

## نگهداری و تعمیرات شبکه هوایی

امروزه با ساخت دستگاه‌های جدید که امکان تعمیر و نگهداری شبکه را بصورت مکانیزه به ما می‌دهد، می‌توان از خاموشی‌های مکرر، گسترده و طولانی جلوگیری نموده و یا با بهره بردن از تجهیزات جدید نسبت به برداشت معایب شبکه، جهت رفع عیوب و پیشگیری از حوادث اقدام نمود.

### انواع کلیدهای هوایی و کاربرد آنها

در شبکه‌های فشار متوسط هوایی توزیع، برای قطع و وصل، جدا کردن مانوری خطوط و حفاظت‌های لازم از انواع کلیدهای هوایی استفاده می‌شود.

#### سکسیونر

جهت قطع و وصل ولتاژ و جریان در خطوط هوایی فشار متوسط و مانور بار از سکسیونر استفاده می‌شود. این تجهیز در دو نوع قابل قطع زیر بار SF6 و ساده (غیر قابل قطع زیر بار) موجود می‌باشد.

سکسیونر قابل قطع زیر بار



سکسیونر ساده (غیر قابل قطع زیر بار)



#### کات اوت فیوز

طراحان شبکه توزیع برای جدا کردن مانوری خطوط انشعابی گاهاً از کات اوت فیوز و یا کات تیغه‌ای استفاده می‌کنند. اما این کلید بیشتر جهت حفاظت ترانس‌های هوایی و خطوط هوایی با جریان کم استفاده می‌شود. بدیهی است کات اوت فیوزها علاوه بر وظیفه قطع و وصل می‌توانند حسب فیوز لینک (المنت) بکار رفته در آنها، نقش حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه را نیز داشته باشند.

البته اگر قصد طراح از پیش بینی وسیله قطع کننده، صرفاً مانور و قطع و وصل شبکه باشد، به جای کات اوت فیوز از کات تیغه‌ای استفاده می‌نماید. البته باید توجه داشت که کات اوت تیغه‌ای جهت قطع و وصل ولتاژ خطوط بدون بار و مانور در عیب‌یابی شبکه استفاده می‌گردد.



## برقگیرها

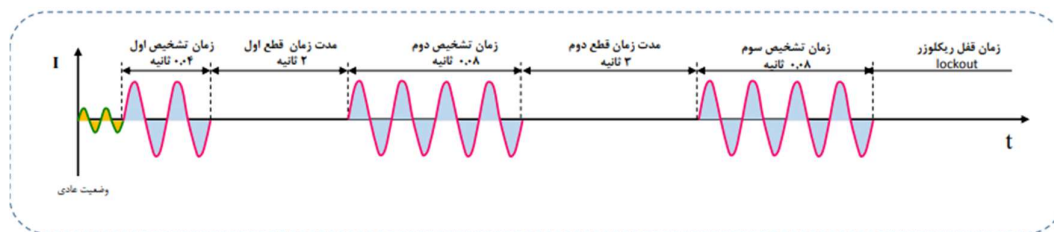
جهت حفاظت شبکه‌های هوایی و تجهیزات مربوطه از برقگیر استفاده می‌شود. برقگیر اکسید روی از یک استوانه چینی یا سیلیکونی با تعدادی قرص اکسید روی در داخل آن تشکیل شده و دو سر آن دو پیچ جهت اتصال میان شبکه و اتصال زمین قرار دارد. این برقگیرها همیشه تحت ولتاژ هستند و جریان نشتی بسیار کمی در حد کمتر از چند میلی آمپر از آنها عبور می‌کند که هیچ مشکلی را ایجاد نمی‌کند.



## ریکلوزر یا کلید وصل مجدد

خطاهای رخ داده در شبکه‌های توزیع هوایی عمدتاً از نوع گذرا هستند و این امکان وجود دارد که این خطاها در کوتاه‌ترین زمان ممکن برطرف گردند.

ریکلوزر نوعی رله می‌باشد که فرمان وصل مجدد را به کلید قدرت می‌دهد، به این صورت که در مرحله اول قطع مدار، حدود ۲ ثانیه بعد جریان می‌دهد و در صورت قطع مجدد، حدود ۳ ثانیه مدار قطع مانده و سپس فرمان وصل صادر می‌شود. در صورت باقی بودن خطا و قطع مرحله سوم، ریکلوزر قطع می‌ماند.



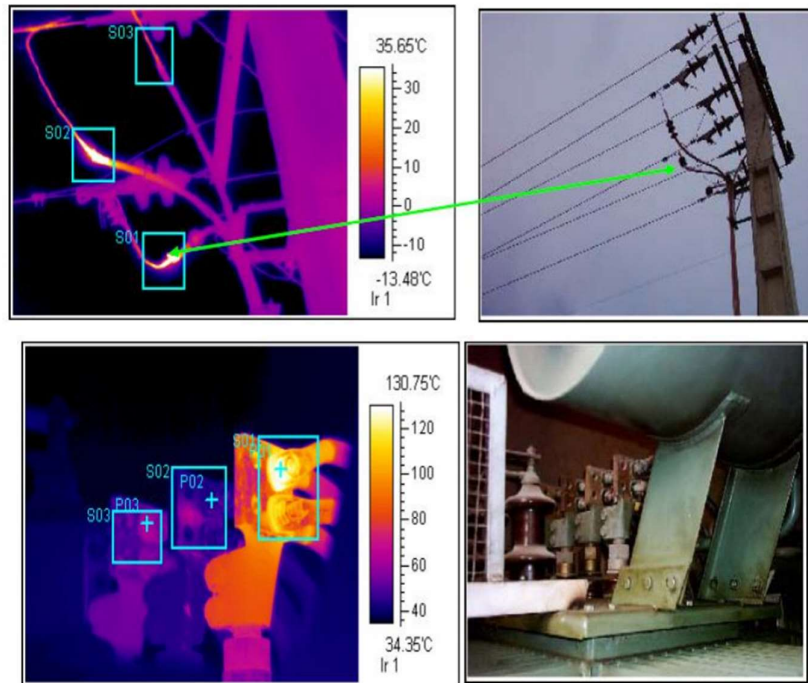
## سکشنالایزر

سکشنالایزر را می‌توان مکمل ریکلوزر در شبکه‌های توزیع دانست. در صورت استفاده از سکشنالایزر بعد از ریکلوزر، شبکه به چند ناحیه مجزا تقسیم و هر ناحیه توسط یک دستگاه سکشنالایزر پوشش داده می‌شود. در صورت وقوع خطای پایدار در یک ناحیه، سکشنالایزر مربوطه قطع مانده و پس از اتصال مجدد ریکلوزر بالادست، بقیه شبکه برقرار و فقط ناحیه‌ای که خطا در آن رخ داده بی‌برق می‌ماند.



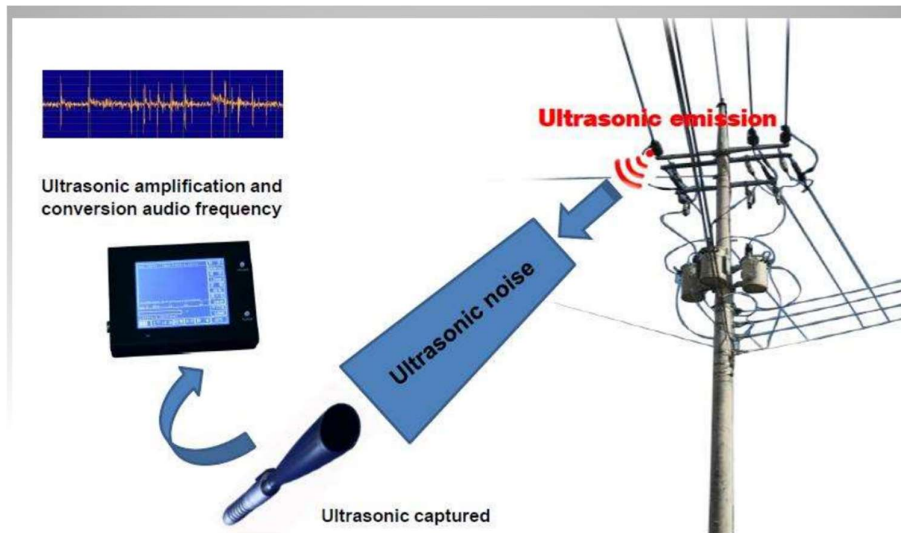
### عکسبرداری حرارتی (ترموویژن)

بسیاری از قطعی‌های ناخواسته مربوط به اتصالات سست می‌باشد که مقاومت در آن نقطه زیاد شده و ایجاد حرارت و گرما می‌کند و در نهایت موجب ذوب شدگی و قطع اتصال می‌شود. دوربین ترموویژن با عکسبرداری امواج مادون قرمز ساطع شده از تجهیزات، باعث می‌شود که ما از محل نقاط داغ اطلاع پیدا کرده و جهت اصلاح یا آچارکشی این نوع اتصالات اقدام کنیم.



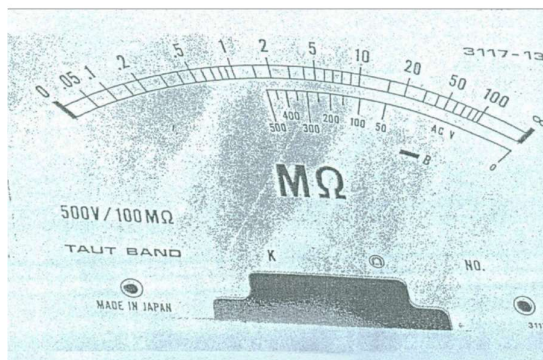
### نشت یاب مقره (آلتراسونیک)

جهت پیدا کردن عیب مقره‌ها، در امتداد جاده‌ای که در راستای شبکه هوایی باشد مسیر را طی نموده و با تنظیم آنتن آن به سمت شبکه، زمانی که به منبع نویز (مقره معیوب) برسیم، فرکانس مد نظر توسط دستگاه دریافت می‌گردد.



### میگر یا مگا متر

میگر دستگاهی است که مقاومت عایقی اجسام را اندازه گیری می کند و در دو نوع دیجیتال و عقربه ای و با ولتاژهای مختلف ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ولت ساخته شده است که در ادارات برق معمولاً از ۱۰۰۰ ولت برای عیب یابی در شبکه های فشار ضعیف و ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ولت برای شبکه های فشار متوسط استفاده می کنند. صفحه میگر از صفر تا بینهایت درجه بندی شده است و روی بدنه آن سه عدد پیچ اتصال (ترمینال خروجی) وجود دارد که سر اول و سوم برای اندازه گیری مقاومت عایقی و سر وسط گارد یا گراند میگر می باشد که معمولاً با حروف L-G-E مشخص می شوند. درجه بندی میگر بر حسب مگا اهم می باشد.



### تست ترانسفورماتور با میگر

یکی از کارهای با اهمیت در شبکه هوایی، اطمینان از سلامت تجهیزات است و ترانسفورماتور به دلیل سنگینی و هزینه جابجایی و نصب، قبل از نصب باید تست شده و سپس نصب گردد. برای تست سلامت ترانسفورماتورهای توزیع به طریق زیر عمل می کنیم:

با توجه به اینکه ترانسفورماتورهای مورد استفاده دارای دو سیم پیچ ستاره و مثلث جدا از هم هستند، به چهار صورت زیر عمل می کنیم:

۱. برای آزمایش ترانسفورماتور به وسیله میگر ۵۰۰۰ ولت، ابتدا سیم E میگر را به نقطه صفر ترانس وصل می کنیم و سیم L را روی فازهای T و S و R طرف فشار ضعیف وصل و آزمایش می کنیم. باید مقاومت نزدیک

به صفر باشد که این تست وصل بودن سیم پیچ ها را مشخص می کند که اگر قطع باشد و عقربه به سمت بینهایت حرکت کند ترانسفورماتور معیوب است.

۲. همین آزمایش را روی طرف مثلث ترانسفورماتور بین هر دو فاز انجام می دهیم. باید در هر مرحله عقربه میگر از بینهایت به طرف صفر حرکت کند و مقداری مقاومت داشته باشد. اگر قطع بود و عقربه حرکت نکرد ترانس معیوب است.

۳. یک سر سیم میگر (E) را به نقطه صفر طرف ستاره ( فشار ضعیف ) ترانس می بندیم و سر دیگر (L) را به سیم پیچ طرف مثلث می زنیم، عقربه در سمت بینهایت نباید حرکتی داشته باشد، در غیر اینصورت ترانس معیوب است.

۴. با قرار دادن یک سر سیم میگر بر روی هر فاز و سر دیگر بر روی بدنه ترانس، هر طرف سیم پیچ های ستاره و مثلث نباید اصطلاحاً به بدنه راه بدهند، یعنی عقربه از بینهایت نباید حرکت کند و مقاومت باید بینهایت باشد، در غیر اینصورت ترانس معیوب است.

### تست ارت با میگر و ارت سنج

ارت سنج یا همان دستگاه تست مقاومت زمین، شبیه میگر برای اندازه گیری مقاومت طراحی گردیده است با این تفاوت که مقاومت زمین بسیار کمتر از عایق های معمول می باشد.

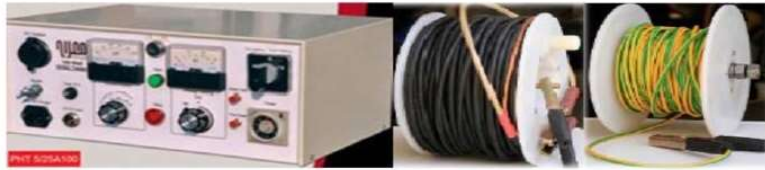
برای تست چاه ارت با میگر یک خروجی باید به سیم مسی چاه ارت متصل شود و اتصال به دو میله دیگر باید در فاصله های ۱۰ و ۲۰ متری بعد از چاه قرار گیرند. در این حالت مقاومت زمین اندازه گیری می شود که باید مقدار بسیار ناچیزی باشد.



در اندازه گیری مقاومت زمین با ارت سنج سه سیمه از یک الکتروود و دو میخ کمکی استفاده می شود که در یک راستا و در فواصل معین که در محدوده ۲۰ متر از یکدیگر قرار داده می شوند و با استفاده از سیم های رابط کابل ارت سنج به دستگاه متصل می شود. وقتی یک صفحه که در عمق ۳ متری دفن شده باشد، میل جریان را باید در ۱۵ متری آن کوبید. میل پتانسیل نیز در فاصله ۹ متری از الکتروود و روی خط واصل، بین الکتروود و میل جریان کوبیده می شود و در ادامه اندازه گیری را باید انجام داد.

### دستگاه تستر هوایی

در گذشته به دلیل عدم وجود تجهیزات عیب یابی شبکه از روش کلیدزنی استفاده می شد. برقداری شبکه زیر اتصالی یک روش اشتباه و به دلیل ایجاد حوادث جدید و یا آسیب به تجهیزات مشترکین منسوخ گردیده است. در حال حاضر عیب یابی شبکه با دستگاه تستر هوایی انجام می شود که چگونگی آن در تصاویر زیر آمده است.



وضعیت عقربه‌ها برای شبکه سالم خشک

وضعیت عقربه‌ها برای شبکه معیوب

### آشکارساز خطا (فالت دتکتور)

زمانی که در شبکه اتصالی رخ می‌دهد سیستم‌های حفاظتی عمل کرده و بخش بزرگی از شبکه (حتی قسمت‌های بدون عیب) را بی‌برق می‌کند. با نصب آشکارساز خطا در محدوده‌هایی از شبکه خصوصاً مسیرهای طولانی، می‌توان در کمترین زمان ممکن محدوده اتصالی را تشخیص داده و با جدا کردن آن، بقیه شبکه را برقرار نمود. میدان مغناطیسی ناشی از عبور جریان اتصالی در سیم، باعث می‌شود که آشکارساز خطا شروع به چشمک زدن نماید (با استفاده از باتری خود) و بتوان محدوده اتصالی را تشخیص داد.



### فازمتر دوپل

فازمتر دوپل فشار متوسط یکی از وسایل ایمنی گروهی می‌باشد که برای تشخیص همنام بودن فازهای دو مدار بکار می‌رود. به عنوان مثال پس از نصب کات اوت تیغه‌ای بر روی یک پایه جهت ایجاد نقطه مانور، باید مشخص شود که

برای اتصال جمپر به دو طرف تیغه‌ها، جمپر هر کدام از فازهای R(20<0) و S(20<120) و T(20<240) در دو طرف یک تیغه، آیا فازهای همنام هستند یا خیر؟



فازمتر دابل فشار متوسط شامل دو عدد فاز متر دسته عایق می‌باشد که به صورت دابل و توسط یک کابل بهم مرتبط بوده و هر کدام از فازمترها در یک دست سیمبان قرار می‌گیرد. سپس با اتصال شاخک‌های سر آن به فازهای مختلف دو طرف، اگر لامپی که در وسط فازمتر تعبیه شده روشن شود، این بیانگر غیر همنام بودن فازها می‌باشد و اگر لامپ روشن نشود، به معنی همفاز بودن فاز مورد نظر می‌باشد و ارتباط جمپر آن بلامانع می‌باشد.

**توجه:** ابتدا سلامت لامپ فازمتر دابل بررسی و تست شود.

### ایجاد اتصال زمین (ارت موقت)

ایجاد اتصال زمین (ارت موقت) در طرفین محل کار پس از قطع، تست و تخلیه مدار، برای انجام تعمیرات الزامی بوده و در صورت عدم وجود آن، شبکه را باید برق‌دار فرض نمود زیرا هر لحظه در اثر اشتباهات فردی امکان برق‌دار شدن شبکه وجود دارد. ضمناً در زمان نصب یا جمع آوری اتصال زمین نیز باید شبکه را برق دار تلقی نموده و ایمنی لازم را رعایت نمایند.

برای نصب اتصال زمین بر روی شبکه ۲۰ کیلوولت باید در صورت امکان از روی زمین و توسط پرچ انجام شود، در غیر این صورت باید سه سیم فازهای اتصال زمین با کمک طناب کار به بالا منتقل و با استفاده از استیک‌های عایق بر روی شبکه نصب شود.

در شبکه فشار ضعیف هم در انشعاب‌ها به دلیل سرقت و یا گذشت زمان و افزایش مقاومت زمین، ممکن است اتصال زمین کامل وجود نداشته باشد و با توجه به وجود رینگ در شبکه و یا احتمال برق دار شدن شبکه از طریق دیزل ژنراتورهای اضطراری باید از اتصال زمین استفاده شود.

اتصال زمین فشار ضعیف دارای پنج گیره فنی است که باید دارای لبه و فنرهای سالم باشد و پس از اتصال به سیم‌های شبکه، توسط کابل ارتباطی تماس کامل با میله اتصال زمین موقت به زمین برقرار نماید.



## تعدیل بار در شبکه های هوایی

نامتعادل بودن بار فازها در شبکه یکی از مسایل و مشکلات مرسوم در شبکه های توزیع می باشد که باعث نامتعادلی ولتاژ در فازهای شبکه نیز می شود. این مشکل به دلیل عدم توزیع مناسب بارها بین مشترکین تکفاز و یا غیر یکنواخت بودن مصرف مشترکین ایجاد می گردد. مسلماً این امر تبعات مختلفی از قبیل افزایش تلفات، افزایش افت ولتاژ، گرم شدن و کاهش راندمان تجهیزات، ایجاد محدودیت در توان انتقالی ترانسفورماتورها در پیک بار و برقرار شدن نول را دارد.

### روش های تعدیل بار

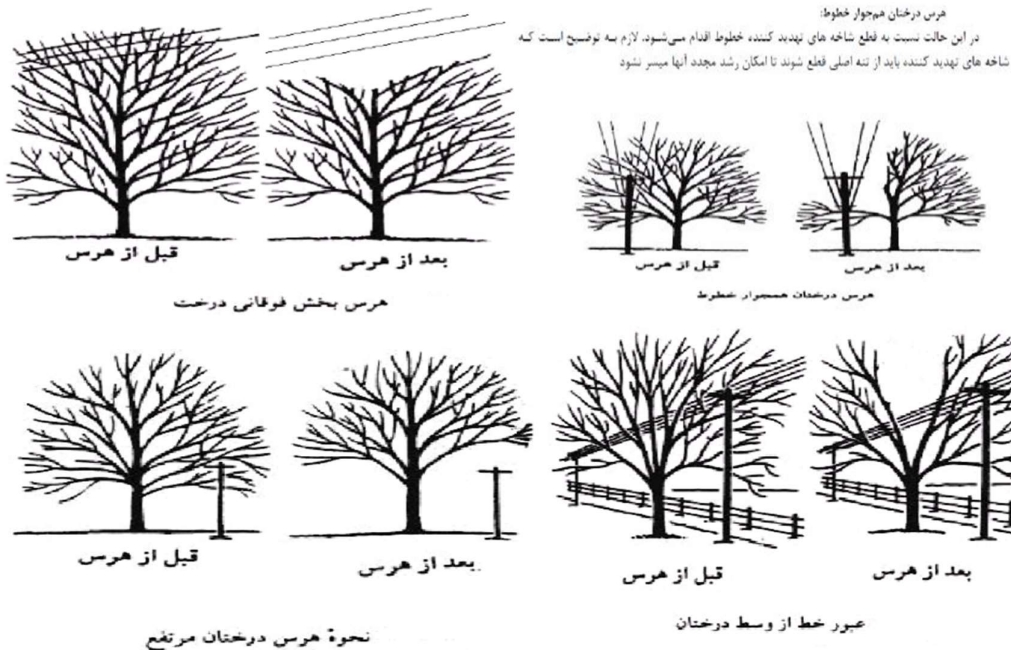


- یکنواخت کردن تعداد مشترکین فازها بر روی هر پایه
  - روش آمپرمتری: در این روش بر اساس بار فازهای خروجی فیدر یا ترانس، مشترکین جابجا می گردند.
  - معمولاً بارگیری و انجام این کار در پیک بار صورت می گیرد.
- لازم به ذکر است که در عمل به دلیل تغییرات جریان بار، امکان مساوی کردن جریان در سه فاز و در تمامی زمانها وجود ندارد.

### هرس درختان در حریم شبکه

برخورد شاخه درختان با شبکه های الکتریکی و قطع برق، یکی از مشکلات شرکت های توزیع می باشد. جهت کاهش خاموشی ها و به منظور افزایش قابلیت اطمینان شبکه و تأمین ایمنی و حفظ سلامت مردم، باید شاخه درختان که در حریم شبکه های فشار ضعیف و فشار متوسط هوایی قرار دارند، هرس شوند.

این حریم برای شبکه فشار ضعیف هوایی ۱ متر و برای شبکه فشار متوسط هوایی تا ولتاژ ۲۰ کیلوولت در داخل محدوده شهری ۲.۱ متر و برای محدوده خارج شهر ۳ متر می باشد. برای شبکه فشار متوسط هوایی تا ولتاژ ۳۳ کیلوولت ۳.۵ متر در داخل محدوده شهر و ۵ متر برای محدوده خارج شهر می باشد.





**ابزار آلات مورد نیاز هرس:**

- قیچی دستی : برای برش شاخه های کوچک
- قیچی هرس : برای برش شاخه های متوسط
- اره دستی : برای هرس شاخه های با قطر ۶ اینچ
- اره برقی : برای برش شاخه های ضخیم و تنه درخت
- کلاه و عینک ایمنی



دقت شود که سر برداری قبل از بهار و بیدار شدن درختان و مواقعی که خطر سرمازدگی و جود ندارد انجام گیرد. در ضمن جهت جلوگیری از رشد مجدد استفاده از چسب پیوندی در محل هرس ضرورت دارد.

**هرس درختان به روش خط گرم:**

یکی از کارهای مهم که گروه های عملیاتی خط سرد با آموختن آن می توانند انجام دهند، شاخه زنی بصورت خط گرم بر روی شبکه های برق دار فشار ضعیف (و فشار متوسط بصورت محدود) می باشد. انجام این کار با آموزش و استفاده از بالابر معمولی و اهرم های دسته عایق (استیک ها) و به روش فرمان از دور (رعایت فواصل مجاز) امکان پذیر است. لوازم مورد استفاده در این کار شامل قیچی گیوتینی، اره نصب شده بر روی استیک عمومی و قلاب شاخه کش می باشد. لازم به ذکر است که هرس درختان در شبکه های برق دار فشار متوسط باید توسط اکیپ های خط گرم حرفه ای با استفاده از بالابر عایق و تجهیزات هیدرولیک دسته عایق به صورت پیشرفته تر انجام شود.

**ایمنی هرس درختان:**

- ایمن سازی محیط کار توسط مخروطی و علائم هشدار دهنده انجام شود و در صورت نیاز با استفاده از نوار هشدار و مسدود نمودن مسیر از عبور و مرور افراد و وسایل نقلیه از زیر محل کار جلوگیری شود.
- سیمبان با استفاده از ماسک و عینک از نفوذ گرد و خاک به دهان و بینی و چشم جلوگیری نماید.
- انجام عملیات شاخه زنی با تجهیزاتی مانند اره موتوری یا اره های بنزینی یا دیگر تجهیزات که دسته متصل به آن عایق نیست، در خطوط برق دار ممنوع می باشد.

- در خطوط برقدار ابتدا باید توسط تجهیزات با دسته عایق سرشاخه‌ها و شاخه‌هایی که در محدوده شبکه هستند، پاکسازی شده و پس از اطمینان از دور بودن شاخه یا تنه مورد نظر از خطوط برقدار، اقدام به قطع با تجهیزات غیر عایق مانند اهر موتوری شود.
- هنگام بریدن شاخه‌های متصل به شبکه دقت شود که با تنش به شبکه، باعث برخورد سیم‌ها به یکدیگر، و در نتیجه سیم پارگی، آسیب به شبکه و یا سوختن تجهیزات مردم نشویم.
- هنگام خارج کردن شاخه‌های بین فازها دقت شود که با تنش به شبکه، باعث برخورد سیم‌ها به یکدیگر، و در نتیجه سیم پارگی، آسیب به شبکه و یا سوختن تجهیزات مردم نشویم.
- در صورتی که شاخه بریده شده به شبکه برقدار متصل است و بدن به زمین یا درخت یا بالابر غیر عایق متصل است، از دست زدن به آن با دست بدون دستکش عایق، خودداری شود.
- دندانه‌های اهر تیز باشد، تا خستگی زودرس سیمبان باعث حادثه نشود. (در اهرهای زنجیری نیز زنجیر اهر تیز باشد.)
- پس از اتمام شاخه‌زنی دقت شود که شاخه‌های قطع شده روی درخت باقی نمانند.
- پس از اتمام شاخه‌زنی دقت شود که شاخه‌های قطع شده در محیط باقی نمانند.
- شاخه زنی درختان در اواخر پاییز و یا زمستان پیش بینی شود تا علاوه بر حفظ محیط زیست و موقع خواب درختان، به جای سرشاخه‌های سبز، شاخه‌های اصلی بریده شوند.
- در صورت نیاز هنگام افتادن شاخه یا تنه درخت با صدا هشدار دهیم.
- در صورت نیاز به قطع شاخه درختان املاک خصوصی، باید با مالک هماهنگ شود. (در صورت عدم توافق، با اخطار کتبی واحد حقوقی و در نهایت با نظارت نیروی انتظامی کار انجام شود.)
- در صورت نیاز به قطع شاخه‌ای بزرگ یا تنه درخت که در بالای شبکه قرار دارد، باید ابتدا آن را با طناب عایق در جهت مخالف شبکه مهار نموده و سپس قطع نمائیم.
- جهت حفظ محیط زیست و زیبایی شهر، از قطع شاخه‌های بی‌مورد خودداری شود.
- شخص باید زاویه مناسب در خلاف جهت سقوط درخت یا شاخه داشته باشد. (مسیر گریز)