



شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد  
Mashad Electric Energy Distribution Co.

اصلاح و بهینه سازی شبکه های برق با استفاده از فن آوری

## خط گرم فرمان از دور

(تا ۳۳ کیلوولت)

گرد آوری و تدوین:

محمدنعمت زاده فاز، علی سعیدی، محمدعلی نورائی

سیدابولفضل اشرف زاده و حسین وفادار راد

---

ویراستار:

محمدعلی نورائی

---

صاحب امتیاز:

شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد

تابستان ۱۳۹۲

## فهرست موضوعات

عنوان	شماره صفحه
پیش گفتار .....	۸
مروری بر تاریخچه شرکت توزیع نیروی برق مشهد .....	۱۲
پیدایش و سیر تحول خط گرم در جهان .....	۱۵
نگاهی به پیشینه تعمیرات خط گرم در ایران .....	۱۹
چرا خط گرم؟ .....	۲۱
ویژگی ها و مواد تشکیل دهنده ابزارهای خط گرم .....	۲۴
دستورالعمل نگهداری ابزار و تجهیزات خط گرم .....	۲۸
اصول ایمنی در عملیات خط گرم فرمان ازدور .....	۳۳
منشور اجرایی ۱۵ ماده ای عملیات خط گرم و ضرورت آن .....	۶۴

### فصل اول : سطح ۱ فعالیت های خط گرم (روش فرمان ازدور)

بازوبست جمپر ها در شبکه برق دار .....	۷۱
بستن اتصالات انشعابی در شبکه برق دار .....	۷۹
آچار کشی اتصالات و یراق آلات در شبکه برق دار .....	۸۵
پاک سازی درختان واقع در حریم شبکه برق دار .....	۹۱

### فصل دوم : سطح ۲ فعالیت های خط گرم (روش فرمان ازدور)

روش های بازوبست « سیم اصلی » .....	۱۰۷
نگاهی اجمالی به فرآیند عملیات اجرایی خط گرم (در شبکه فرضی تکفاز) .....	۱۲۳
نصب و برکناری مقره های بشقابی و سوزنی، کراس آرم و متعلقات آنها .....	۱۴۱
نصب و برکناری پایه های عبوری و متعلقات آنها در شبکه تک مداره .....	۱۷۱
کاربردهای انواع بازوی کمکی در عملیات نصب و برکناری مقره، کراس آرم و پایه .....	۱۹۵
نصب و برکناری تجهیزات جداکننده حفاظتی و غیر حفاظتی .....	۲۱۱

## فهرست موضوعات

عنوان	شماره صفحه
فصل سوم : سطح ۳ فعالیت های خط گرم (روش فرمان ازدور)	
اصلاح، تعویض و رفع عیوب هادی شبکه و اتصالات.....	۲۲۱
نصب و برکناری پایه های عبوری، سکشن و متعلقات آنها در شبکه دومداره.....	۲۲۳
تبدیل پایه عبوری به سکشن (دو طرف انتهایی).....	۲۲۵
تبدیل پایه سکشن (دو طرف انتهایی) به عبوری.....	۲۳۷
<b>پیوست ها</b>	
عملکرد سامانه خط گرم شرکت توزیع نیروی برق مشهد.....	۲۴۳
تحلیل اقتصادی ۲۴ ماهه اجرای عملیات خط گرم شرکت توزیع نیروی برق مشهد.....	۲۵۳

### پیش گفتار

اینک، به فضل خداوند متعال، مجموعه ای که در پیش روی شماست، سومین کتاب در خصوص اجرای عملیات خط گرم است که برای استفاده کاربران حرفه ای و سایر علاقمندان این صنعت از سوی شرکت توزیع نیروی برق مشهد تألیف و منتشر می شود.

کتاب اول در مورد ابزارشناسی بود که به عنوان نیاز اولیه ورود به وادی خط گرم تلقی می شود و کتاب دوم، کتابی است که با توجه به اهمیت عملیات خط گرم به روش «فرمان از نزدیک» در سال ۱۳۹۰ منتشر شد که در نوع خود اثری منحصر به فرد در این حرفه می باشد، ضمن این که برای کارورزان دوره های خط گرم فرمان از نزدیک نیز یک نیاز ضروری محسوب می گردد.

کتاب حاضر هم سومین اثر مکتوب با موضوع خط گرم به طور عام و اجرای عملیات خط گرم به روش «فرمان از دور» به صورت خاص است که به منظور تکمیل نیازهای آموزشی فن ورزان دوره های خط گرم به رشته تحریر درآمده و بدین ترتیب مجموعه آموزشی خط گرم در سطح فشار متوسط کامل شده است و به نوعی این مجموعه را می توان به مثابه یک اتمام حجت ملی و حرفه ای از سوی شرکت توزیع نیروی برق مشهد (به عنوان مُبدع نوین و سیستمی عملیات خط گرم در ایران) برای اشاعه این هنر حرفه ای تلقی نمود، بدان امید که مدیران بخش توزیع صنعت برق کشور بیش از پیش به این مهم پرداخته و مسئولیت حرفه ای خود را در این بُرهه زمانی به جا آورند.

از دیدگاه ملی، انجام عملیات به روش خط گرم باید به عنوان یک «هنر» تلقی گردیده و به طور جدی این موضوع ترویج شود که شرکت هایی که از این فن آوری استفاده می کنند «هنرمند» محسوب گردیده و به

آنانی که در قرن دیجیتال، هنوز هم اهمیت قابلیت اطمینان شبکه های برق را باور ندارند، به کار بستن این «هنر» را یادآوری نمود.

این سؤال باید به طور اساسی در بخش برق کشور مطرح شود که چرا باید شبکه های برق فشار متوسط را برای انجام تعمیرات بی برق نمود؟! این در حالی است که کشورهای پیشرفته دنیا قطع برق خطوط را به دلیل «انجام تعمیرات» اصلاً نمی پذیرند!!

تا زمانی که این سؤال از سوی شرکت توانیر مطرح نشده و شاخصی برای آن تدوین نگردد، متأسفانه باید بگوییم در شرکت های توزیع «در، بر همان پاشنه قبلی» خواهد چرخید و این، در شأن صنعت برق ایران با همه پیشرفت هایش نیست.

ما در این راه از حمایت مقامات ارشد صنعت برق کشور، به ویژه بازدیدهای میدانی جناب آقای مهندس بهزاد معاونت محترم امور برق و انرژی وزارت نیرو و جناب آقای مهندس حائری مدیرعامل محترم شرکت توانیر و همچنین جناب آقای مهندس خوش خلق معاونت محترم هماهنگی توزیع شرکت توانیر و راهنمایی های حضوری آنان بهره های وافر برده ایم و پشتیبانی های آن عزیزان جسارت ورود به این عرصه و ادامه آن را به ما داده است.

هر چند پس از پیروزی انقلاب اسلامی، برق مشهد به صورت پراکنده عملیات خط گرم «فرمان از دور» را انجام می داد و تقریباً تنها واحدی در کشور بود که این روش را به کار می گرفت\*، اما ادب حرفه ای حکم می کند که از کارشناسان و مدیرانی که برای احیای این روش فراموش شده، در بخش «عملیات خط گرم فرمان از دور» در صنعت برق خراسان تلاش کردند و این همت بزرگ آنان در حقیقت زیربنای سیاست فعلی شرکت توزیع نیروی برق مشهد برای تغییر جهت به سمت عملیات «خط گرم فرمان از نزدیک» قرار گرفته است، نامی به نیکی برده شود.

بدیهی است که همه آن گرامیان بر اساس نظام هوشمند خلقت در نزد خداوند متعال مأجور خواهند بود، لکن حسب وظیفه اخلاقی و حرفه ای نسل حاضر، به شرح زیر از آنان یاد می شود:

۱- آقای مهندس فخر نبوی (مدیرعامل وقت شرکت توزیع نیروی برق خراسان بزرگ) به عنوان حامی جدی پروژه تحقیقاتی ساخت لوازم «سطح یک» خط گرم فرمان از دور که توسط آقایان سعیدی، نعمت زاده،

\* ظاهراً از اوایل دهه ۵۰، شرکت های برق منطقه ای خراسان، برق منطقه ای تهران و سازمان آب و برق خوزستان در رابطه با خط گرم آموزش هایی دیده بودند و فعالیت هایی داشته اند که پس از انقلاب اسلامی به دلایل مختلف به جز برق مشهد، شرکت دیگری به این فعالیت ادامه نداده است.

ادیب، صدرا و دکتر قاضی تعریف شده بود، سهم زیادی در رونق مجدد این فعالیت ها داشتند، به گونه ای که پس از تولید داخلی آنها، علاوه بر شهر مشهد که از قدیم و به صورت پراکنده سابقه اجرای عملیات خط گرم فرمان از دور را داشت، تعمیرات شبکه های توزیع به صورت برق دار و در سطح یک، در سایر شهرهای بزرگ استان خراسان نیز مرسوم شد.

لازم به یادآوری است که در سال ۱۳۷۶، تعریف پروژه ساخت تجهیزات خط گرم سطح یک در داخل کشور، در حقیقت یک جسارت بود که به فضل خداوند و تلاش محققان و حمایت جناب آقای مهندس فخرنوبی، استعدادهای داخل کشور در این مورد به کار گرفته شد.

۲- آقای مهندس یزدانبخش (معاونت وقت نظارت بر توزیع شرکت برق منطقه خراسان) که در ترویج این هنر حمایت زیادی داشته و علاوه بر ترویج آموزش های مربوطه، سرفصلی خاص برای این موضوع در بودجه شرکت های توزیع خراسان بزرگ گشودند و همچنین جناب آقای مهندس وحدتی (مدیرعامل وقت شرکت برق منطقه خراسان) که از حمایت های خود در این رابطه دریغ ننمودند.

۳- همکاران شاغل در امور خدمات فنی ۲۰ کیلوولت شرکت توزیع برق مشهد که در آن زمان، باموافقت شادروان آقای مهندس شهرآئینی (اولین مدیرعامل شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد) در جهت نمونه برداری، کپی برداری و همچنین قالب سازی لوازم «سطح یک» خط گرم فرمان از دور، تعامل صمیمانه و بسیار جدی با سازندگان داخلی داشتند.

۴- سازندگان و صنعتگران بخش خصوصی در مشهد و تهران که با سعی و خطای فراوان، ساخت این ابزار و لوازم را به اتمام رساندند.

با وجود همه زحماتی که برای ترویج این «هنر» توسط اسلاف ما کشیده شده است، به عنوان شرکتی صاحب تجربه در این وادی، اعلام می داریم که برای نهادینه شدن آموزش کارآموزان خط گرم و ایجاد شم لازم در آنان برای تصمیم گیری صحیح و مناسب در حین کار، فراگیری تمام سطوح کار تعمیرات با خطوط برق دار به روش های «فرمان از دور» و «فرمان از نزدیک» لازم و ضروری است، ولی فرصت را مغتنم شمرده و به منظور عملیاتی نمودن فرهنگ آن در برنامه های شرکت های توزیع، اجرای عملیات خط گرم به روش «فرمان از نزدیک» را

پیشنهاد و توصیه می کنیم.

لازم به توضیح است که کلیه تصاویر عملیاتی ارائه شده در این کتاب، مربوط به هنرمندان گروه های اجرایی خط گرم امور نگهداری و تعمیرات شبکه های فشار متوسط شرکت توزیع نیروی برق مشهد است که جادارد تلاش و جدیت این عزیزان را پاس داشته و از مساعدت های جناب آقای مهندس مشکینی (معاونت بهره برداری و دیسپاچینگ این شرکت) نیز قدردانی نمایم.

در پایان، ضمن تقدیر و تشکر از همه دست اندرکارانی که با حمایت های خود موجبات تشویق پدید آورندگان این کتاب را فراهم نمودند، بدین وسیله مراتب قدردانی خود را از زحمات گروه مؤلفین محترم، به ویژه استاد مسلم این حرفه جناب آقای محمد نعمت زاده فاز ابرازی دارم. همچنین زحمات و پشتکار جناب آقای نورائی - که تلاش ایشان فراتر از ویراستاری متون این کتاب است - را می ستایم. امید آن که مجموعه مدیران و کارشناسانی که به نحوی از این کتاب استفاده می نمایند، ما را از نوازش نقد خود در جهت بهبود محتوای کتاب محروم ننمایند.

من ... التوفیق و علیه التکلان

علی سعیدی - مدیر عامل