساله از حوادث الکتریکی رخ داده ناشی از قوس الکتریکی (آرک فلش) و بروز شوک

طی سالهای ۷۶ تا ۸۵ در سطح استان مرکزی :

نوع حادثه	عملت حادثه	سال حداده	حداده برق زدگی	حداده سوختگی	موضوع حادثه	سال حداده	نوع حداده
آرک فلش	آرک زدگی هنگام زدن کات اوت	۷۶	۰	۱	سوختگی	۷۶	۱
شوک ۲۰ کیلوولت	ساخت و ساز غیر اصولی در حریم شبکه فشارقوی	۷۶	۱	۰	برق زدگی	۷۶	۲
شوک ۲۰ کیلوولت	سیم اتصال زمین نزدیک بدن بر قرار بوده	۷۶	۰	۱	برق زدگی	۷۶	۳
آرک فلش	عدم آگاهی کامل از وجود برق توسط بر قرار	۷۷	۰	۱	سوختگی	۷۷	۴
آرک فلش	عدم خاموشی صحیح توسط مجری	۷۷	۰	۱	سوختگی	۷۷	۵
آرک فلش	عدم رعایت مقررات ایمنی	۷۸	۰	۱	سوختگی	۷۸	۶
آرک فلش	استفاده از ابزار نامناسب - کشیدن فیوز با انبردست	۷۸	۰	۱	سوختگی	۷۸	۷
شوک ۲۰ کیلوولت	برقدار بودن بدن ترانس و عدم وجود ارت بدنه ترانس	۷۹	۱	۰	فوت	۷۹	۸
آرک فلش	تابلوی غیر استاندارد و بی احتیاطی	۷۹	۰	۱	سوختگی	۷۹	۹
شوک ۲۰ کیلوولت	بی احتیاطی در اجرای ارت خط ۲۰ کیلوولت	۷۹	۱	۰	فوت	۷۹	۱۰
شوک ۲۰ کیلوولت	وارد شدن به حوزه ۲۰ کیلوولت و برق زدگی	۸۰	۱	۰	فوت	۸۰	۱۱
آرک فلش	استفاده از ابزار نامناسب - جا زدن فیوز با انبردست	۸۰	۰	۱	سوختگی	۸۰	۱۲
شوک ۲۰ کیلوولت	قطع غلط خطوط kv ۲۰ و جا زدن شمع کات اوتن با دست و دچار برق زدگی شده	۸۰	۰	۱	برق زدگی	۸۰	۱۳
شوک فشار ضعیف	برق زدگی و سقوط از تیر فشار ضعیف	۸۱	۰	۱	برق زدگی و سقوط	۸۱	۱۴

شوك ۲۰ کیلوولت	قطع غلط خطوط $kV$ ۲۰ و وارد شدن به حوزه ۲۰ کیلوولت	۱	۰	۰	فوت	۸۱	۱۵
شوك فشار ضعیف	عدم قطع جریان برق هنگام کار در تابلو	۰	۰	۱	آرک زدگی	۸۲	۱۶
آرک فلش	استفاده غلط از تابلو جهت راه اندازی دریل و برخورد سیم آن با دو فاز	۰	۰	۲	آرک زدگی	۸۲	۱۷
شوك ۲۰ کیلوولت	کار روی خط برقدار به دلیل اشتباہ در قطع فیدر ۱۰۸	۱	۰	۰	برق زدگی	۸۲	۱۸
شوك ۲۰ کیلوولت	شاخه زنی در مسیر خطوط $kV$ برقدار	۰	۰	۱	برق زدگی	۸۲	۱۹
آرک فلش	استفاده از پیچ گوشته داخل تابلوی برقدار	۰	۰	۱	سوختگی	۸۳	۲۰
شوك ۲۰ کیلوولت	اشتباه در قطع فیدر و نزدیک شدن به خط ۲۰ کیلوولت برقدار - عدم اجرای چهار عمل اصلی	۰	۱		برق زدگی و سوختگی	۸۳	۲۱
شوك ۲۰ کیلوولت	واردشدن در حوزه شبکه برقدار ۲۰ کیلوولت	۰	۰	۱	برق زدگی و سوختگی	۸۳	۲۲
شوك ۲۰ کیلوولت	واردشدن در حوزه شبکه برقدار ۲۰ کیلوولت	۰	۱	۰	برق زدگی	۸۴	۲۳
آرک فلش	کار کردن روی تابلوی برقدار	۰	۰	۱	سوختگی	۸۵	۲۴
آرک فلش	کار کردن روی تابلوی برقدار	۰	۰	۱	سوختگی	۸۵	۲۵

تعدادی از صدمات رخ داده ناشی از بروز شوك همراه با صدمات ثانویه مانند سقوط و سوختگی و مشکلات عصبی نیز بوده اند.

همچنین براساس جدول فوق حوادث رخ داده در بخش فشار ضعیف بیشتر بوده است لذا توجه به پرسنل

برای دست کم نگرفتن حوادث فشار ضعیف از موارد اساسی برای کنترل خطرات میباشد.

درصد فراوانی	تعداد مورد	نوع حوادث
۵۲	۱۳	در بخش فشار ضعیف
۴۸	۱۲	در بخش فشار متوسط

## فصل چهارم :

### ۴ - استانداردهای موجود در زمینه خطرات آرک فلش یا قوس الکتریکی

---

سازمان های بسیاری ، به ویژه در آمریکا به موضوع ایمنی کار با برق از جمله آرک فلش و نتایج آن پرداخته و استانداردهایی نیز در جهت شناسایی ، محاسبه و کنترل خطرات ناشی از بروز شوک و آرک فلش به شرح زیر معرفی شده است :

۴-۱- سازمان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای (OSHA) : این سازمان تأکید زیادی بر معیارهای ایمنی و بهداشت در محیط های کار دارد و دارای بیمارستانهای دولتی و خصوصی زیادی است. این سازمان برای ایمنی کار با الکتریسیته و نیز آرک فلش دستورالعملی تحت عنوان ( OSHA 40 CFR Part 1910 ) منتشر کرده است.

۴-۲- انجمن ملی مقررات ایمنی برق (NEC): مرجع مقررات الکتریکی آمریکا است که شامل تولید ، انتقال، توزیع و همچنین تأسیسات الکتریکی ساختمانها است. NEC یا NFPA مسئولیت تهیه آن بخش از مقررات که مربوط به تأسیسات است را دارند و مسئولیت تهیه مقررات بخش مربوط به تولید، انتقال و توزیع به عهده IEEE یا NECA است.

۴-۳- انجمن ملی حفاظت در برابر آتش سوزی (NFPA) این انجمن در آمریکا قرار دارد و در مورد حفاظت در برابر آتش و وسایل مورد نیاز ، ارایه روش می کند و در زمینه ایمنی کار با الکتریسیته در محل کار، استاندارد NFPA 70E - 2004 را منتشر کرده است .

۴-۴- انجمن مهندسین برق و الکترونیک (IEEE) : این انجمن نیز در آمریکا قرار داشته و به فعالیتهای مهندسان برق والکترونیک پرداخته و استانداردها ، قوانین و آیین نامه های اجرایی مختلفی در ارتباط با برق و الکترونیک را منتشر کرده است.

انجمن مهندسان برق و الکترونیک آمریکا با اجرای برنامه های آزمایشی متعدد و استفاده از مدل های شبیه سازی شده ، تحت شرایط مشابه، شروع به تجزیه و تحلیل مخاطرات آرک فلش و محدوده کاری و حفاظت از آن کرده ، که در نتیجه روش محاسبه تجربی انرژی رویداد و محدوده حفاظت از آن را در استاندارد IEEE Standard 1584™ - 2002 ارائه کرده است. ) hazard Calculations Arc Flash

۴-۵- سازمان ملی استاندارد تأسیسات الکتریکی آمریکا (NEC) : این سازمان از مراجع قانونی استاندارد تأسیسات الکتریکی در آمریکا است که استانداردهای مختلفی در رابطه با برق از جمله مشخصات فنی و عمومی تجهیزات الکتریکی برای استفاده متخصصان امر ارائه کرده است.

در این پژوهه از استاندارد NFPA70E عنوان مرجع بهره گیری شده است .

لیست استانداردهای مرجع در خصوص تجهیزات ایمنی

## PPE Reference Standards

Subject	Number and Title
Head protection	ANSI Z89.1, Requirements for Protective Headwear for Industrial Workers, 2003
Eye and Face protection	ANSI Z87.1, Practice for Occupational and Educational Eye and Face Protection, 2003
Gloves	ASTM D 120, Standard Specification for Rubber Insulating Gloves, 2002a (R 2006)
Sleeves	ASTM D 1051, Standard Specification for Rubber Insulating Sleeves, 2007
Gloves and Sleeves	ASTM F 496, Standard Specification for In-Service Care of Insulating Gloves and Sleeves, 2006
Leather protectors	ASTM F 696, Standard Specification for Leather Protectors for Rubber Insulating Gloves and Mittens, 2006
Footwear	ASTM F 1117, Standard Specification for Dielectric Overshoe Footwear, 2003 ASTM F2412, Standard Test Methods for Foot Protection, 2005 ASTM 2413, Standard Specification for Performance Requirements for Foot Protection, 2005
Visual Inspection	ASTM F 1236, Standard guide for Visual Inspection of Electrical Protective Rubber Products, 1996 (R 2007)
Apparel	ASTM F1506, Standard Performance Specification for Textile Material Wearing Apparel for Use by Electrical workers Exposed to Momentary Electric Arc and Related Thermal Hazards, 2002a
Raingear	ASTM F 1891, Standard Specification for Arc and Flame Resistant Rainwear, 2006
Face protective products	ASTM F 2178, Standard Test Method for Determining the Arc Rating and Standard Specification for Face Protection Products, 2006
Fall protection	ASTM F 887, Standard Specification for Personal Climbing Equipment, 2005
Safety signs and tags	ANSI Z535, Series of Standards for Safety Signs and Tags, 2006
Blankets	ASTM D 1048, Standard Specification for Rubber Insulating Blankets, 2005
Blankets	ASTM F 479, Standard Specification for In-Service Care of Insulating Blankets, 2006
Insulated hand tools	ASTM F 1505, Standard Specification for Insulated and Insulating Hand Tools, 2007

## فصل پنجم :

- ۵- شناسایی خطرات موجود در شبکه های توزیع که کارکنان شبکه های برق با آنها مواجه هستند
  - ۱-۵- کار در مجاورت خطوط برقدار
  - ۲-۵- انجام عملیات بر روی خطوط بدون اطلاع از ماهیت خطرات
  - ۳-۵- ایجاد حریق از طریق کلید زنی در محیط های قابل اشتعال
  - ۴-۵- داغ شدن تجهیزات به علت انتخاب نامناسب تجهیزات از جمله هادیها و فیوزها
  - ۵-۵- اضافه بار شدن فیدرها و نقص عملکرد تجهیزات حفاظتی نظری فیوزها
  - ۶-۵- ایجاد اتصالی بعلت نقص عایقی تجهیزات الکتریکی برقدار در دسترس
  - ۷-۵- کار انفرادی و بدون سرپرستی بر روی اجزاء شبکه
  - ۸-۵- نزدیک شدن خطوط برقدار به سطح زمین و یا بناهای مجاور بعلت عدم رعایت حریم ها
  - ۹-۵- وجود تجهیزات غیر استاندارد در سیستم توزیع نظری تابلوهای غیر ایمن
  - ۱۰-۵- عدم آشنایی کارکنان درگیر با شبکه با خطرات کار برقکاری
  - ۱۱-۵- عدم رعایت ضوابط مرتبط با ارتینگ تجهیزات
  - ۱۲-۵- استفاده از وسایل حفاظت فردی نامناسب و نامنطبق
  - ۱۳-۵- استفاده از وسایل و تجهیزات کاری نامناسب و نامنطبق : مانند استفاده از انبردست بجای استفاده از فیوز کش
  - ۱۴-۵- کار در شرایط نامناسب مانند شرایط بارانی و یا کار در شب
  - ۱۶-۵- وجود تجهیزات معیوب مانند کلیدهای یکسره شده

۱۷-۵ - ولتاژ خازنهای تحت میدان الکتریکی

۱۸-۵ - ولتاژ القایی از طریق خطوط برقدار به خطوط بی برق مجاور

۲۰-۵ - کار بر روی شبکه مختلط با دو سطح ولتاژ مانند پایه هایی که حامل ولتاژ فشار ضعیف و کیلوولت هستند.

۲۲-۵ - ولتاژ گام و یا تماس ناشی از نشستی جریان و یا ناشی از عبور جریان عیب به زمین

۲۳-۵ - عبور کابل معیوب از روی برخی تاسیسات فلزی زیرزمینی مانند لوله آب و گاز

۲۴-۵ - ایجاد آسیب در کابل‌های برقدار مددون توسط عملیات حفاری و ایجاد خطر برای کارگران و سایر ذینفعان

۲۵-۵ - سیستم ارتینگ الکتریکی نامناسب

۲۶-۵ - سیستم ارتینگ حفاظتی نامناسب

۲۷-۵ - وجود جریان قابل توجه در هادی نول بدلیل عدم تعادل شدید بار در فیدرهای فشار ضعیف لذا تمامی موارد فوق الذکر بایستی بطور مداوم در جلسات و کلاسهای آموزشی به پرسنل متذکر گردیده و مورد بازدید دوره ای قرار گیرند و کانونهای خطر اصلاح گردند.

### خطرات مشاغل مختلف در شبکه های توزیع :

ردیف	شغل و توصیف شغل	سطح ولتاژ	فعالیت های شغل	تجهیزات ایمنی ( علاوه بر لباس - کفش و کلاه )	نوع خطراتی که شغل با آن مواجه است	پامدهای ناشی از آن خطرات
1	فشارقوی و ضعیف	صعود و فرود	رکاب - کمربند ایمنی	سقوط از ارتفاع	آسیب فیزیکی	
2	فشارمتوسط	قطع و وصل سکسیونر هوایی	دستکش عایق ۲۰ کیلوولت	بروز شوک	شوک	
3	فشارمتوسط	قطع و وصل سکسیونر و دژنکتور در پستهای زمینی	دستکش عایق ۲۰ کیلوولت - فرش عایق ۲۰ کیلوولت - انفجار	بروز شوک - آرک فلش - انفجار بربکر - انفجار سرکابل - انفجار PT & CT - انفجار ترانس	ایست قلبی - سوختگی - برخورد اشیاء ناشی از بروز انفجار - برق زدگی چشم ناشی از بروز آرک	سیمبان اداره عملیات
4	فشارمتوسط	اجرای چهار عمل اصلی در هنگام انجام تعییرات روی شبکه	دستگاه ارت کیلوولت	عدم اجرای ترتیب صحیح و یا کامل چهار عمل اصلی	شوک - سوختگی	
5	فشارمتوسط	نصب صحیح دستگاه ارت روی شبکه	دستگاه ارت کیلوولت	عدم نصب صحیح دستگاه ارت	شوک	
6	فشارمتوسط	درخواست قطع فیدر های ۲۰ کیلوولت از پستهای ۶۳ کیلوولت	کارتهای ایمنی	عدم نصب کارت ایمنی روی فیدر توسط اپراتور پستهای ۶۳	شوک - سوختگی	

شوك - سوختگی	بروز شوك - آرك فلاش	دستکش عایق فشارضعیف - فیوزکش	قطع و وصل کلیدهای فشارضعیف داخل تابلوها	فشارضعیف	سیمبان اداره عملیات	7
شوك - سوختگی	دو فاز شدن یا اتصالی فازها از طریق دهانه آمپرمتر و ایجاد آرک فلاش - تماس بدن با قسمتهای برقدار و بروز شوك	دستکش عایق فشارضعیف - آمپرمتر	بارگیری داخل تابلوهای فشارضعیف بصورت خط گرم	فشارضعیف		8
شوك - سوختگی	برخورد قسمتی از بدن با شبکه - دو فاز شدن یا اتصالی فازها و ایجاد آرک فلاش	دستکش عایق فشارضعیف - ماسک صورت	تعادل بار و جابجایی فازها یا تغییر مسیر تغذیه در برخی قسمتهای شبکه	فشارضعیف		9
- شوك - سوختگی - سقوط از ارتفاع	قرار گرفتن قلاب کمربند بین دو فاز که میتواند سبب اتصالی و آرک فلاش گردد	رکاب - کمربند ایمنی	صعود و فرود و کار بالای شبکه بصورت خط گرم	فشارضعیف	سیمبان اداره کنترل بار شبکه	10
سوختگی - برقدگی چشم ناشی از بروز آرک	کابلهای دو تیکه مشترکین در هنگام جابجایی فاز احتمال ایجاد اتصالی دو فاز و ایجاد آرک فلاش دارد	انبردست - دستکش - عایق فشارضعیف - ماسک صورت	جابجایی فاز	فشارضعیف		11
شوك	احتمال برقدار شدن بدن تابلوها هنگام باز کردن اتصالات ارت برای اندازه گیری	دستگاه ارت تستر	اندازه گیری مقاومت زمین	فشارضعیف		12
سوختگی	احتمال ایجاد اتصالی دو فاز و ایجاد آرک فلاش	دستکش عایق فشارضعیف - ماسک صورت	اصلاح مدار فرمان معابر داخل تابلو و تعویض تجهیزات	فشارضعیف	سیمبان اداره روشنایی معابر	13

سوختگی	بروز شوک - احتمال ایجاد اتصالی دو فاز و ایجاد آرک فلش	بالابر - دستکش عایق فشار ضعیف - ماسک صورت	عیب یابی چراغ و پایه چراغها بصورت خط گرم	فشار ضعیف		14
سوختگی	بروز شوک - احتمال ایجاد اتصالی دو فاز و ایجاد آرک فلش	- رکاب - کمربند اینمنی - دستکش عایق فشار ضعیف	نصب یا اصلاح لوازم اندازه گیری	فشار ضعیف		14
- شوک - سوختگی - سقوط از ارتفاع	قرار گرفتن قلاب کمربند بین دو فاز که میتواند سبب اتصالی و آرک فلش گردد	- رکاب - کمربند اینمنی - دستکش عایق فشار ضعیف	صعود و فرود از تیر	فشار ضعیف	مامور نصب کتور	15
آسیب فیزیکی	سقوط از ارتفاع	بالابر - رکاب - کمربند اینمنی	صعود و فرود	فشار ضعیف و فشار متوسط بصورت خط سرد	سیمبان اداره تعمیرات و نوسازی	16
آسیب فیزیکی	سقوط تیر یا سایر اجسام	جرثقیل	جابجایی و نصب تیر	فشار ضعیف و فشار متوسط بصورت خط سرد	سیمبان اداره تعمیرات و نوسازی (اکیپ نصب تیر)	17

## فصل ششم :

### ۶- تکنیکهای لازم جهت کنترل خطرات الکتریکی

خطرات الکتریکی موجود در شبکه های برق میتوانند ناشی از شوک یا آرک زدگی باشند که برای کنترل این خطرات تکنیکهایی در استانداردهای مختلف تعیین شده که در این فصل به بیان آنها پرداخته میشود :

#### ۶-۱- اقدامات حفاظتی برای جلوگیری از بروز شوک و یا کاهش خطرات آن

برای جلوگیری از بروز شوک و یا کاهش خطرات آن دو راهکار ذیل وجود دارد :

• کاهش دسترسی به قسمتهای برقدار

• اقدامات فنی و حفاظتی در شبکه

• رعایت فاصله مجاز از تجهیزات یا شبکه برقدار

#### ۶-۱-۱- روش‌های کاهش دسترسی افراد به قسمتهای برقدار

جهت کاهش احتمال بروز شوک بایستی در طراحیها و انتخاب تجهیزات به موارد ذیل توجه نمود :

الف - حصارکشی در مناطق پر خطر جهت رعایت فواصل ایمنی (CLEARANCE) با توجه

به سطح ولتاژ با استفاده از فنس و نصب علائم هشدار دهنده برای جلوگیری از برخورد افراد

با قسمتهای برقدار بصورت سه‌وی لازم است . ضممنا"بایستی فنس به ارت حفاظتی متصل شده باشد .



ب - استفاده از تجهیزات برقی با درجه حفاظتی مناسب (IP )

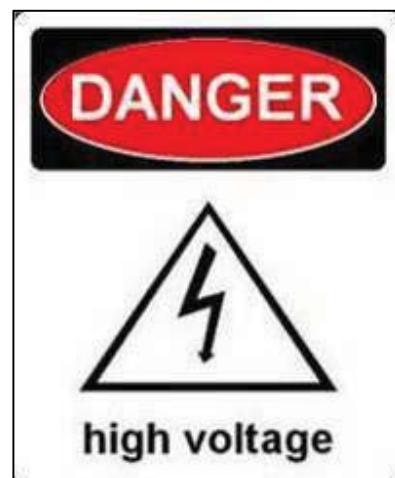
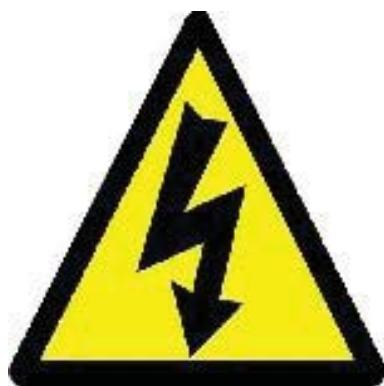
در انتخاب تجهیزات و بخصوص تابلوها بایستی به IP تعیین شده مطابق با استانداردهای مربوطه توجه نمود بطور مثال در تابلوهای outdoor حداقل درجه حفاظتی ۴۳ میباشد طوریکه امکان دسترسی توسط افراد غیرمجاز به قسمتهای برقدار وجود نداشته باشد .

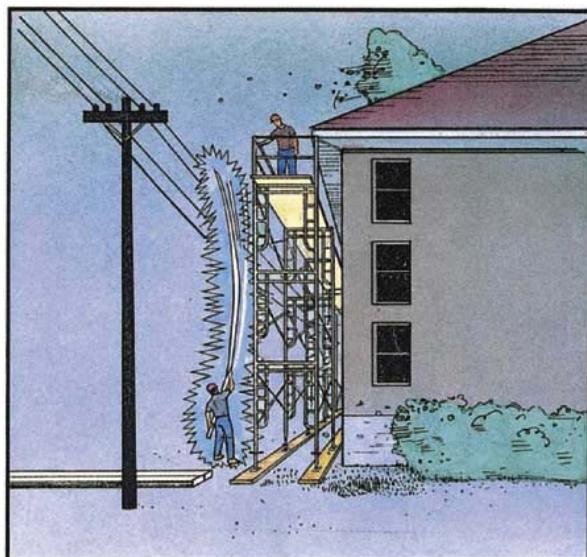
FIRST NUMERAL			SECOND NUMERAL			Meaning for protection from ingress of water:	
Protection against ingress of solid foreign objects		Meeting protection of persons against access to hazardous parts with:		Protection against harmful ingress of water			
IP	Requirements	Example		IP	Requirements	Example	
0	no protection;		no protection provided	0	no protection		no protection provided
1	full penetration of 50.0mm diameter sphere not allowed and shall have adequate clearance from hazardous parts. Contact with hazardous parts not permitted.		back of hand	1	protected against vertically falling drops of water		vertically dripping
2	full penetration of 12.5mm diameter sphere not allowed. The joined test finger shall have adequate clearance from hazardous parts		finger	2	protected against vertically falling drops of water with enclosure tilted 15° from the vertical		Enclosure tilted 15° from the vertical
3	the access profile of 2.5mm diameter shall not penetrate		tool	3	protected against spray to 60° from the vertical		limited spraying
4	the access profile of 1.0mm diameter shall not penetrate		wire	4	protected against water splashed from all directions		splashing from all directions
5	limited ingress of dust permitted (no harmful deposit, refer to standard)		wire				
6	totally protected against ingress of dust		wire				

### ج - استفاده از علائم هشدار دهنده

جهت آگاه سازی پرسنل و نیز عموم جامعه نصب علائم هشداری روی کلیه تابلوها و تاسیسات برق و نیز در سطح شهر خصوصا مناطق صنعتی و کارگاهی الزامی است. نصب تابلوهای هشدار برای مسیرهایی از شبکه برق که در مسیر عبور جرثقالها ، لودرها و کامیونها میباشد در هشیار سازی این افراد بسیار موثر است .

**DANGER**





د - کاهش امکان اشتباه در وصل یا برقدار نمودن شبکه ای که در حال کار یا تعمیرات میباشد از طریق استفاده از روالهای Tagout که جزئیات آن در پیوست یک گزارش آمده است . در ذیل نمونه هایی از این کارتها دیده میشود .



۶-۱-۲- اقدامات فنی و حفاظتی در شبکه - که بایستی در طراحی تاسیسات و

دستورالعملها در نظر گرفته شوند :

الف - هم پتانسیل کردن مناطق مستعد تماس با بدن

استفاده از شبکه های فلزی زیر پایی هم پتانسیل شده با استراکچر یا بدنه فلزی  
تجهیزات پستهای فشار متوسط و فشار قوی

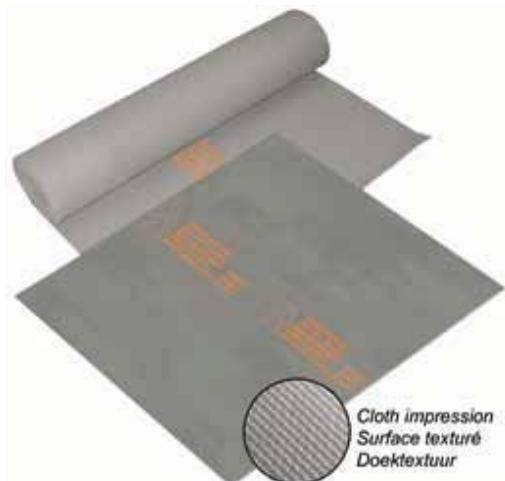
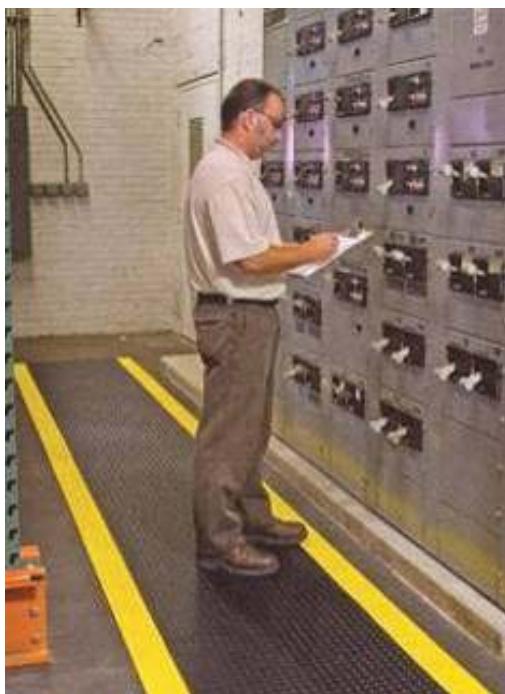


ب - افزایش مقاومت مناطق مستعد تماس با بدن (استفاده فرش عایق یا mat)

- استفاده از فرش عایق یا سکوی بتنی بدون آرماتور در داخل سایتهای سرپوشیده در  
مجاورت تابلوها یا موتورها یا سایر تجهیزات مطابق با جدول ذیل و بر اساس استاندارد IEC

61111

class	color	Use Voltage	Test Voltage	Withstand Voltage
۱	yellow	17000 volt	20.000 Volt	30.000 Volt
۲	green	26500 Volt	30.000 Volt	40.000 Volt
۳	orange	36000 Volt	40.000 Volt	50.000 Volt



- استفاده از سنگریزه به عمق ۲۰ الی ۳۰ سانتیمتر در زیر تجهیزات منصوبه در فضای باز از

جمله کیوسکهای برق

- دستکش عایق :

یکی از لوازم موثر در کنترل خطرات شوک استفاده از دستکش عایق مناسب با ولتاژ کار میباشد

. براساس استاندارد ASTM D120 دستکش‌های عایق لاستیکی براساس سطح ولتاژ مورد

کاربردشان به ۶ گروه ذیل تقسیم میشوند :

Class Color	Proof Test Voltage AC / DC	Max. Use Voltage* AC / DC	Rubber Molded Products Label	Glove Label	Rubber Dipped Sleeve Label
00 Beige	2,500 / 10,000	500 / 750			
0 Red	5,000 / 20,000	1,000 / 1,500			
1 White	10,000 / 40,000	7,500 / 11,250			
2 Yellow	20,000 / 50,000	17,000 / 25,500			
3 Green	30,000 / 60,000	26,500 / 39,750			
4 Orange	40,000 / 70,000	36,000 / 54,000			

رنگ	ولتاژ تست	ولتاژ قابل استفاده DC/AC	کلاس
بیژن	۲۰۰۰	۷۵۰/۵۰۰	۰۰
قرمز	۵۰۰۰	۱۵۰۰/۱۰۰۰	۰
سفید	۱۰۰۰۰	۱۱۲۰۰/۷۵۰۰	۱
زرد	۲۰۰۰۰	۲۵۵۰۰/۱۷۰۰۰	۲
سبز	۳۰۰۰۰	۳۹۷۵۰/۲۶۵۰۰	۳
نارنجی	۴۰۰۰۰	۵۴۰۰۰/۳۶۰۰۰	۴

برای جلوگیری از آسیب و پانچ شدن دستکش‌های عایق لاستیکی بایستی از محافظه چرمی

استفاده نمود. این محافظهای چرمی براساس کلاس دستگش بایستی از دستکش لاستیکی کوتاه

تر باشند:



دستکش کلاس ۰ و ۰۰ ۰،۵ اینچ

دستکش کلاس ۱ ۱ اینچ

دستکش کلاس ۲ ۲ اینچ

دستکش کلاس ۳ ۳ اینچ

دستکش کلاس ۴ ۴ اینچ

یکی از موارد مهم در استفاده از دستکش‌های عایق تست

روزانه‌ای دستکشها میباشد که میتوانند بصورت چشمی و

ترجیحاً "با پمپ باد انجام پذیرند



در هنگام بازرگانی چشمی دستکش‌های عایق بایستی موارد ذیل را کنترل نماییم:

الف - سوراخ شدگی



ب - آسیب شیمیایی

ت- خراش و بریدگی



ث- فرسودگی به دلیل تابش UV



یکی از موارد مهم در دستکشها نگهداری آنها در برابر عوارض مانند حرارت - گاز ازن - اشعه UV و آسیب‌های مکانیکی میباشد ولذا بایستی در داخل جعبه یا کاور مناسب نگه داشته شوند.



- آستین عایق (Rubber Insulating Sleeves) -

آستین عایق یکی لوازم قابل استفاده در کنترل خطرات شوک. براساس استاندارد

ASTM D1051 آستین عایق لاستیکی براساس سطح ولتاژ مورد کاربردشان به ۴ گروه ذیل تقسیم

میشوند :



ولتاژ قابل استفاده AC بر حسب کیلوولت	کلاس
۱۰	۱
۲۰	۲
۳۰	۳
۴۰	۴



### - کفش عایق -

استفاده از کفشهای با میزان تحمل عایقی بالا برای اکیپهای خط گرم و نیز اکیپهای عملیاتی در کنترل خطرات ناشی از شوک بسیار موثر است در سه کلاس ۰ و ۱ و ۲ براساس استاندارد ASTM F1116 و ASTM F1117 ساخته و تست میشود:

- کلاس ۰ شامل کفشهایی با عایقی ۱۰۰۰ ولت متناوب
- کلاس ۱ شامل کفشهایی با عایقی ۵۰۰۰ ولت متناوب
- کلاس ۲ شامل کفشهایی با عایقی ۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ ولت که بصورت بوت میباشند



### - کلاه ایمنی (Protective Headwear)

کلاه ایمنی مورد استفاده در صنعت برق میتواند سر را در مقابل برخورد با ولتاژهای مختلف محافظت نموده ،

همچنین از وارد شدن ضربه های مکانیکی ناشی از برخورد یا سقوط اشیاء محافظت مینماید . کلاه ایمنی

براساس **ANSI Z 89.1** در سه کلاس C، E و G ساخته میشوند :

جهت حفاظت در برابر ولتاژهای فشار ضعیف تا ۲۲۰۰ ولت کلاس G یا General

جهت حفاظت در برابر ولتاژهای فشار قوی تا ۲۰۰۰۰ ولت کلاس E یا Electrical

جهت حفاظت در برابر ضربه های مکانیکی و هیچگونه تضمین در کلاس C یا Conductive  
جلوگیری یا کاهش میزان برقگرفتگی ندارد .

### - چهارپایه عایق (insulating Stools)

چهار پایه عایق در دو نوع و جهت استفاده برای تاسیسات داخلی و خارجی ساخته میشود :

- چهار پایه عایق indoor قابل استفاده در تاسیسات داخلی مانند پستهای زمینی میباشد

REF	Height ( cm)	( kv) Nominal Voltage	Size ( cm)
Class1-IN	۲۱	۱۷,۸	۵۰ * ۵۰
Class2-IN	۲۱	۲۴	۵۰ * ۵۰
Class3-IN	۲۸,۵	۴۰	۵۰ * ۵۰
Class4-IN	۳۴	۶۳	۵۰ * ۵۰



- چهار پایه عایق outdoor قابل استفاده در تاسیسات خارجی مانند پستهای هواپی و کیوسک ها میباشد .

REF	Height ( cm)	Nominal Voltage ( kv)	Shed (n)	Size ( cm)
Class1- EX	۲۱	۱۷,۸	۲	۵۰ * ۵۰
Class2- EX	۲۱	۲۴	۲	۵۰ * ۵۰
Class3- EX	۲۸,۵	۴۰	۳	۵۰ * ۵۰
Class4- EX	۳۴	۶۳	۳	۵۰ * ۵۰



ج- استفاده از تجهیزات با عایق اضافی یا بدنه غیر فلزی ( کلاس حفاظتی ۲ ) از جمله این تجهیزات میتوان به تابلوهای جدید که از نوع پلیمری میباشند اشاره کرد .



د - تست عایقی تجهیزات از جمله کابلها ( بصورت دوره ای با میگر )



ه - زمین کردن حفاظتی بدنه فلزی تجهیزات (Grounding) و توجه به کنترل و بازدید دوره ای وضعیت آنها

### ۶-۱-۳- رعایت فاصله مجاز از تجهیزات یا شبکه برقدار

در استاندارد NFPA70E برای جلوگیری از بروز شوک، مناسب با ولتاژ تجهیزات یا

شبکه، سه نوع محدوده مجاز برای افراد مختلف تعریف شده است.

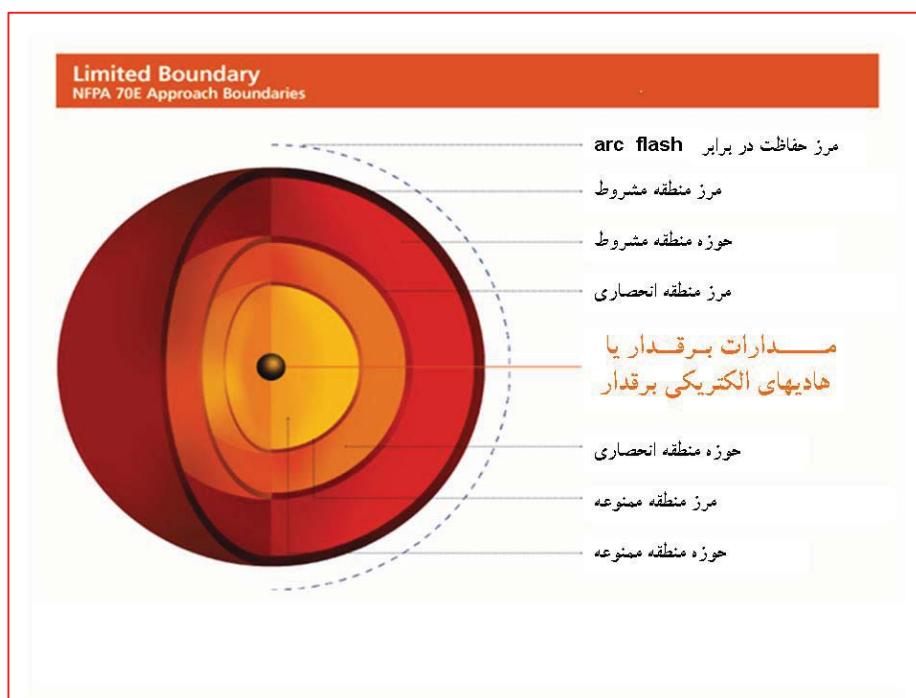
الف- محدوده ممنوعه : فاصله‌ای که نزدیک به قسمتهای برقدار بوده و افراد مجاز و مجهز به

PPE مناسب میتوانند در آن محدوده قرار گیرند.

ب- محدوده انحصاری : فاصله‌ای که اشخاص مجاز میتوانند بدون داشتن PPE تردد کنند.

ج - محدوده مشروط : فاصله‌ای که اشخاص عادی در صورتیکه تحت نظارت و همراهی

اشخاص مجاز باشند میتوانند تردد نمایند.



در استاندارد NFPA فواصل مجاز اشخاص از شبکه یا تجهیزات برقدار بر اساس سطوح ولتاژ

بصورت ذیل تعریف شده است :

	ولتاژ نامی سیستم	محدوده دسترسی مشروط	محدوده دسترسی انحصاری	محدوده دسترسی ممنوعه
	قسمت مدارات بدون حفاظ متحرک	قسمت مدارات بدون حفاظ ثابت		
<b>V &lt; 50</b>	تعزیف نشده	تعزیف نشده	تعزیف نشده	تعزیف نشده
<b>50 &lt; V &lt;= 300</b>	<b>10 ft</b>	<b>3 ft 6 in</b>	اجتناب از تماس	
<b>300 &lt; V &lt;= 750</b>	<b>10 ft</b>	<b>3 ft 6 in</b>	<b>1 ft</b>	<b>1 in</b>
<b>750 &lt; V &lt;=</b>	<b>10 ft</b>	<b>5 ft</b>	<b>2 ft 2 in</b>	<b>7 in</b>
<b>15000 &lt; V &lt;=</b>	<b>10 ft</b>	<b>6 ft</b>	<b>2 ft 7 in</b>	<b>10 in</b>

لذا مرز و حریم حفاظت در برابر شوک برای اشخاص مختلف مطابق با جدول فوق میباشد و

ملزم به رعایت این فواصل از شبکه یا تجهیزات برقدار میباشند .

## ۶-۲- اقدامات حفاظتی برای جلوگیری از بروز آرک فلش و یا کاهش خطرات آن

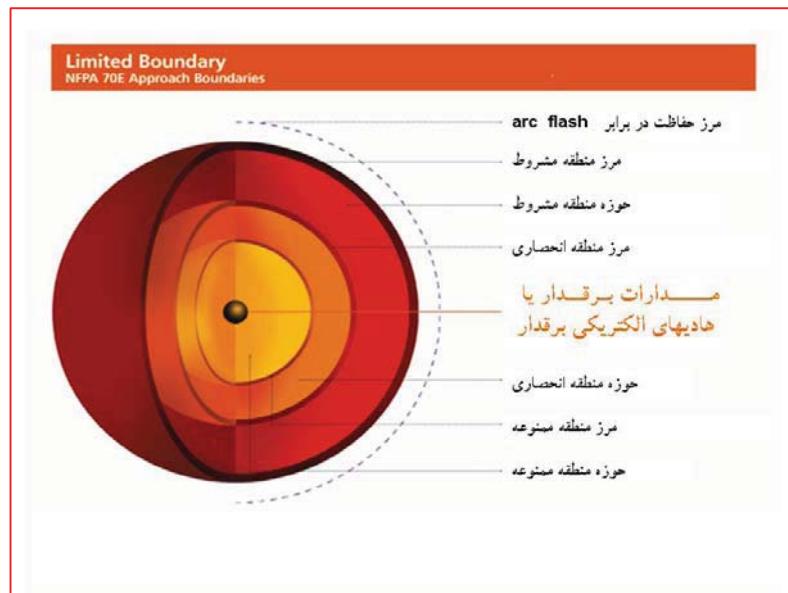
برای جلوگیری و یا کاهش خطرات ناشی از بروز آرک فلش بر روی افراد دو راهکار ذیل

وجود دارد :

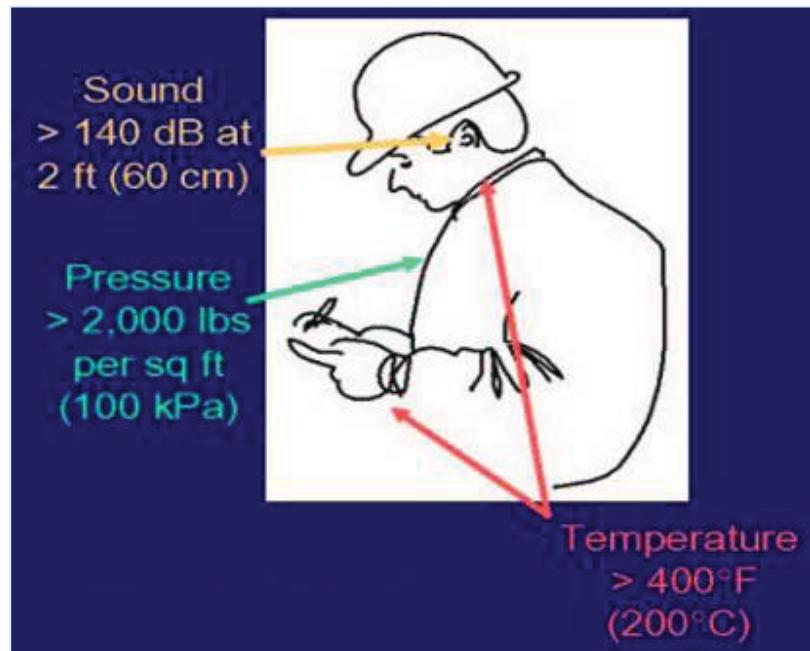
- رعایت فاصله مجاز از تجهیزات یا شبکه برقدار (رعایت مرز حفاظت در برابر آرک )
- کاهش زمان تداوم آرک فلش
- استفاده از لوازم ایمنی مقاوم در برابر میزان حرارت ایجاد شده توسط آرک فلش

## ۶-۲-۱- رعایت فاصله مجاز از تجهیزات یا شبکه برقدار

رعایت فاصله مجاز از محل احتمالی بروز آرک فلش که به آن مرز حفاظت در برابر آرک نیز گفته میشود یکی از روشهای کنترل خطرات آرک میباشد، مرز حفاظت همانطور که در شکل هم بصورت خط چین نشان داده شده است جائیست که اگر شخصی در این محل قرار داشته باشد، حداکثر سوختگی احتمالی در صورت بروز آرک میتواند بصورت درجه ۲ رخ دهد که کاملاً قابل مداوا است.



بطور مثال بر اساس محاسبات انجام شده، مرز و آستانه اثرات مخرب ناشی از آرک فلش بمدت یک ثانیه بر روی برقکاری که در فاصله ۶۰ سانتیمتری از منبع آرک قرار دارد در شکل ذیل نشان داده شده است:



الف - آستانه تخریب روی سیستم شنوایی :  $dB 140$

ب - آستانه تخریب روی سیستم تنفسی :  $kPa 100$

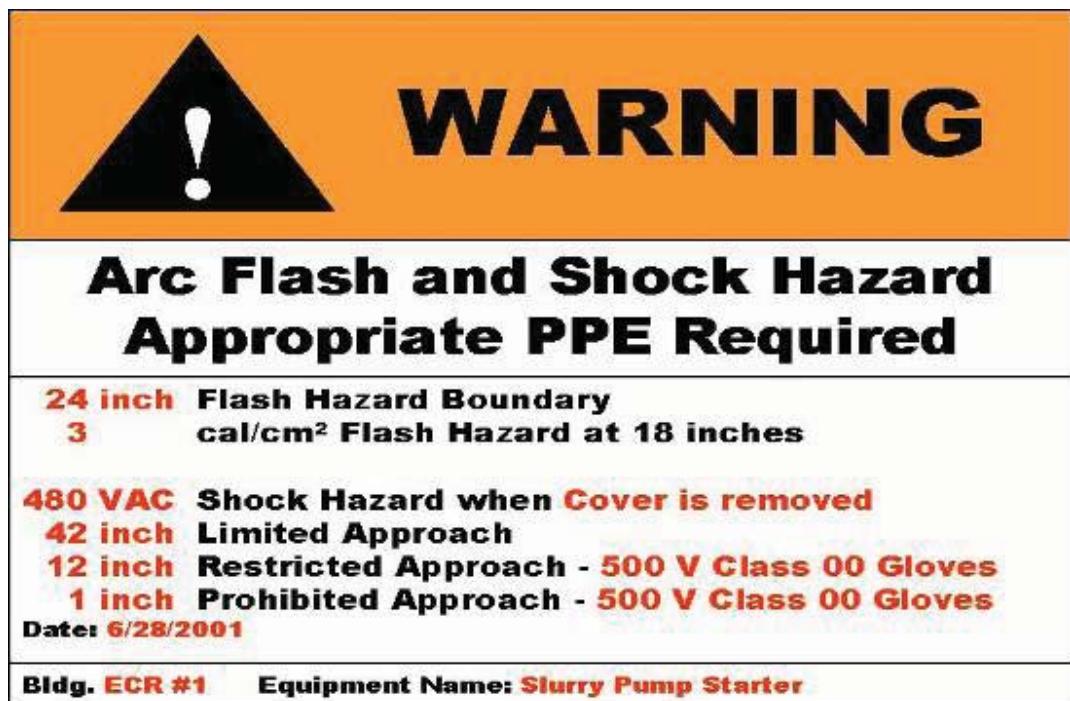
ج - آستانه تخریب روی بافت‌های پوستی در حدی که سوختگی کمتر از درجه ۲ ایجاد نماید :

دماهی کمتر از  $200$  درجه سانتیگراد

در برچسب ذیل که برای یک تابلو دارای ولتاژ  $480$  ولت محاسبه و طراحی شده است ، مرز

PPE  $24$  اینچ میباشد یعنی به عبارتی رعایت فاصله مجاز از تابلو برای اشخاص بدون

مناسب ، برای جلوگیری از سوختگی  $61$  سانتیمتر میباشد.



نحوه محاسبه فاصله مجاز مرز حفاظت آرک فلش :

الف - محاسبه سطح اتصال کوتاه بر حسب مگاولت آمپر

ب - تعیین زمان حذف اتصالی از طریق سیستم حفاظتی: یعنی در محاسبات هماهنگی حفاظتی باشیستی به نیازمندیهای ایمنی نیز توجه نمود . به ویژه مشخصه فیوزهای تند سوز ( حفاظت اتصال کوتاه ) و نیز مشخصه رله های جریانی نبایستی فراتر از حد مجاز انتخاب شوند تا بتوانند جریانهای اتصال کوتاه بزرگ را در سریعترین زمان ممکن قطع نمایند .

ج - محاسبه فاصله مجاز بر حسب فوت :

$$Dc = [53 * MVA * t]^{1/2}$$

زمان پاک شدن خطا :  $t$

ظرفیت ترانسفورماتوربر حسب مگاولت آمپر : MVA

مرز حفاظت از مرکز بروز آرک بر حسب فوت : Dc

لذا براساس تعاریف و توضیحات فوق ، در داخل محدوده مرز حفاظت آرک فلش ( Arc ) فقط با داشتن PPE مناسب میتوان با شبکه یا تجهیزات برقدار Flash Boundary فعالیت نمود.

#### ۲-۶-۲- کاهش زمان تداوم آرک فلش

میزان سوختگی ناشی از حرارت ایجاد شده از آرک فلش بستگی به سطح اتصال کوتاه شبکه و زمان تداوم آرک دارد . لذا با توجه باینکه سطح اتصال کوتاه وابسته به پارامترهای شبکه میباشد لذا میتوان با کاهش زمان حذف آرک ناشی از اتصالی میتوان میزان خطرات را کاهش داده یا کنترل نمود و لذا محاسبه آرک فلش و تنظیم و نصب سیستم مناسب حفاظتی شامل رله ها و فیوزها الزامی میباشد .

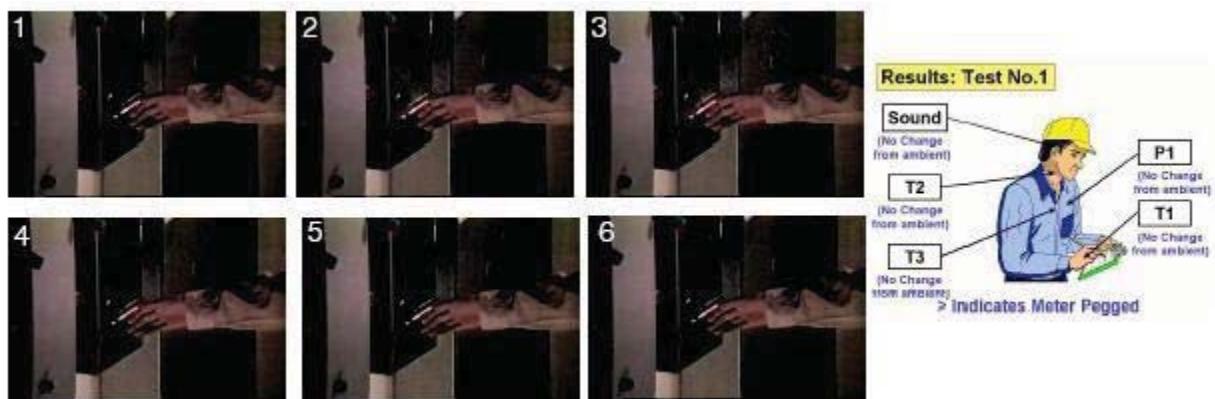
وجود ارت حفاظتی زیر ۲ اهم در تابلوها و تاسیسات به قطع بموقع سیستم حفاظتی کمک

خوبی میکند .

در شکلهای ذیل تصاویری از یک آزمایش انفجاری ناشی از آرک فلش در یک تابلو برای مشخص نمودن نقش و عملکرد سیستم حفاظتی و میزان تداوم آرک دیده میشود .

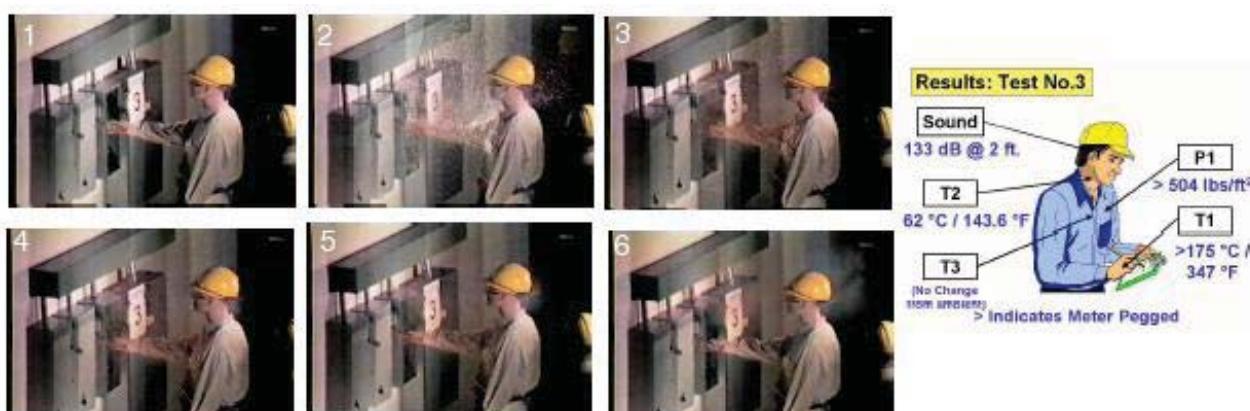
آزمایش ۱ : در این آزمایش خطأ در مدت ۱/۴ سیکل معادل ۰,۰۰۴ ثانیه حذف شده است

### (Current-Limiting Fuses (class RK1)) توسط فیوز



آزمایش ۲ : در این آزمایش خطأ در مدت ۱/۲ سیکل معادل ۰,۰۰۸۳ ثانیه حذف شده است

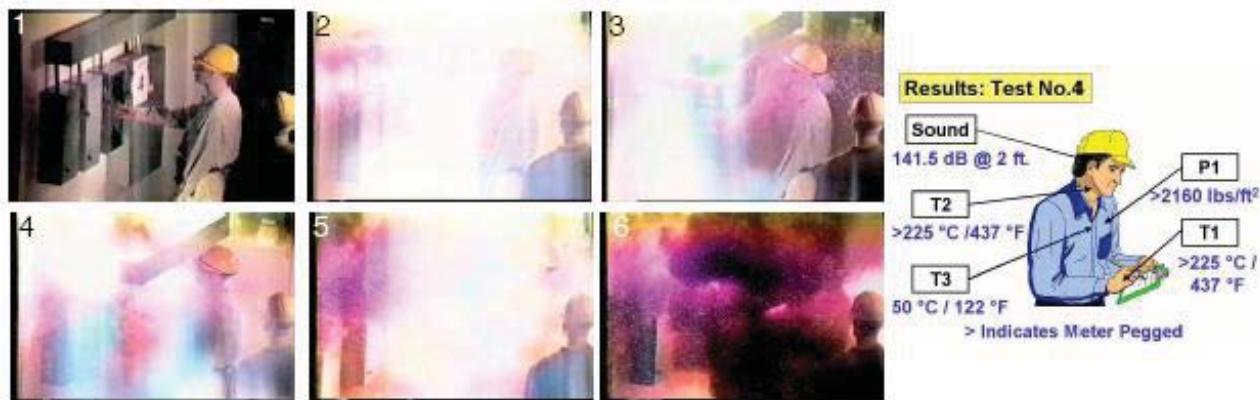
### (Current-Limiting Fuses (class L)) توسط فیوز



آزمایش ۳ : در این آزمایش خطأ در مدت ۶ سیکل معادل ۱,۰ ثانیه حذف شده است توسط

در این شرایط اثرات مخرب آرک بیش از مرزهای آسیب بوده و فرد دچار آسیب جدی

میشود.



لذا لزوم استفاده از تجهیزات حفاظتی مناسب و همچنین دقیق در تنظیمات صحیح در عملکرد این تجهیزات میتواند تا حد قابل توجهی در کنترل خطرات آرک فلش موثر باشد.

### استفاده از لوازم حفاظتی مناسب

استفاده از لوازم ایمنی حفاظتی مناسب با میزان حرارت ایجاد شده ناشی از آرک فلش توسط اشخاصی که وارد مرز حفاظت (Arc Flash Protection Boundary) میگردند، یکی از راههای موثر در کنترل میزان خطرات آرک میباشد. بنابراین به هنگام کار روی تابلوها یا شبکه های برقدار بایستی از لوازم حفاظتی مخصوص و مناسب با میزان ریسک محاسبه شده در آن تاسیسات استفاده گردد. میزان ریسک یا HRC براحتی انرژی محاسبه شده ناشی از آرک که بر حسب (کالری بر سانتیمتر مربع) در فاصله ۱۸ اینچ (۴۵ سانتی) از محل بروز آرک محاسبه میگردد و نوع PPE مورد نیاز شخص برقکار مطابق با جدول ذیل انتخاب میشود.

**Minimum Clothing Requirements for NFPA 70E Compliance**

HRC	Protective Clothing	Minimum Cal/cm <sup>2</sup>	Personal Protective Equipment (Safety Glasses, Glove ,Leather Safety Shoes Required for All)
HRC 0	Natural fiber long-sleeved shirt and pants	N/A	Hard Hat
HRC 1	Denim jeans and FR long-sleeved shirt OR FR long-sleeved shirt and pants OR FR coveralls	4	Hard Hat, Arc-Rated Face Shield
HRC 2	FR long-sleeved shirt and pants OR FR coveralls	8	Hard Hat, Arc-Rated Face Shield (ASTM recommends 8+ cal/cm <sup>2</sup> stocking hood OR multi-layer switching hood in certain circumstances)
HRC 3	Multi-Layer flash suit over FR long-sleeved shirt and pants over natural fiber short-sleeved T-shirt and pants OR Multi-Layer flash suit over FR coveralls over natural fiber short-sleeved T-shirt and pants	25	Hard Hat, Multi-Layer Switching Hood, Hearing Protection, OR Arc-Rated Goggle and Stocking Hood
HRC 4	Multi-Layer flash suit over FR long-sleeved shirt and pants over natural fiber short-sleeved T-shirt and pants OR Multi-Layer flash suit over FR coveralls over natural fiber short-sleeved T-shirt and pants	40	Hard Hat, Multi-Layer Switching Hood, Hearing Protection, OR Arc-Rated Goggle and Stocking Hood

روش محاسبه انرژی آرک براساس فرمول ذیل میباشد :

فرمول محاسبه انرژی آرک در فضای بسته مانند داخل تابلوها

$$EMB = 1038.7 \cdot D_A - 1.4738 \cdot t_A [0.0093F^2 - 0.3453F + 5.9675]$$

فرمول محاسبه انرژی آرک در فضای باز مانند شبکه هوایی

$$EMB = 5271 \cdot D_A - 1.9593 \cdot t_A [0.0016F^2 - 0.0076F + .08938]$$

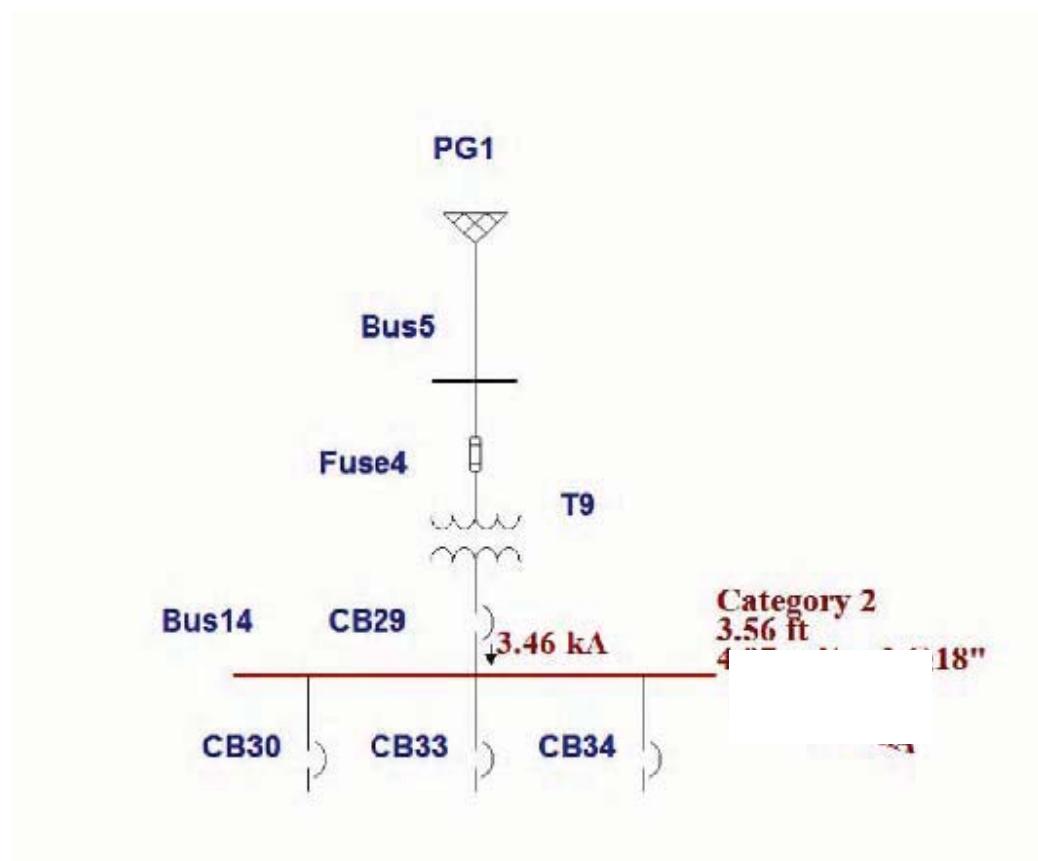
فاصله از مرکز آرک که معمولاً فاصله ۱۸ اینچ در نظر گرفته میشود:

$t_A$  زمان حذف خطأ

$F$  جریان اتصال کوتاه

در مدار ذیل انرژی مقدار انرژی محاسبه شده در فاصله ۱۸ اینچی از مرکز آرک ۴,۹۷ کالری بر سانتیمتر مربع

بوده است و لذا طبق جدول فوق در گروه میزان ریسک HRC=2 قرار گرفته است.



لوازم ایمنی مورد نیاز جهت جلوگیری از سوختگی ناشی از آرک فلش :

الف - Hard Hat ( کلاه عایق کلاس E )



ب- Arc-Rated Face Shield ( ماسک صورت )



ماسک صورت بایستی از جنس طلق پلی کربنات بوده و درای قابلیت تحمل دمای انرژی از ۸ تا ۴۰ کالری بر سانتیمتر مربع را بسته به میزان HRC محاسبه شده مطابق با بند ( ۳-۲-۶ ) داشته باشد . جهت جلوگیری از خش دار و کدر شدن طلق ماسک بایستی پس از استفاده داخل کاور محافظت قرار داده شود .

ج- multi-layer switching hood ( روپوش سر و صورت و گردان چند لایه )

hood یا روپوش بسته به میزان HRC محاسبه شده مطابق با بند ( ۳-۲-۶ ) میتواند از جنس FR یک تا چند لایه انتخاب گردد .



د - **long-sleeved shirt and pants** ( بلوز و شلوار بلند و مقاوم به حرارت )

بلوز و شلوار بسته به میزان HRC محاسبه شده مطابق با بند ( ۶-۲-۳ ) میتواند از جنس FR یک تا چند لایه انتخاب گردد .



ه - **Coverall** ( بلوز و شلوار یکپارچه یا سرهم و مقاوم به حرارت )

بلوز و شلوار یکپارچه بسته به میزان HRC محاسبه شده مطابق با بند ( ۶-۲-۳ ) میتواند از جنس FR از یک تا چند لایه انتخاب گردد .

در تصویر ذیل نمونه ای از لوازم ایمنی با  $HRC = 0$  دیده میشود .



در تصویر ذیل نمونه ای از لوازم ایمنی با  $HRC = 1$  دیده میشود .



در تصویر ذیل نمونه ای از لوازم ایمنی با  $HRC = 2$  دیده میشود .



در تصویر ذیل نمونه ای از لوازم ایمنی با  $HRC = 3$  دیده میشود .



در تصویر ذیل نمونه ای از لوازم ایمنی با  $HRC = 4$  دیده میشود .



در شکل ذیل تجهیزات مورد استفاده برای جلوگیری از خرات ناشی از شوک و آرک فلش و نیز تجهیزات آلام دیده میشود :



فصل هفتم - محاسبه میزان خطر آرک فلش و شوک در شبکه فشارضعیف و فشارمتوسط استان مرکزی و

تعیین سطح ریسک و ppe مورد نیاز

براساس آنچه در فصل ۶-۲ برای محاسبات آرک فلش بیان گردید میزان آرک فلش برای بخش فشارضعیف

در برق ارک که میتواند بیشترین مقدار خطر را در خروجی پستهای زمینی و هوایی را به شرح ذیل محاسبه

میگردد :

۱-۷ - محاسبه آرک فلش در بخش فشارضعیف پستهای زمینی

- حداکثر ظرفیت ترانس موجود در پستهای زمینی برق ارک ۱۶۰۰ کیلوولت آمپر
- حداقل زمان قطع کلید ۰,۰۵ ثانیه
- ولتاژ ۴۰۰ ولت
- فاصله بدن از محل گسترش آرک ۱۸ اینچ یا ۴۵ سانتیمتر
- امپدانس درصد ترانس ۶ درصد

محاسبه آرک فلش با استفاده از نرم افزار برای بخش فشارضعیف در پستهای زمینی میزان انرژی آرک ۶,۶

کالری بر سانتیمترمربع محاسبه شده است که براساس جدول ۳-۳,۹,۳ از استاندارد Nfpa70E در گروه

HRC1 قرار میگیرد.

HRC	Protective Clothing	Minimum Cal/cm <sup>2</sup>	Personal Protective Equipment (Safety Glasses, Glove ,Leather Safety Shoes Required for All)
HRC 1	Denim jeans and FR long-sleeved shirt OR FR long-sleeved shirt and pants OR FR coveralls	4	Hard Hat, Arc-Rated Face Shield

## Equation for Arc in a Cubic Box

### NFPA eq.

$D_B = \text{distance from arc electrodes inches}$ (for distances 18 in. and greater)	18 inches
$t_B = \text{arc duration seconds}$ (cycles / 1/2 cycles)	0.05 seconds
$F = \text{bolted fault short circuit current in kA}$ (for the range of 18 to 50 kA)	28 kA
$E_{MB} = 1.4^{1.4} \times D_B^{-1.474} \times t_A \times (0.13 \times F^2 - 0.345 \times F + 0.977)$	
$E_{MB} = \text{maximum } 1\text{-in. cubic box incident energy}$	<u>ANSWER</u> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4,7044</span> cal/cm <sup>2</sup>

## Arc Flash Protection (bolted fault) Boundary

### NFPA eq.

$MVA_{bf} = \text{bolted fault MVA at point involved}$	1.6 MVA
$V = \text{volts}$	400 volts
$\% Z = \text{percent impedance based on transformer MVA}$	5 % Z
$t = \text{time of arc exposure in seconds, (cycles / 1/2 cycles)}$	0.05 seconds
$I_{SC} = \{\{[MVA_{Base} \times 1.6] / [1.4^{1.4} \times V] \times 1.0 / \% Z\}$	
$I_{SC} = \text{Short Circuit Current}$	<u>ANSWER</u> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">38.491</span> Amps
$P = 1.4^{1.4} \times V \times I_{SC}^{1.4} \times 0.13 \times 10^3$	
$P = \text{Maximum Power (in MW) in a 1-phase arc}$	<u>ANSWER</u> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">13.329</span> MW
$D_c = [0.94 \times MVA_{bf} \times t]^{1/3}$	
$D_c = \text{Curable Burn Distance}$	<u>ANSWER</u> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1.88</span> Ft
$D_c = \text{Curable Burn Distance}$	<u>ANSWER</u> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">22.57</span> inches

## Arc Flash Protection (transformer) Boundary

### NFPA eq.

$MVA = \text{rating of transformer}$	1.6 MVA
$t = \text{time of arc exposure in seconds, (cycles / 1/2 cycles)}$	0.05 seconds
$D_c = [0.4 \times MVA \times t]^{1/3}$	
$D_c = \text{Curable Burn Distance}$	<u>ANSWER</u> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2.07</span> Ft
$D_c = \text{Curable Burn Distance}$	<u>ANSWER</u> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">24.71</span> inches

## ۲-۷ - محاسبه آرک فلش در بخش فشار ضعیف پستهای هوایی

- حداقل ظرفیت ترانس موجود ۴۰۰ کیلوولت آمپر
  - حداقل زمان قطع کلید ۰,۰۵ ثانیه
  - ولتاژ ۴۰۰ ولت
  - فاصله بدن از محل گسترش آرک ۱۸ اینچ یا ۴۵ سانتیمتر
  - امپدانس درصد ترانس ۶ درصد
- محاسبه آرک فلش با استفاده از نرم افزار برای بخش فشار ضعیف در پستهای هوایی میزان انرژی آرک ۲,۵ کالری بر سانتیمترمربع محاسبه شده است که براساس جدول ۳-۳,۹,۳ از استاندارد Nfpa70E در گروه HRC1 قرار میگیرد.

## Equation for Arc in Open Air

NFPA eq.

$D_A$  = distance from arc electrodes, inches (for distances 1& in. and greater)  
 $t_A$  = arc duration, seconds (cycles / 1& cycles)

$F$  = bolted fault short circuit current, in kA (for the range of 1& to 50 kA)

B - 5.1

$$E_{MA} = 0.771 \times D_A^{-1.181} \times t_A \times (0.0017 \times F^2 - 0.0007 \times F + 0.0938)$$

$E_{MA}$  = maximum open arc incident energy

ANSWER

1&  
0.5  
10  
inches  
seconds  
kA

1,195 cal/cm<sup>2</sup>

## Equation for Arc in a Cubic Box

NFPA eq.

$D_B$  = distance from arc electrodes, inches (for distances 1& in. and greater)

$t_B$  = arc duration, seconds (cycles / 1& cycles)

$F$  = bolted fault short circuit current, in kA (for the range of 1& to 50 kA)

B - 5.2

$$E_{MB} = 1.387 \times D_B^{-1.181} \times t_B \times (0.0017 \times F^2 - 0.0007 \times F + 0.0938)$$

$E_{MB}$  = maximum 1& in. cubic box incident energy

ANSWER

1&  
0.5  
10  
inches  
seconds  
kA

2,528 cal/cm<sup>2</sup>

## Arc Flash Protection (bolted fault) Boundary

NFPA eq.

$MVA_{bf}$  = bolted fault MVA at point involved

$V$  = volts



% Z = percent impedance based on transformer MVA

$t$  = time of arc exposure in seconds, (cycles / 1& cycles)

1.4  
400  
10  
0.5  
MVA  
volts  
% Z  
seconds

B - 2-1

$$I_{sc} = \{ [ (MVA_{bf} \times 1.4) / (400 \times V) ] \times 100 / \% Z \}$$

ANSWER

9,723 Amps

B - 2-2

$$P = 1.387 \times V \times I_{sc}^{1.181} \times 10^6$$

ANSWER

2,332 MW

B - 2-2, 2

$$D_c = [ 2.95 \times MVA_{bf} \times t ]^{1/2}$$

ANSWER

1,17 Ft

$D_c$  = Curable Burn Distance

ANSWER

11,48 inches

## Arc Flash Protection (transformer) Boundary

NFPA eq.

$MVA$  = rating of transformer

$t$  = time of arc exposure in seconds, (cycles / 1& cycles)

1.4  
0.5  
seconds

B - 2-2, 2

$$D_c = [ 5.4 \times MVA \times t ]^{1/2}$$

ANSWER

1,02 Ft

$D_c$  = Curable Burn Distance

ANSWER

12,75 inches

### ۳-۷ - محاسبه آرک فلاش در بخش شبکه فشار متوسط

- حداقل زمان قطع کلید ۰,۰۵ ثانیه
  - ولتاژ ۲۰۰۰۰ ولت
  - فاصله بدن از محل گسترش آرک ۲۴ اینچ یا ۶۰ سانتیمتر
  - امپدانس درصد ترانس ۶ درصد
  - سطح اتصال کوتاه ۲۰ کیلوآمپر
- محاسبه آرک فلاش با استفاده از نرم افزار برای بخش فشار ضعیف در پستهای هوایی میزان انرژی آرک ۱,۳ کالری بر سانتیمترمربع محاسبه شده است که براساس جدول ۳-۳,۹,۳ از استاندارد Nfpa70E در گروه HRC1 قرار میگیرد.

## Equation for Arc in Open Air

NFPA eq.

B - 5.1

$$E_{MA} = 5221 \times D_A^{-1.4537} \times t_A \times (0.0017 \times F^2 - 0.0007 \times F + 0.8928)$$

$E_{MA}$  = maximum open arc incident energy

ANSWER

٢٤	inches
٠.٠٥	seconds
٢٠	kA

٠.٧٢٠	$\text{cal/cm}^2$
-------	-------------------

## Equation for Arc in a Cubic Box

NFPA eq.

B - 5.2

$$E_{MB} = 1.3817 \times D_B^{-1.4537} \times t_A \times (0.0017 \times F^2 - 0.0007 \times F + 0.8928)$$

$E_{MB}$  = maximum ٢٠ in. cubic box incident energy

ANSWER

٢٤	inches
٠.٠٥	seconds
٢٠	kA

١.٣٣٥٣	$\text{cal/cm}^2$
--------	-------------------

۷-۴- ppe - بطور کلی برای دفع خطرات ناشی از آرک فلاش و شوک در بخش فشار ضعیف در برق ارک

مورد نیاز به صورت ذیل خلاصه میگردد :

۷-۴- الف - خطر شوک الکتریکی ناشی از تماس قسمتی از بدن با ولتاژ ۲۳۰ ولت بصورت فاز به زمین و

یا قرار گرفتن قسمتی از بدن در ولتاژ ۴۰۰ ولت بصورت دو فاز میباشد. لوازم ایمنی مورد لزوم برای

جلوگیری از بوجود آمدن شوک الکتریکی به شرح ذیل میباشد

۷-۴- الف-۱- دستکش عایق کلاس ۰ و یا ۰۰ دارای لایه محافظ

۷-۴- الف-۲- کفش عایق کلاس ۱

۷-۴- الف-۳- کلاه ایمنی کلاس E

۷-۴-الف-۴- رعایت فاصله مجاز یک اینچ مطابق با جدول ( ۲-۱.۳.۴ ) از استاندارد NFPA70E

در محدوده ممنوعه ( حداقل ۲,۵ سانتیمتر به شرط دارا بودن لوازم ایمنی فوق الذکر )

۷-۴-ب- خطر آرک فلش ناشی از بروز اتصالی که میتواند بصورت فاز به زمین ، دو فاز با هم و یا سه

فاز رخ دهد و لذا بایستی برای تعیین خطر آرک در تابلوهای فشار ضعیف بدترین شرایط که اتصالی سه فاز

میباشد را ملاک تعیین لوازم ایمنی قرار داد . براساس محاسبات انجام شده که در پیوست ۲ آمده است

سطح ppe

متناسب با سطح ریسک محاسبه شده HRC ۱ میباشد که به شرح ذیل است .

۷-۴-ب-۱- رعایت فاصله حداقل ۴۵ سانتیمتر یا ۱۸ اینچ از شینه های برقدار تابلو به شرط استفاده از

لوازم ایمنی ذیل

۷-۴-ب-۲- لباس کار مقاوم در برابر حرارت (FR long sleeved shirt & Pants or Coverall)

بصورت بلوز بلند و شلوار یا بصورت لباس کاورال

۷-۴-ب-۳- کلاه عایق کلاس E ( Hard Hat ) یا

۷-۴-ب-۴- محافظ صورت مقاوم در برابر پرتاپ آرک با قابلیت تحمل انرژی ناشی از آرک تا ۴ کالری بر

سانتیمتر مربع ( Arc-Rated Face Shield )

۷-۴-ب-۵- کفش عایق کلاس ۱ ( Leather Safety Shoes )

۷-۴-ب-۶- دستکش لاستیکی دارای محافظ چرمی ( Glove with Leather Protector )

۵-۷ - برای دفع خطرات ناشی از آرک فلش و شوک در بخش فشارمتوسط در برق ارک ppe مورد نیاز

به صورت ذیل خلاصه میگردد :

۵-۷-الف - خطر شوک الکتریکی ناشی از نزدیک شدن یا تماس قسمتی از بدن با ولتاژ فشارمتوسط

۱۱۲۰۰ ولت بصورت فاز به زمین و یا قرار گرفتن قسمتی از بدن در ولتاژ ۲۰۰۰۰ ولت بصورت دو فاز

میباشد . لوازم ایمنی مورد لزوم برای جلوگیری از بوجود آمدن شوک الکتریکی به شرح ذیل میباشد

۵-۷-الف-۱- دستکش عایق کلاس ۲ و دارای چرم محافظ

۵-۷-الف-۲- کفش عایق کلاس ۲ یا ۱

۵-۷-الف-۳- کلاه ایمنی کلاس E

۵-۷-الف-۴- استفاده از فرش عایق زیریابی کلاس ۲ یا چهارپایه عایقی کلاس ۲

۵-۷-الف-۵- رعایت فاصله مجاز یک اینچ مطابق با جدول ( ۲-۱.۳.۴ ) از استاندارد NFPA70E

در محدوده ممنوعه ( حداقل رعایت فاصله ۳۰ سانتیمتر به شرط استفاده از تمام لوازم ایمنی فوق الذکر )

۵-۷-ب- خطر آرک فلش ناشی از بروز اتصالی که میتواند بصورت فاز به زمین ، دو فاز با هم و یا سه

فاز رخ دهد و لذا بایستی برای تعیین خطر آرک در تابلوهای فشارمتوسط بدترین شرایط که اتصالی سه

فاز میباشد را ملاک تعیین لوازم ایمنی قرار داد . براساس محاسبات انجام شده که در پیوست ۲ آمده است

سطح ppe متناسب با سطح ریسک محاسبه شده HRC1 میباشد که به شرح ذیل است .

۷-۵-۱- رعایت فاصله حداقل ۸ فوت یا ۲۴۰ سانتیمتر از شینه های برقدار تابلو در صورتیکه از

۷-۵-۲- مورد نیاز استفاده نشده باشد و در صورتیکه از PPE مطابق با بندهای ذیل استفاده شده باشد ،

۷-۵-۳- فاصله ۲۴ اینچ یا ۶۰ سانتیمتری از قسمتهای برقدار را رعایت نماییم .

۷-۵-۴- لباس مقاوم در برابر حرارت (FR long sleeved shirt & Pants or Coverall)

۷-۵-۵- بصورت بلوز بلند و شلوار یا بصورت لباس کاورال

۷-۵-۶- کلاه عایق کلاس G یا ( Hard Hat )

۷-۵-۷- ب-۴- محافظت صورت مقاوم در برابر پرتاب آرک با قابلیت تحمل انرژی ناشی از آرک تا ۴ کالری بر

۷-۵-۸- سانتیمتر مریع (Arc-Rated Face Shield )

۷-۵-۹- ب-۵- کفش عایق کلاس ۱ (Leather Safety Shoes)

۷-۵-۱۰- ب-۶- دستکش لاستیکی کلاس ۲ دارای محافظ چرمی (Glove with Leather Protector )

فصل هشتم - تعیین ppe مورد نیاز برای مشاغل موجود در شرکت توزیع برق استان مرکزی

برای شناسایی مخاطرات الکتریکی برای مشاغل موجود در شرکت توزیع برق استان مرکزی نیاز به تعیین و

تشریح شرح وظایف در این مشاغل میباشد. این مشاغل به شرح ذیل میباشند:

#### ۱-۸ سیمبان اداره عملیات

اداره عملیات بعنوان واحد اتفاقات و رسیدگی به حوادث برق میباشد و اکیپ عملیات برق پس از اطلاع

از حوادث و گزارشات مردمی به محل حادثه مراجعه و نسبت به رفع خرابی و ایجاد تداوم برقرارسانی اقدام

مینماید. اکیپ عملیات شامل یک نفر استادکار و یک نفر سیمبان آموزش دیده میباشد که مجاز به انجام

فعالیتهای ذیل در سطح شبکه برق میباشند:

۱-۱-۱- انجام بازدید ، عملیات قطع و وصل و رفع خرابی در تابلو یا شبکه فشار ضعیف

۱-۱-۲- انجام بازدید ، عملیات قطع و وصل و رفع خرابی در تابلو یا شبکه فشار ضعیف

۱-۱-۳- انجام بازدید ، عملیات قطع و وصل و رفع خرابی در تابلو یا شبکه فشار متوسط

۱-۱-۴- انجام بازدید و رفع خرابی در شبکه های فشار ضعیف

۱-۱-۵- انجام بازدید و رفع خرابی در شبکه های فشار متوسط

۱-۱-۶- انجام بازدید و رفع خرابی انشعابات مشترکین

۲-۸- اکیپ کنترل بار و بالانس

اکیپ کنترل بار وظیفه مدیریت بار و ولتاژ را در سطح شبکه فشار ضعیف بعهده دارد لذا بر اساس وظایف شغلی موظف به اندازه گیری بار و ولتاژ در تابلوهای فشار ضعیف بوده و پس از تجزیه و تحلیل میتوانند نسبت به جابجایی بار و یا جابجایی انشعابات در شبکه اقدام نمایند. اکیپ کنترل بار شامل یک نفر تکنسین و یک یا دو نفر سیمبان بوده و فعالیتهای ذیل را انجام میدهند:

۱-۲-۸- اندازه گیری بار و ولتاژ در تابلوهای فشار ضعیف

۲-۲-۸- اندازه گیری مقاومت زمین حفاظتی و الکتریکی

۳-۲-۸- اقدام به بالانس بار از طریق جابجایی مسیرهای شبکه و یا جابجایی انشعابات

۳-۸- اکیپ روشنایی معابر

اکیپ روشنایی معابر وظیفه نگهداری شبکه های روشنایی در سطح معابر شهری و روستایی را بعهده دارد. این اکیپ شامل یک نفر تکنسین و یک نفر سیمبان بوده و فعالیتهای ذیل را انجام میدهند:

۱-۳-۸- کنترل مدارات فرمان شبکه روشنایی معابر در تابلوهای فشار ضعیف پستها

۲-۳-۸- کنترل سیستمهای حفاظتی شبکه معابر

۳-۳-۸- سرویس و نگهداری چراغهای معابر

۴-۸- اکیپ لوازم گیری فشار ضعیف

اکیپ لوازم اندازه گیری وظیفه نصب و نگهداری تجهیزات اندازه گیری انرژی منصوبه روی انشعبابات فشار ضعیف مشترکین را بعهده دارند . این اکیپ شامل یک نفر تکنسین و یک نفر سیمبان بوده و فعالیتهای ذیل را انجام میدهند :

-۱-۴-۸ نصب تابلوهای اندازه گیری فشار ضعیف

-۲-۴-۸ تست و بازررسی تجهیزات اندازه گیری فشار ضعیف

-۳-۴-۸ رفع عیوب و خرابی در تجهیزات اندازه گیری فشار ضعیف

-۵-۸ اکیپ لوازم گیری فشار متوسط

اکیپ لوازم اندازه گیری وظیفه نصب و نگهداری تجهیزات اندازه گیری انرژی منصوبه روی انشعبابات ولتاژ اولیه مشترکین را بعهده دارند . این اکیپ شامل یک نفر تکنسین و یک نفر سیمبان بوده و فعالیتهای ذیل را انجام میدهند :

-۱-۵-۸ نصب تجهیزات در تابلوهای اندازه گیری ۲۰ کیلوولت

-۲-۵-۸ تست و بازررسی تجهیزات اندازه گیری ۲۰ کیلوولت

-۳-۵-۸ رفع عیوب و خرابی در تجهیزات اندازه گیری ۲۰ کیلوولت

-۶-۸ مامور نصب انشعباب

مامور نصب انشعباب یک سیمبان آموزش دیده میباشد که اقدام به نصب کتور و وصل کابل مربوطه بر روی

شبکه برق مینماید . لذا فعالیتهای ذیل را انجام میدهد .

- ۱-۶-۸ - نصب کتور داخل واحدهای مسکونی ، تجاری و یا عمومی

- ۲-۶-۸ - ارتباط کابل انشعباب از کتور بر روی شبکه فشار ضعیف بصورت برقرار

با توجه به مطالب ذکر شده در خصوص تعیین سطح ریسک در شبکه های فشار ضعیف و فشار متوسط برای

تمامی مشاغل فوق الذکر که در سطح شبکه های برق در حال انجام میباشد لوازم ایمنی مورد نیاز هر شغل

براساس جدول ذیل تعیین میگردد.

( جدول ۱-۸ : تعیین PPE مورد نیاز برای مشاغل برقکاری در شبکه های استان مرکزی )

جدول تعیین ppe مورد نیاز برای مشاغل موجود در شبکه های برق استان مرکزی

ردیف	نوع شغل	سطح ولتاژ کار	HRC	موردنیاز برای محافظت در برابر بروز شوک										موردنیاز برای محافظت در برابر بروز آرک فلاش				
				دستکش هاین کلامن + ۰۰ دارای محافظ جزئی	دستکش هاین کلامن ۲ دارای محافظ جزئی	کفشهاین کلامن ۱	کفشهاین کلامن ۲	کفشهاین پایی کلامن ۲	فریش هاین زیر کلامن	کلامهاین کلامن E	چهارپایه هاین کلامن indoor	چهارپایه هاین کلامن outdoor	لیامس کار مدلوم در برابر حرارت FR	لیامس زیر کمان مدلوم به حرارت FR	محافظ صورت لیامس	محافظ صورت Face shield ؛ cal/cm²	محافظ صورت Face shield ؛ cal/cm²	موده با پوشش محافظ سر و گردن stocking hood
۱	سبیان اداره عملیات	۴۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای بارانی	۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
۲			۲	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
۳			۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
۴			۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
۵	بالанс	۴۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای بارانی	۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
۶			۲	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
۷	(کیب روشنایی معابر)	۴۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای بارانی	۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
۸			۲	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
۹	گیری	۴۰۰ ولت تابلوهای بارانی	۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
۱۰			۲	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
۱۱			۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
۱۲	مامور نصب الشعاب	۴۰۰ ولت شبکه هوانی	۱	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				

در این مرحله براساس جدول ۱-۸ میتوان برچسبهایی را بصورت استاندارد تهیه و برای آگاه سازی

برقکاران روی تابلوهای فشارمتوسط و ضعیف قرار داد :

- برچسب قابل استفاده برای تابلوهای پستهای زمینی و کیوسکهای برق :



- برچسب قابل استفاده برای سلولهای ۲۰ کیلوولت پستهای زمینی و کیوسکها :



- برچسب قابل استفاده برای تابلوهای پستهای هوایی :



### فصل نهم – پیشنهادات

براساس محاسبات انجام شده در فصل هفتم و همچنین جدول ۱-۸ برای کنترل خطرات الکتریکی بایستی موارد ذیل را مد نظر قرار داد :

۱- با توجه به اینکه یکی از پارامترهای مهم در کنترل خطر آرک فلش، کاهش زمان عملکرد سیستم حفاظتی و قطع جریان مدار میباشد لذا توجه به انتخاب کلیدهای حفاظتی و فیوزها در طراحی و خرید این تجهیزات در کنترل خطرات آرک فلش بسیار موثر میباشد. سطوح ریسک محاسبه شده در جدول ۱-۸ براساس زمان حداقل قطع سیستم حفاظتی در ۵،۰ ثانیه تعیین شده است. بنابراین لزوم استفاده از کلیدهای دارای قابلیتهای عملکرد آنی (Instantaneous) و استفاده از فیوزهای تند سوز استاندارد تاکید میگردد.

۲- تست دوره ای رله های حفاظتی اعم از سطوح فشارمتوسط و فشارضعیف و جایگزینی رله های ثانویه بجای رله های پرایمری در سطوح فشارمتوسط به دلیل دقت بالاتری که در این رله ها وجود دارد تاکید میگردد.

۳- تاکید در رعایت حفظ فاصله بدن و صورت به میزان حداقل ۱۸ اینچ یا ۴۵ سانتی متر در هنگام کار با شبکه های برقدار و آموزش این مطلب به کلیه برقداران

۴- نصب بر چسب کنترل خطر مناسب با ریسک های محاسبه شده برای تمامی تابلوهای فشارمتوسط و فشارضعیف و نیز آموزش استفاده از این برچسبها برای انتخاب نوع لوازم ایمنی که بایستی در هنگام کار در این تابلوها برقدار مورد استفاده قرار دهد.

۵- توجه به اجرا و نگهداری ارتهای حفاظتی تجهیزات و حفظ شرایط فنی آنها

۵- لوازم ایمنی موجود که در حال حاضر در اختیار کلیه برقکاران در سطح استان مرکزی میباشد به این

شرح است :

\* کلاه ایمنی کلاس G

\* کفش ایمنی کلاس صفر

\* لباس کار کتان

\* ماسک صورت با مقاومت در برابر حرارت ۴ کالری بر سانتیمتر مربع

\* دستکش عایق کلاس صفر و کلاس دو بدون محافظ چرمی

لذا با توجه به جدول ۱-۸ بایستی لوازم ایمنی به شرح ذیل ارتقاء یافته و در اختیار برقکاران عملیات ، معابر ، کنترل بار و بازرگانی لوازم اندازه گیری دیماندی قرار داده شوند :

❖ کلاه ایمنی کلاس E

❖ کفش ایمنی کلاس ۲ برای برقکاران اکیپ خط گرم و کفش ایمنی کلاس ۱ برای برقکاران اداره

عملیات ، کنترل بار ، معابر و لوازم اندازه گیری سنگین

❖ لباس کار کتان با دارا بودن مشخصه FR یا مقاوم به حرارت طوریکه تاییدیه فنی مقاومت حرارتی تا ۸

کالری بر سانتیمتر را داشته باشند

❖ تاکید بر استفاده از لباس زیر کاملاً نخی ( FR underwear ) توسط برقکاران

❖ ماسک صورت یا Face shield با مشخصه مقاومت حرارتی ۸ کالری بر سانتیمتر مربع

❖ دستکش عایق کلاس صفر برای کار با سطوح فشار ضعیف و کلاس دو برای سطوح فشار متوسط و دارا

بودن محافظ چرمی ( Leather Protector )

- ❖ هود یا محافظ سر و گردن در اختیار قرار داده شود تا هنگام کار در پستهای زمینی مورد استفاده قرار گیرد .
- ❖ نصب فرش عایق کلاس دو در تمامی پستهای زمینی مقابله سلولهای فشار متوسط
- ❖ در اختیار قرار دادن چهارپایه عایق کلاس دو ( Class2- EX ) برای استفاده در هنگام انجام عملیاتهای قطع و وصل سکسیونرها و بریکرها در خطوط ۲۰ و نیز کیوسک های برق

## پیوست ۱ - دستورالعمل حفاظت استاندارد Tagout

به طور کلی کارت حفاظتی مورد استفاده در توزیع برق به شرح ذیل میباشند :

الف - کارت دستور احتیاط (یا کارت احتیاط)

ب - کارت های عملیات ممنوع (یا کارتهای عمل نکنید)

الف - کارت دستور احتیاط (یا کارت احتیاط )

هرگاه کاری در نزدیکی شبکه های برقدار انجام می گیرد و این امکان به وجود می آید که بر اثر اشتباه حادثه ای رخ دهد که منجر به قطع برق شود و برقدار شدن مجدد آن خطراتی را برای کارکنان در بر داشته باشد ، ضرورت دارد سرپرست گروه اجرایی کارت احتیاط را از اداره عملیات درخواست کند . کارت احتیاط فقط از برقدار شدن مجدد مدار که بر اثر حادثه ای بی برق شده است ممانعت می کند و هیچ گونه حفاظتی را تأمین نمی نماید . کارت احتیاط به رنگ زرد و به ابعاد ۸ در ۱۵ سانتیمتر است .

### مقررات مربوط به کارت احتیاط

سرپرست گروه اجرایی باید یک نفر را برای ارتباط مداوم و مناسب به وسیله بی سیم با اداره عملیات بگمارد . در مواقعی که ایجاد ارتباط ممکن نباشد ، این کارت نباید صادر شود .

در صورتی که مدار برقدار مجاور قطع شود ، اداره عملیات تا زمانی که با سرپرست مستقیم گروه اجرایی تماس نگرفته و مطمئن نشده که حادثه ای رخ نداده است نمی تواند تابلو یا مدار را برقدار کند .

کارت احتیاط	
نام درخواست کننده :	.....
تاریخ نصب کارت :	.....
علت نصب کارت :	..... ..... ..... .....
امضاء	.....

نقاطی که کارت احتیاط باید روی آنها نصب شود عبارت است از :

- ۱- زمانیکه قرار است روی شبکه ای بصورت خط گرم تعمیرات انجام شود .
- ۲- در خطوط دو مداره ای که در یک مدار آن تعمیرات در حال انجام است و احتمال دارد هنگام وصل مدار مجاور شارژ الکتریکی به مدار در حال تعمیر وارد گردد .
- ۳- زمانیکه یک تجهیز یا قسمتی از شبکه دچار نقص فنی باشد ، تا زمان اصلاح و رفع نواقص بایستی کارت احتیاط روی آن نصب گردد تا اکیپها در هنگام مواجه با آن دقیق نظر بیشتری بعمل آورند .

کارت احتیاط باید روی کلید قدرت یا دزنکتور مدار ، کلید فیدر ، ریکلوزر ، سکشنالایزر نصب گردد.

اگر ارتباط بین اداره عملیات با دارنده کارت احتیاط قطع شده باشد ، سرپرست گروه اجرایی موظف است تا برقراری مجدد ارتباط ، کارکنان را از نقاط خطر دور کند . پس از آن که اجرای کار پایان یافت ، سرپرست گروه اجرایی باید تقاضای لغو کارت احتیاط را از واحد عملیات و اتفاقات بنماید (کارت احتیاط باید توسط فرد درخواست نموده لغو شود و همچنین توسط کسی که آن را نصب کرده برداشته شود )

### ب - کارت های عملیات ممنوع یا کارت های عمل نکنید

هنگام انجام تعمیرات روی شبکه بصورت خط سرد بایستی سرپرست گروه اجرایی درخواست کارت عملیات ممنوع را برای کارهای ذیل بنماید :

۱- جهت انجام کار بر روی شبکه ، تابلوها و تجهیزات فشار ضعیف بصورت خط سرد  
۲- برای انجام کار بر روی شبکه بصورت خط گرم در شرایطی که امکان تماس با اداره عملیات نباشد .

۳- جهت نصب در تابلوی ریکلوزر ، سکشنالایزر ، سکسیونر و دزنکتور در پستهای زمینی که در شبکه بعداً از آن عملیات یا تعمیرات شبکه صورت خط سرد انجام خواهد گرفت .

کارت عملیات ممنوع یا عمل نکنید به رنگ قرمز و به ابعاد ۸ در ۱۵ سانتیمتر است که نمونه ای از آن در ذیل دیده میشود ..



نحوه لغو کارت عملیات ممنوع یا کارت های عمل نکنید

۱- پس از اتمام کار ، سرپرست اکیپ اجرایی باید به کلیه افراد گروه اعلام دارد که تضمین شبکه لغو گردیده است .

- سرپرست گروه اجرایی که کارت عملیات ممنوع به نام او صادر شده است ، باید از واحد عملیات و اتفاقات درخواست لغو خاموشی را نموده ، سپس اکیپ عملیات کلیه دستگاه های ارت موقت مدار را جمع آوری نموده ؛ کارت عملیات ممنوع را از روی تابلو یا تجهیزات بر میدارد ، تجهیزات را به حالت عادی برگردانده و کارت ها را به اداره عملیات تحویل مینماید .

### جدول تعریف ppe مورد نیاز برای مشاغل موجود در شبکه های برق استان مرکزی

ردیف	نوع شغل	سطح واکاز کار	HRC	ppe مورد نیاز برای محافظت در پرایوری شوک		ppe مورد نیاز برای محافظت در پرایوری برش آرک فلش		ppe مورد نیاز برای محافظت در پرایوری بروز سرگدن
				کلاس ۱	کلاس ۲	کلاس ۱	کلاس ۲	
۱	ردیف	دستگاه طبله داری	دستگیر عالی	کفشهای عالی	کفشهای عالی	پوش زدن کار	پوش زدن کار	همه با پوشش سرگدن
۲	کارخانه های پلیمری	دستگاه طبله داری	دستگیر عالی	کلاس ۱	کلاس ۲	پوش زدن کار	پوش زدن کار	همه با پوشش سرگدن
۳	سبدان اداره محیط	۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای بدلانی	۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای زمینی	*	*	*	*	*
۴		۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای بدلانی	۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای زمینی	*	*	*	*	*
۵	اکبی دستگیر بار و بالانس	۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای بدلانی	۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای زمینی	*	*	*	*	*
۶		۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای بدلانی	۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای زمینی	*	*	*	*	*
۷	اکبی دوچشمی معلو	۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای بدلانی	۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای زمینی	*	*	*	*	*
۸		۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای بدلانی	۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای زمینی	*	*	*	*	*
۹	اکبی لوازم اندامه	۰۰۰ ولت بهمهای زمینی	۰۰۰ ولت بهمهای زمینی	*	*	*	*	*
۱۰	گیری	۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای زمینی	۰۰۰ ولت در شبکه و تابلوهای زمینی	*	*	*	*	*
۱۱		۰۰۰ ولت شبکه هوانی	۰۰۰ ولت شبکه هوانی	*	*	*	*	*
۱۲	اممور مضرب شتمان			*	*	*	*	*

**References :**

- 1- National Fire Protection Association ( NFPA70E) - 2004**
- 2- OSHA 1910.137 : *Electrical Protective Equipment***
- 3- [Http:\ www.Salisbury.com](http://www.Salisbury.com)**