

۳. نظارت و ایمنی بر اساس نوع عملیات

نظارت و ایمنی بر اساس نوع عملیات خط گرم متفاوت می‌باشد. به صورت کلی می‌توان کار بر روی خطوط برقرار را به شرح زیر تقسیم بندی نمود:

- روش فرمان از دور با استفاده از استیک‌ها و رعایت فواصل مجاز
- روش فرمان از نزدیک با استفاده از بالابر بوم عایق و با دست
- هرس درختان با استفاده از تجهیزات شاخه زنی
- سرویس پست‌های زمینی با استفاده از تجهیزات سرویس پست
- شستشوی شبکه با استفاده از دستگاه مفره شوی و آب مقطر خالص

توجه ۱: گروه‌های اتفاقات و عملیات داخلی شرکت که دوره خط گرم فرمان از دور را گذرانده باشند، می‌توانند علاوه بر انجام وظیفه به صورت خط سرد، در موارد مورد نیاز (مانند ارتباط جمپر) نسبت به انجام عملیات خط گرم توسط اهرم‌های عایق (استیک‌ها) اقدام نمایند.

توجه ۲: افرادی که در اکیپ‌های خط گرم و به روش فرمان از نزدیک اشتغال به کار دارند، باید فقط بر روی خطوط برقرار انجام وظیفه نمایند و از بکارگیری آنان در خط سرد خودداری شود. در صورت بیکاری طولانی (مانند خرابی بالابر)، باید نسبت به انجام عملیات خط گرم توسط اهرم‌های عایق (استیک‌ها) اقدام نمایند.

۳.۱. ایمنی عملیات خط گرم به روش فرمان از دور با استفاده از اهرم‌های عایق (استیک‌ها)

- در عملیات خط گرم به روش فرمان از دور، از سه محل می‌توان نسبت به انجام عملیات با استفاده از اهرم‌های عایق (استیک‌ها) اقدام نمود:

- روی زمین
- روی پایه
- درون بالابر غیر عایق

- با توجه به اینکه در عملیات فرمان از دور (در سه حالت فوق) بدن سیمبان به زمین متصل است، هیچکس مجاز نخواهد بود بدون استفاده از اهرم‌های عایق متناسب با ولتاژ شبکه (استیک‌ها)، با قسمت‌های برقرار تماس حاصل نماید.
- استیک‌های خط گرم هنگام خرید باید تست شیت عایقی داشته و بر اساس استاندارد زیر تست شده باشند:

○ طبق جدول ۳ استاندارد IEC 61235 برای لوله‌های توخالی عایق با قطر کمتر از ۳۲ میلی‌متر، باید با اعمال ولتاژ ۵۰ کیلوولت برای هر ۳۰ سانتیمتر به مدت یک دقیقه، مقدار نشتی جریان آن از ۵ میکروآمپر بیشتر نباشد.

○ طبق جدول ۳ استاندارد IEC 61235 برای لوله‌های توخالی عایق با قطر بیشتر از ۳۲ میلی‌متر، باید با اعمال ولتاژ ۵۰ کیلوولت برای هر ۳۰ سانتیمتر به مدت یک دقیقه، مقدار نشتی جریان آن از ۰.۱۶ میکروآمپر ضربدر قطر ($I = 0.16 * \text{diameter}$) بیشتر نباشد.

- در صورتی که سیمبان به زمین متصل باشد (استقرار روی پایه، داخل بالابر غیر عایق یا روی زمین)، به هیچ عنوان اجازه ورود و انجام کار در محدوده‌های کمتر از فواصل مجاز جدول ۱ را ندارد.
- فواصل مجاز ذکر شده در جدول ۱ بر اساس موارد منتشر شده در استانداردهای بین‌المللی ایمنی و بهداشت شغلی OSHA (Appendix B to §1910.269)، برای افراد آموزش دیده خط گرم در

نظر گرفته می‌شود که نیاز به انجام عملیات در نزدیکی خطوط برقدار به روش فرمان از دور (توسط استیک‌ها) داشته باشند.

جدول ۱: فواصل مجاز برای افراد آموزش دیده خط گرم

ولتاژ (کیلوولت)	فاصله مجاز فاز-زمین (متر)
۰ - ۱	صفر (عدم اتصال)
۱,۱ - ۱۵	۰,۶۴
۱۵,۱ - ۳۶	۰,۷۲
۳۶,۱ - ۴۶	۰,۷۷
۴۶,۱ - ۷۲,۵	۰,۹

- در صورت نزدیک بودن قسمت برقدار و احتمال خطا در ورود به فواصل مجاز، باید قبل از انجام عملیات، آن قسمت برقدار کاور شود.
- برای افراد عادی یا اکیپ‌های خط سرد دوره ندیده که نیاز به انجام عملیات در مجاورت خطوط فشارمتوسط برقدار را دارند، باید حریم شبکه فشارمتوسط (طبق دستورالعمل توانیر) ۲۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود.
- می‌توان در مجاورت یا زیر خطوط برقدار فشارمتوسط، نصب یا تعویض تجهیزاتی مانند ترانسفورماتور هوایی، پایه فشارضعیف و غیره را با شرایط زیر به عهده اکیپ‌های خط سرد گذاشت:
 - افراد اکیپ خط سرد حداقل دوره آشنائی با خط گرم را گذرانده باشند.
 - جهت انجام عملیات‌های فوق‌الذکر، حداقل فواصل مجاز ذکر شده در جدول ۱ رعایت شود.
 - محاسبه حداقل فاصله مجاز از خط برقدار، باید از نزدیکترین مکان بین تجهیزات، سیمبان یا سردکل جرثقیل و غیره، هر کدام که به خط برقدار نزدیک‌تر است، در نظر گرفته شود.
 - در صورت عدم امکان رعایت فاصله مجاز در عملیات خط سرد (و عدم وجود اکیپ خط گرم)، باید خاموشی داده شود.
- در کار با استیک‌ها جهت انجام عملیات فرمان از دور، برای افزایش ضریب ایمنی لازم است از دستکش لاستیکی عایق و کلاس متناسب با سطح ولتاژ شبکه نسبت به زمین استفاده گردد.
 - شبکه ۳۳ کیلوولت کلاس ۳
 - شبکه ۱۱ و ۲۰ کیلوولت کلاس ۲
- استیک‌ها و کاورهای خط گرم بر روی زمین گذاشته نشوند. (در صورت نیاز از سه پایه و فرش زیرانداز استفاده شود)
- استیک‌ها و تجهیزات خط گرم قبل از استفاده خشک و تمیز گردد.
- محل نگهداری تجهیزات خط گرم مرطوب و آلوده نباشد و از کشیف یا زخمی شدن آنها جلوگیری شود. (رطوبت و آلودگی دو عامل مهم عبور جریان سطحی می‌باشد.)

- جهت تمییز نمودن استیک‌ها از پارچه نخی استفاده شود.
- جهت زدودن لکه های روی استیک‌های خط گرم به هیچ عنوان از فلز استفاده نشود.
- استیک‌ها در زمان حمل و نقل باید بصورت جدا از هم و محکم بسته شوند.
- قبل از شروع بکار کلیه تجهیزات فلزی متصل به استیک‌ها از نظر سلامت بررسی شوند.
- در صورت آسیب یا مخدوش شدن استیک، می‌توان سلامت آن را در محل، توسط دستگاه تست کننده استیک‌ها (Hot Stick Tester) مورد بررسی و آزمایش قرار داد.
- این دستگاه سبک وزن و قابل حمل می‌باشد که با برق ۲۲۰ ولت کار می‌کند و برای استیک‌هایی تا قطر ۳ اینچ مورد استفاده واقع می‌شود. طرز کار دستگاه (Hot Stick Tester) به شرح زیر می‌باشد:



- مطمئن شوید قبل از اتصال به برق، دستگاه در حالت off باشد.
- بطور صحیح سه سیم را به منبع تغذیه اتصال دهید.
- وقتی دستگاه روشن است دست خود را بیرون نگاه داشته و کاور آن را باز نکنید.
- با چرخاندن دکمه zero عقربه آن را روی صفر تنظیم کنید. (این کار برای هر تست انجام شود.)
- میله تست که درون جعبه قرار دارد را برداشته و دو سر آن را با دست گرفته و داخل دستگاه قرار دهید که در صورت سالم بودن دستگاه، عقربه باید کاملاً منحرف شود.
- پس از اطمینان از سلامت دستگاه، اهرم عایق مورد آزمایش را بر روی دو پایه بصورت افقی قرار دهید.
- دستگاه را روی اهرم عایق گذاشته و جریان نشستی را اندازه گیری نمایید.
- اگر عقربه منحرف شده و به قسمت قرمز رنگ برود، اهرم عایق دارای جریان نشستی می‌باشد. در این حالت باید اهرم عایق تمییز و خشک گردد و مجدداً مورد آزمایش قرار گیرد. در صورتی که عقربه مجدداً انحراف شدید را نشان داد، اهرم عایق قابل استفاده نمی‌باشد.
- در صورتی که عقربه انحرافی را نشان ندهد، این قسمت از استیک سالم بوده و باید مجدداً از انتهای جایی که دستگاه بر روی اهرم عایق قرار داشته، دستگاه را قرار داده و تست ادامه یابد.
- دستگاه روی اهرم عایق لغزانده نشود و برای جابه‌جا نمودن آن را بلند کرده و مجدداً روی اهرم عایق قرار دهید.
- با چرخاندن اهرم عایق و تست مجدد، مطمئن شوید که در کلیه جهات تست انجام شده باشد.

۳,۲ نظارت و ایمنی عملیات خط گرم به روش فرمان از نزدیک با استفاده از بالا بر بوم عایق

اکیپ‌های اجرائی خط گرم موظفند جهت انجام هرگونه عملیات در شبکه‌های برقدار، بر اساس "دستورالعمل اجرائی عملیات خط گرم در شبکه‌های هوایی فشار متوسط" توانیر اقدام نمایند.

- نظارت و ایمنی در روش فرمان از نزدیک را می‌توان به شرح زیر تقسیم بندی نمود:

- نظارت و ایمنی قبل از انجام کار
- نظارت و ایمنی حین انجام کار
- نظارت و ایمنی پایان کار

۳,۲,۱ نظارت و ایمنی قبل از انجام کار در عملیات خط گرم به روش فرمان از نزدیک

- قبل از شروع عملیات خط گرم به روش فرمان از نزدیک، باید نوع کار مشخص و اولویت بندی کار بر اساس عملیات نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه، عملیات اضطراری و یا عملیات توسعه و احداث، انجام شده باشد.
- تعمیرات خط گرم باید بر اساس نقشه برداشت معایب که از قبل تهیه شده است انجام شود. برداشت این معایب حتی المقدور با تجهیزات جدید مانند دوربین عکسبرداری کرونا (Corona Cam)، دوربین عکسبرداری حرارتی، دستگاه لرزش سنج و غیره، انجام شده باشد.
- حوزه عملیات اکیپ خط گرم شامل فیدرهای فشار متوسط تعریف شده در محدوده شرکت توزیع نیروی برق مربوطه می باشد.
- مجری خط گرم موظف است جهت شروع کار، بصورت تلفنی (از طریق تلفن قابل ضبط مکالمات) یا بی سیم از مرکز کنترل اجازه کار بگیرد و فرم های مربوط به انجام کار تکمیل شده باشد.
- مجری خط گرم موظف است شماره اجازه کار، تاریخ، ساعت و نام اپراتور مرکز کنترل را در فرم روزانه ثبت نماید.
- قبل از رفتن به محل کار باید نوع عیب شناسائی و راهکار رفع آن پیش بینی شده باشد. (تجهیزات و یراق آلات مورد نیاز آماده باشد).
- افراد باید مجهز به لوازم ایمنی فردی بوده و کلیه اشیاء فلزی از قبیل ساعت و گردنبند و غیره و تلفن همراه را از خود دور نمایند.
- سرپرست در محل کار حضور داشته باشد و چگونگی انجام کار، لوازم مورد نیاز کار، لوازم ایمنی فردی و گروهی را بررسی کرده باشد.
- شرایط جوی بررسی شده باشد.
- ایمن سازی محیط انجام شده باشد.
- وسیله نقلیه مناسب در محل کار آماده باشد.
- افراد اکیپ باید با اصول کمک های اولیه و نجات شخص برق گرفته آشنا باشند.
- قبل از استفاده از دستکش، آستین و یا هر نوع وسیله لاستیکی عایق مورد استفاده در خطوط برقدار، باید بررسی شود که سوراخ نباشد. در صورت وجود این عیب، غیر قابل استفاده بوده و باید تعویض شود.
- قبل از استفاده از دستکش، آستین و یا هر نوع وسیله لاستیکی عایق مورد استفاده در خطوط برقدار، باید با کشیدن بدنه لاستیکی آن، بررسی شود که خراب و دارای ترک های ریز نباشد. در صورت وجود این عیب، غیر قابل استفاده بوده و باید تعویض شود.
- قبل از استفاده باید از سلامت، تمیزی و عایق بودن تجهیزات خط گرم و طناب های مورد استفاده در خطوط برقدار کاملاً اطمینان حاصل شود.

۳.۲.۲. موارد مهم ایمنی حین انجام کار عملیات خط گرم به روش فرمان از نزدیک

- انجام هرگونه عملیات اکیپ خط گرم و اکیپ خط سرد بصورت همزمان در یک محل ممنوع می باشد.
 - در صورت نیاز به کار مشترک اکیپ خط گرم و اکیپ خط سرد مانند نصب پایه، ابتدا کار خط سرد ممنوع بوده و باید پس از مهار سیم های شبکه توسط اکیپ خط گرم و استقرار کامل پایه در چاله و ایجاد فاصله مجاز از خط برقدار، گروه خط سرد نسبت به دست زدن به پایه و یا ریختن سنگ لاشه اقدام نماید.

- در صورت کار مجزای خط گرم و خط سرد، پس از اتمام کار گروه خط سرد یا خط گرم و ترک محل، گروه دیگر اجازه کار خواهد داشت.
- لوازم خط گرم در محل کار بر روی زمین قرار داده نشود و باید از فرش زیر انداز تمیز استفاده شود.
- دستکش به تنهائی برای لمس شبکه کافی نیست. هیچکس مجاز نخواهد بود که بدون ایزوله شدن از زمین و ابزار مخصوص خط گرم و تجهیزات ایمنی مناسب با قسمت‌های برقدار تماس حاصل نماید.
- انجام کار بر روی شبکه‌های برقدار وقتی مجاز است که تمامی تجهیزات مورد نیاز عملیات خط گرم و یراق آلات شبکه در محل آماده باشد.
- سیمبان اکیپ خط گرم فرمان از نزدیک، هنگام کار بر روی خطوط برقدار فشار متوسط باید بصورت مستمر از آستین عایق و دستکش عایق متناسب با ولتاژ شبکه با روکش چرمی مناسب استفاده نماید.
- مقدار عایقی آستین و دستکش عایق جهت کار در شبکه‌های فشار متوسط برقدار به شرح زیر مورد استفاده قرار گیرد:
 - شبکه ۳۳ کیلوولت کلاس ۴ (۳۶۰۰۰ ولت)
 - شبکه ۲۰ کیلوولت کلاس ۳ (۲۶۵۰۰ ولت)
 - شبکه ۱۱ کیلوولت کلاس ۲ (۱۷۰۰۰ ولت)
- حداکثر زمان استفاده از دستکش عایق برقکاران خط گرم ۵ سال پس از تولید می‌باشد. (بند ۱۲ پیوست ۱ دستورالعمل تامین، استفاده، نگهداری و امحاء ابزار کار و لوازم حفاظتی فردی و گروهی توانیر)
- کارگران پائین کار و بالاکار خط گرم باید پیوسته از کلاه ایمنی متناسب با ولتاژ شبکه با بند زیر چانه استفاده نمایند.
- کلاه ایمنی برقکاران خط گرم باید کلاس E باشد. (بند ۲ پیوست ۱ دستورالعمل تامین، استفاده، نگهداری و امحاء ابزار کار و لوازم حفاظتی فردی و گروهی توانیر)
- حداکثر زمان استفاده از کلاه ایمنی برقکاران خط گرم ۳ تا ۵ سال می‌باشد. (بند ۲ پیوست ۱ دستورالعمل تامین، استفاده، نگهداری و امحاء ابزار کار و لوازم حفاظتی فردی و گروهی توانیر)
- بر اساس استاندارد لوازم حفاظت فردی در صنعت برق به شماره ۵۰۱-۸۳، کلاه‌های ایمنی به رنگ یشمی برای بازرسان ایمنی، رنگ زرد برای برقکاران، رنگ سفید برای کارشناسان و رنگ قرمز یا نارنجی برای واحدهای خط گرم استفاده می‌گردد. (بند ۹ دستورالعمل تامین، استفاده، نگهداری و امحاء ابزار کار و لوازم حفاظتی فردی و گروهی توانیر)
- مطابق استاندارد EN 20345 و... کفش‌های ایمنی افرادی که با برق سروکار دارند یا در محل کارشان ایجاد جرقه وجود دارد، باید فاقد هر نوع قطعات فلزی باشد و مقاومت الکتریکی در کفش‌های ایمنی مقاوم به جریان الکتریسیته، باید حداقل ۱۰۰ کیلو اهم باشد. (بند ۹ دستورالعمل تامین، استفاده، نگهداری و امحاء ابزار کار و لوازم حفاظتی فردی و گروهی توانیر)
- افرادی که روی زمین قرار دارند باید از تماس با ماشین آلات مورد استفاده در خطوط برقدار خودداری نمایند.
- حداکثر زمان مجاز انجام کار بر روی خطوط برقدار در شبکه فشار متوسط که می‌توان مشابه کار در پست‌های فشار قوی دانست، رعایت گردد. این مقادیر در تحقیقات انجام شده توسط محققان شوروی و اسپانیائی برای کارگرانی که در پست‌های فشار قوی و در میدان‌های الکتریکی مختلف کار می‌کنند، در

جدول (۲) بیان شده است. (چهارمین کنفرانس بین المللی برق- مقاله "بررسی آثار بیولوژیک خطوط انتقال و توزیع نیرو و مروری بر حد حریم مجاز اطراف این خطوط")

جدول (۲) - حداکثر زمان مجاز انجام کار بر روی خطوط برق‌دار

حداکثر زمان مجاز برای قرار گرفتن کارگران تعمیرات پست در معرض میدان الکتریکی (حداکثر زمان مجاز انجام عملیات در خطوط برق‌دار)	
شدت میدان الکتریکی KV/M	زمان مجاز در یک شبانه روز به دقیقه
کمتر از ۵	بدون محدودیت زمانی
۵ - ۱۰	۱۸۰
۱۰ - ۱۵	۹۰
۱۵ - ۲۰	۱۰
۲۰ - ۲۵	۵
بیشتر از ۲۵	بدون محافظ غیر مجاز

• با توجه به موارد مطرح شده در زیر، هنگام انجام عملیات بر روی شبکه‌های فشارم توسط به روش فرمان از نزدیک، میدان الکتریکی خاصی وجود نداشته و در نتیجه محدودیتی از نظر زمان مجاز برای انجام عملیات خط گرم وجود ندارد.

○ آزمایش‌های دقیق انجام شده در بیمارستان جان هاپکینز آمریکا و کشور آلمان غربی نشانه‌ای از اثر سوء میدان‌های الکتریکی با شدت 20Kv/m بر روی شرایط فیزیولوژیک انسان را ارائه نمی‌کند. (چهارمین کنفرانس بین المللی برق- مقاله "بررسی آثار بیولوژیک خطوط انتقال و توزیع نیرو و مروری بر حد حریم مجاز اطراف این خطوط")

○ جریان القایی در بدن انسان آن قدر ضعیف است که در میدانی با شدت 10Kv/m کل جریان در بدن از ۰/۲ میلی آمپر تجاوز نمی‌کند و دانسیته جریان در پیشانی فرد معادل ۴۰ نانوآمپر در سانتیمتر مربع است. (چهارمین کنفرانس بین المللی برق- مقاله "بررسی آثار بیولوژیک خطوط انتقال و توزیع نیرو و مروری بر حد حریم مجاز اطراف این خطوط")

۳.۲.۳. موارد مهم ایمنی پایان انجام کار عملیات خط گرم به روش فرمان از نزدیک

- پس از پایان کار، دقت شود که هیچ کاور یا وسیله اضافی بر روی خطوط برق‌دار باقی نمانده باشد.
- کلیه لوازم کار، اشیاء اضافی و لوازم برکنار شده، از درون سبدعایق جمع آوری شود و سبدعایق کاملاً تمیز باشد.
- کلیه لوازم کار، اشیاء اضافی و لوازم برکنار شده، از روی زمین جمع آوری شود و محیط کار کاملاً تمیز باشد.
- کلیه لوازم کار، پس از جمع آوری تمیز و خشک گردیده و در محل مناسب در خودرو قرار گیرد.
- در پایان عملیات باید زمان پایان کار به مرکز کنترل اعلام و ثبت شود.
- در صورت وجود هرگونه کلید اتوماتیک از جمله ریکلوزر که قبل از انجام کار به حالت دستی تنظیم شده بود، باید مجدداً به حالت اتوماتیک برگردانده شود.

- در پایان کار، عملیات روزانه انجام شده بر روی شبکه را با ذکر شماره پایه، در فرم گزارش کار روزانه ثبت، و کروکی محدوده اجرای کار نیز در فرم رسم شود.
- تمامی افراد اکیپ موظفند در پایان کار جهت جمع آوری تجهیزات اقدام نموده و تا لحظه آخر در محل کار حضور داشته باشند.