# ایمنی برق در آتش نشانی


## گردآوردنده :

## حمیدرضا کیان مهر



واحد آموزش سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری قزوین – بهار ۱۴۰۵

**فهرست**


**فصل ۱ : مقدمه** ..... ۳

**فصل۲ : اهمیت ایمنی در برق** ..... ۴

**فصل ۳ : اصول اولیه برق و خطرات آن** ..... ۹

**فصل۴ : سیستم انتقال و توزیع برق (از نیروگاه تا مصرف کننده)** ..... ۱۳

**فصل۵ : شناسایی خطرات برق در محل حادثه** ..... ۱۷

**فصل ۶ : تجهیزات حفاظت فردی (PPE) برای آتش نشانان** ..... **۲۱**

**فصل ۷ : اقدامات ایمنی قبل از ورود به محل حادثه برقی** ..... .....

**فصل ۸ : امدادرسانی در حوادث برقی** ..... .....

**فصل ۹ : آتش‌سوزی‌های الکتریکی و روش‌های خاموش کردن** ..... .....



سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی

شهرداری قزوین

# فصل ۱: مقدمه

## ۱ . مقدمه و اهمیت ایمنی در برق

چرا آتش نشانان باید با خطرات برق آشنا باشند؟
آمار حوادث ناشی از برق در عملیات‌های امداد و نجات

## ۲ . اصول اولیه برق و خطرات آن

شناخت جریان برق(AC/DC) ، ولتاژ، آمپر و مقاومت
خطرات تماس مستقیم و غیرمستقیم با برق
اثرات برق‌گرفتگی بر بدن انسان

## ۳ . سیستم انتقال و توزیع برق (از نیروگاه تا مصرف کننده)

مراحل کلی انتقال برق (تولید، انتقال فشار قوی، توزیع)
اجزای اصلی شبکه برق و خطرات آنها
نقاط بحرانی در شبکه که نیاز به توجه ویژه دارند
اقدامات ایمنی در مواجه با شبکه توزیع

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

## ۴ . شناسایی خطرات برق در محل حادثه

تشخیص محیط‌های تحت تأثیر برق
خطرات سیم‌های برق دار و تجهیزات الکتریکی
خطرات خاص در محیط‌های آبی و مرطوب

## ۵ . تجهیزات حفاظت فردی (PPE) برای آتش نشانان

لباس‌های مقاوم در برابر قوس الکتریکی
دستکش و کفش عایق برق
کلاه ایمنی با محافظت الکتریکی

## ۶ . اقدامات ایمنی قبل از ورود به محل حادثه برقی

قطع برق از منبع اصلی

## ۷ . امدادرسانی در حوادث برقی

روش‌های نجات مصدوم برق‌گرفتگی
کمک‌های اولیه برای فرد برق‌گرفته
خطرات نجات در محیط‌های خاص

## ۸ . آتش‌سوزی‌های الکتریکی و روش‌های خاموش کردن

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

انواع آتش‌سوزی‌های الکتریکی
روش‌های ایمن خاموش‌سازی
خطرات خاص در خاموش‌کردن

# فصل ۲: اهمیت ایمنی در برق برای آتش نشانان

## چرا آتش نشانان باید با خطرات برق آشنا باشند؟

برق یکی از خطرناک ترین عوامل تهدید کننده جان آتش نشانان در عملیات های امداد و نجات است. هر ساله تعداد زیادی از آتش نشانان در سراسر جهان در حین انجام مأموریت به دلیل برق گرفتگی مجروح یا کشته می شوند. آشنایی با خطرات برق به دلایل زیر حیاتی است:

**نامرئی بودن خطر :** برق قابل مشاهده نیست و ممکن است حتی در محیط هایی که به ظاهر ایمن به نظر می رسند، خطر برق گرفتگی وجود داشته باشد.

**سرعت بالای حادثه :** برق گرفتگی در کسری از ثانیه رخ می دهد و زمان کافی برای عکس العمل وجود ندارد .

**اثرات کشنده :** جریان برق حتی در ولتاژهای پایین خانگی (بیشتر از ۵۰ ولت ) می تواند باعث ایست قلبی، سوختگی های شدید یا آسیب های عصبی دائمی شود .

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی

**خطرات ثانویه :** برق می تواند باعث انفجار، آتش سوزی های ثانویه یا سقوط تجهیزات شود .

شهرداری قزوین

## آمار حوادث ناشی از برق در عملیات های امداد و نجات

بر اساس آمار سازمان های معتبر بین المللی :

حدود ۱۵٪ از تلفات آتش نشانان در عملیات ها مرتبط با برق است .

۶۲٪ از حوادث برق گرفتگی آتش نشانان در هنگام عملیات اطفاء حریق رخ می دهد
۲۸٪ از موارد در عملیات نجات در ساختمان ها
۱۰٪ در حوادث جاده ای اتفاق می ا فتد .

## نمونه های واقعی:

حادثه سال ۱۴۰۰ در تهران : برق گرفتگی دو آتش نشان در حین عملیات اطفاء حریق یک ساختمان مسکونی به دلیل تماس ناخواسته با سیم های برق دار
حادثه سال ۱۳۹۸ در اصفهان : مرگ یک آتش نشان در اثر قوس الکتریکی ناشی از نزدیکی بیش از حد به خطوط فشار قوی

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

## اصول اولیه ایمنی برق برای آتش نشانان

برای حفظ ایمنی در محیط های برق دار، آتش نشانان باید چهار اصل طلایی را همواره مد نظر داشته باشند:

- فرض کنید همه سیم ها برق دار هستند ( حتی اگر به نظر می رسد برق قطع شده است)
- همیشه از تجهیزات حفاظت فردی مناسب استفاده کنید
- فاصله ایمن را از تجهیزات برق دار حفظ نمایید
- هرگز به تنهایی در محیط های پرخطر برقی عملیات نکنید

## انواع خطرات برق در عملیات های آتش نشانی

آتش نشانان ممکن است با انواع مختلفی از خطرات برق مواجه شوند:

- تماس مستقیم : لمس سیم ها یا تجهیزات برق دار
- تماس غیرمستقیم : تماس با اشیایی که ناخواسته برق دار شده اند
- قوس الکتریکی : تخلیه ناگهانی برق در هوا
- الکتریسیته ساکن : خطر انفجار در محیط های دارای گازهای قابل اشتعال
- ولتاژ گام :خطر برق گرفتگی از طریق زمین در اطراف تجهیزات برق دار

### چک لیست اقدامات اولیه در مواجهه با محیط های برق دار

پیش از ورود به هر محیطی که احتمال وجود خطر برق می رود، این موارد را بررسی کنید :

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

- منبع برق اصلی قطع شده است؟
- از فازمتر برای تست عدم وجود برق استفاده شده است؟
- فاصله ایمن از خطوط هوایی رعایت شده است؟
- تمام پرسنل از خطرات احتمالی آگاه هستند؟
- تجهیزات حفاظت فردی کامل پوشیده شده است؟
- راههای تخلیه اضطراری مشخص شده است؟

# فصل ۳ : اصول اولیه برق و خطرات آن

## شناخت مفاهیم پایه برق

ولتاژ : (V) ( اختلاف پتانسیل ) تفاوت بار الکتریکی در دو نقطه

( مثال: فشار ضعیف , برق خانگی تکفاز ۲۲۰ ولت و سه فاز ۳۸۰ ولت - فشار متوسط ۱۱۰۰۰ ولت و ۲۰۰۰۰ ولت )

جریان :( A) شدت حرکت بار الکتریکی بین دو نقطه

اثرات بر بدن انسان:

- ۱ میلی آمپر : ایجاد سوزش مختصر در پوست
- ۵ میلی آمپر : ترمور ماهیچه ها
- ۱۵-۱۷ میلی آمپر : انقباض ماهیچه ها (جلوگیری از جدا شدن قربانی با منبع تماس)
- ۵۰ میلی آمپر: انقباض کلیه ماهیچه ها از جمله ماهیچه های تنفسی و مرگ متعاقب آن
- ۷۵ میلی آمپر: فیبریلاسیون بطنی

جریان های بالاتر و حدود ۱ آمپر سبب ایجاد فیبربلاسیون بطنی نمی گردند ولی ممکن است ایست قلبی ایجاد نمایند که این اثر نیز در صورت قطع فوری جریان از بین رفته و قلب بصورت طبیعی به فعالیت خود ادامه خواهد داد.

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی

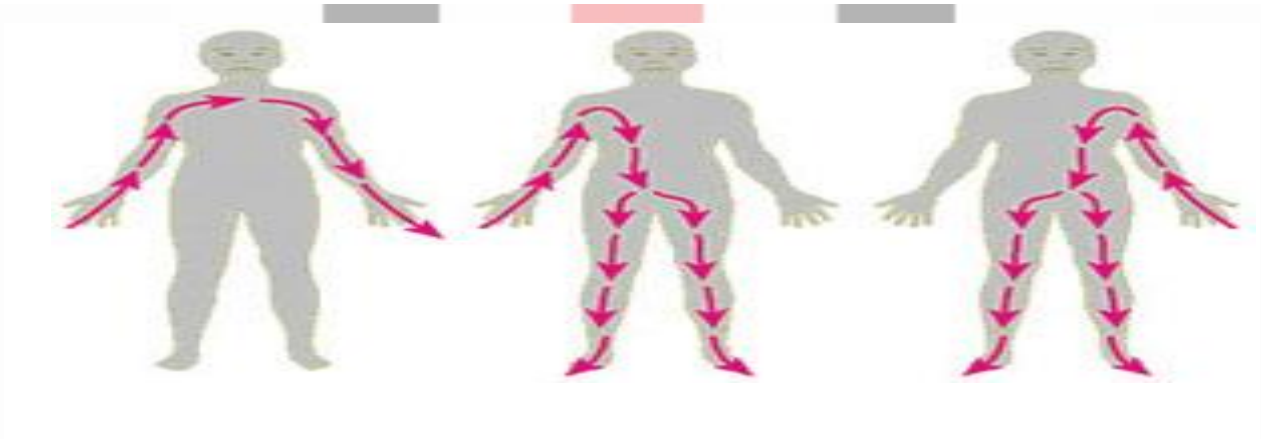


مقاومت : (Ω) تمایل به جلوگیری از حرکت بارهای الکتریکی (جریان الکتریکی) واحد آن اهم می باشد

سیستم ارت وسایل برقی : از آنجاییکه مقاومت سیم در برابر جریان از بدن انسان کمتر است و چنانچه دستگاه برقی توسط یک سیم به زمین وصل شود جریان برق از طریق سیم به زمین متصل می شود .

## عوامل مؤثر در شدت برق‌گرفتگی

**۱ . مسیر عبور جریان** : مسیر جریان برق ممکن است از قلب و سیستم تنفس و یا مغز عبور کند و در مراکز عصبی اختلال ایجاد کند. عبور جریان از قلب باعث اضافه شدن ضربان قلب و در جریان های بیشتر موجب از کار افتادن قلب و ایجاد شوک می نماید. عبور جریان برق از سیستم تنفسی موجب انقباض شدید در ریه ها شده و مانع از ادامه تنفس گشته و خفگی به همراه خواهد داشت.



**حالت های مختلفی که ممکن است انسان دچار برق گرفتگی شود عبارتند از :**

الف ) تماس دست راست : در این حالت جریان از طریق دست راست، شانه راست، کبد، ران و ساقه پاها به زمین هدایت می شود و طرف نیمه راست بدن در معرض تشنج و انقباض عضلات قرار می گیرد.

ب ) تماس دست چپ : در این حالت جریان از طریق دست چپ، شانه چپ، ریه چپ، قلب، طحال به پاها و از آنجا به زمین هدایت می شود. در این حالت چون قلب در مسیر جریان قرار می گیرد، تحت تأثیر قرار گرفته و منقبض می شود و ممکن است از کار بیفتد. بنابراین کار کردن با دست چپ خطر بیشتری دارد.

ج ) اگر دو دست با برق تماس حاصل نمایند ( خطرناکترین حالت ) : در این حالت جریان از طریق دو دست، ریه ها و قلب برقرار می شود که ممکن است هم تنفس قطع گردد و هم قلب از کار باز بماند و در نتیجه مرگ به همراه دارد به همین دلیل توصیه اکید می شود که با هر دو دست با سیم ها و دستگاه های برقی که احتمال برق گرفتگی در آن ها بیشتر است کار نشود.

د ) اتصال به سر :اتصال برق به فرق سر نیز دارای خطرات بالا است و علاوه بر آن در سیستم های عصبی اختلال ایجاد کرده و همچنین ممکن است دارای عوارض های بعدی نیز باشد.

ه ) قسمت های دیگر بدن :اگر برق با قسمتی از بدن مثل پشت دست یا بازوها اتصال پیدا کند، در اثر شوکی که وارد می شود احتمال پرت شدن و دور شدن از خطر برق زیاد است و اغلب در این حالت ها انسان نجات می یابد، ولی پرت شدن ممکن است به انسان صدمه جدی وارد نماید.

**۲ . میزان جریان و ولتاژ** : عاملی که باعث عبور جریان از بدن انسان می شود و مقدار آن را تعیین می کند ولتاژ الکتریکی است، که اگر این ولتاژ از حدی پایینتر باشد خطری برای انسان ندارد، که می توان آن را به عنوان فشار الکتریکی مجاز در نظر گرفت ولتاژ متناوب تا ۳۰ ولت بی خطر می باشد و ولتاژ ۵۰ ولت به بالا خطرناک می باشد .

عاملی که در برق گرفتگی مؤثر است مقدار جریانی است که از بدن عبور می کند. مقدار جریانی که برای بدن خطرناک است، در حدود ۱۰ تا ۲۰ میلی آمپر می باشد و در مقایسه با جریانی که انسان درمنزل (در حدود ۱۵ الی ۲۵ آمپر) و یا در کارهای صنعتی معمولی با آن سر و کار دارد بسیار ناچیز و این مسئله خطر بزرگی برای انسان محسوب می شود.

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

**۳ . مدت تماس :** تماس بیش از ۳ ثانیه با جریان ۵۰ میلی‌آمپر = مرگ

**۴ . فرکانس جریان :** جریان متناوب (AC) خطرناک‌تر از جریان مستقیم ( DC)

# تفاوت جریان برق AC با جریان برقDC

در شرایط مساوی، به دلیل وجود فرکانس در جریان برق متناوب(AC) ، صدمات بیشتر و این نوع جریان ها از جریان برق مستقیم (DC) خطرناک تر هستند، چرا که تغییر مداوم جهت جریان در برق متناوب باعث ضربات شدیدی بر سلسله اعصاب شده و باعث کاهش مقاومت بدن انسان نیزمی گردند و به همین دلیل عبور جریان حدود ۲۵ میلی آمپر در فرکانس ۵۰ تا ۶۰ هرتز می تواند باعث از کار افتادن سیستم تنفسی و مرگ انسان شوند، در صورتیکه جریان حدود ۵۰ میلی آمپر در برق مستقیم این شرایط را موجب شده و باعث مرگ در انسان می گردد. البته این مقادیر در استانداردهای مختلف متفاوت هستند ولی اصل موضوع تفاوت نمی کند. شایان ذکراست در جریان های برق متناوب (AC) با فرکانس ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلو هرتز نحوه اثر گذاری جریان برق روی بدن به جای شوک و خارش به صورت حرارت ظاهر می شود و اساسا حرارت و سوختگی تنها اثرات شوک ناشی از عبور جریان با فرکانس های بالای ۱۰۰ کیلو هرتز می باشند.

**۵ . مقاومت الکتریکی بدن** : پوست بدن انسان اگر سالم و خشک باشد (رطوبت نداشته باشد) عایق نسبتا خوبی است و مقاومتی حدود ۱۰۰ KΩ یا بیشتر از آن را دارا است، اما مقاومت درون بدن کم است. اگر پوست بدن مرطوب (عرق کردن – شستن) یا پوست معیوب (بریدگی - زخم) باشد، مقاومت داخلی بدن خیلی کم می تواند باشد و تا حدود ۵۰۰ Ω می رسد ، که در این حالت برق گرفتگی خطرناک است.

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

| اجزای بدن | مقاومت بر حسب اهم |
|---|---|
| پوست خشک | ۱۰۰,۰۰۰ تا ۶۰۰,۰۰۰ |
| پوست خیس | ۱۰۰۰ |
| دست و یا اندام داخلی | ۴۰۰ تا ۶۰۰ |
| گوش تا گوش | ۱۰۰ |

## چک لیست تشخیص خطرات برق در محل حادثه

- وجود سیم‌های آویزان یا پاره شده
- صدای وزوز یا جرقه از تجهیزات الکتریکی
- بوی سوختگی پلاستیک یا عایق‌ها
- وجود ترانسفورماتور یا ژنراتور در محل
- محیط مرطوب یا وجود آب راکد

## اقدامات فوری در مواجهه با برق‌گرفتگی

- قطع منبع برق (فیوز اصلی یا قطع کنتور)
- عدم تماس مستقیم با مصدوم ( استفاده از چوب خشک یا ابزار عایق)
- احیا قلبی-ریوی (CPR) در صورت ایست قلبی
- پوشاندن سوختگی‌ها با گاز استریل خشک
- انتقال فوری به مرکز درمانی (حتی اگر مصدوم هوشیار است)

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

# فصل ۴ : سیستم انتقال و توزیع برق ( از نیروگاه تا مصرف کننده )

در واقع ساختار شبکه های الکتریکی بر مبنای سه گروه از فعالیت ها شکل می گیرد

- تولید (Generation)
- انتقال (Transmission)
- توزیع (Distribution)

## ۱ – تولید برق در نیروگاه‌ها:

نیروگاه‌های حرارتی : استفاده از سوخت‌های فسیلی (گاز، نفت ، زغال سنگ)

نیروگاه‌های برق‌آبی : استفاده از انرژی آب سدها

نیروگاه‌های تجدید پذیر : انرژی خورشیدی ، بادی ، زمین‌گرمایی

## ۲ – افزایش ولتاژ برای انتقال:

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

- استفاده از ترانسفورماتورهای افزاینده در پست‌های نیروگاهی
- **علت افزایش ولتاژ در خطوط انتقال** در نیروگاه‌های مولد جریان برق، توان الکتریکی با ولتاژ نسبتا پایین (حداکثر ۳۰ کیلو ولت) تولید می شود و به وسیله مبدل ها یا ترانسفورماتورهای افزاینده ، براساس بعد مسافت تا ولتاژی در حدود ۱۱۵ تا ۷۶۵ کیلوولت افزایش می یابد. در فرایند **انتقال انرژی الکتریکی** ، بخشی از این انرژی تبدیل به حرارت می شود که به آن تلفات انرژی در شبکه می گویند.

برای کاهش تلفات انرژی در شبکه، ولتاژ شبکه های انتقال انرژی توسط ترانسفورماتور افزاینده، زیاد می شود و در انتهای شبکه، توسط ترانسفورماتور یا مبدل کاهنده، کاهش می یابد تا به میزان مناسب برای مصرف کننده برسد. هرچه ولتاژ بالاتر باشد جریان متناوب کمتر خواهد بود که این مساله، باعث کاهش اندازه کابل موردنیاز برای انتقال و در نتیجه کاهش مقدار تلفات انرژی در شبکه می شود.

## ۳ - انتقال انرژی الکتریکی:

- از طریق خطوط هوایی فشار قوی روی دکل‌های بلند
- کابل‌های زمینی در مناطق خاص

## ۴ - کاهش ولتاژ برای توزیع:

در پست‌های ترانسفورماتور شهری (ترانسفور ماتورهای کاهنده )

در نزدیکی مناطق مسکونی و مراکز تجمع جمعیت، برای ایجاد ایمنی و همچنین با توجه به توان مورد نیاز مصرف کنندگان، ولتاژ کاهش می یابد.

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

ترتیب مراحل کاهش دادن این ولتاژ در شبکه های توزیع برق ایران معمولا به این صورت است:

۱۳۲/۲۳۰ کیلوولت ، ۶۳/۱۳۲ کیلوولت و ۲۰/۶۳ کیلوولت در نهایت نقطه توزیع

## ۵ - توزیع نهایی به مصرف‌کنندگان:

- کاهش ولتاژ به 400 ولت ( سه فاز) یا ۲۲۰ ولت ( تک فاز) از طریق ترانسفورماتورهای محله‌ای

# اجزای اصلی شبکه برق و خطرات آنها

## ۱ . خطوط هوایی فشار قوی:

**خطرات:**

- قوس الکتریکی در فاصله نزدیک
- سقوط دکل‌ها در طوفان یا آتش‌سوزی
- تخلیه الکتریکی در هوای مرطوب

## ۲. پست‌های تبدیل:

**خطرات:**

* انفجار ترانسفور ماتورها
* نشت روغن عایق (قابل اشتعال )
* تجمع گاز SF6 سمی

## ۳ . کابل‌های زمینی:

**خطرات:**

- آتش‌سوزی ناشی از اتصالی
- برق‌گرفتگی در حفاری‌های غیرمجاز

## ۴.ترانسفورماتورهای توزیع:

**خطرات:**

- گرمایش بیش از حد
- نشت روغن
- امکان انفجار

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

# اقدامات ایمنی برای آتش نشانان

## ۱ – فاصله ایمن از تجهیزات :

- حداقل ۳ متر برای خطوط فشار متوسط
- حداقل ۷ متر برای خطوط فشار قوی

## ۲ – اقدامات در مواجهه با پست‌های برق:

- عدم استفاده از آب
- قطع برق از منبع اصلی قبل از اقدام و اتصال سیستم ارت قبل از عملیات

## ۳ . خطر القای الکتریکی:

- حتی در خطوط قطع شده ممکن است جریان القایی وجود داشته باشد

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

## ۴ . اقدامات در آتش‌سوزی ترانسفورماتورها:

- استفاده از کپسول CO2 یا پودری
- پرهیز از آب به دلیل خطر انفجار

## مطالعه موردی حوادث

### حادثه ۱:

- محل: یک شهر صنعتی
- شرح: آتش‌سوزی در پست برق به دلیل نقص در ترانسفورماتور
- علت: نشت روغن و جرقه
- تلفات: ۲ آتش نشان به دلیل انفجار مجروح شدند

### حادثه ۲:

- محل: یک پروژه ساختمانی
- شرح: تماس بوم لودر با خطوط هوایی
- نتیجه: برق‌گرفتگی اپراتور و آتش‌سوزی

## چک لیست ایمنی برای عملیات در نزدیکی شبکه برق

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

- شناسایی منبع برق و مسیرهای انتقال
- تعیین فاصله ایمن از تجهیزات
- هماهنگی با شرکت برق منطقه‌ای
- بررسی وجود انشعابات غیرمجاز
- اطمینان از قطع برق قبل از اقدام
- استفاده از تجهیزات عایق

# فصل ۵ : شناسایی خطرات برق در محل حادثه

به منظور حفاظت از خود و سایر همکاران, نخستین گام شناسایی خطراتی است که هنگام کار با آن مواجهه هستید. برای این کار باید بدانید که کدام وضعیت ها می توانند شما را در معرض خطر قرار دهند. دانستن جایی که باید خطر را در آن جستجو کنید به شناسایی خطرات کمک می کند.

## روش‌های تشخیص محیط‌های تحت تأثیر برق

**الف) تشخیص بصری:**

۱-تجهیزات قابل مشاهده:

- دکل‌های انتقال برق (حداقل ارتفاع ۱۰ متر برای خطوط ۲۰ کیلوولت)
- تابلوهای برق با نشانگرهای هشدار (نشان صاعقه )
- ترانسفورماتورهای پست‌های محله‌ای
- کابل‌های هوایی

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

۲- علائم هشداردهنده:

- جرقه‌زنی متناوب (فرکانس حدود ۵۰-۶۰ هرتز)
- تغییر رنگ عایق سیم‌ها (به زردی یا سیاهی)
- دود آبی رنگ از تجهیزات (نشانه تخلیه جزئی)

**ب) تشخیص صوتی:**

- صدای وزوز با فرکانس پایین (حدود ۱۰۰-۱۲۰ دسی‌بل در فاصله ۱ متری)
- ترکیدن عایق‌ها (صدای مشابه شلیک تفنگ)
- صدای تخلیه الکتریکی (تق‌تق متناوب)

**ج) تشخیص حسی:**

- گرمایش غیرعادی هوا (افزایش دما تا ۷۰ °C در اطراف اتصالات معیوب)
- لرزش قابل حس در کف ساختمان (ناشی از اتصال کوتاه قوی)
- بوی مخصوص :

۱- بوی اوزون (شبیه بوی فلز داغ)
۲ - بوی پلاستیک سوخته ( ترموپلاستیک در دمای ۳۰۰-۴۰۰ درجه )

## طبقه‌بندی خطرات برق در محیط‌های عملیاتی

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

| اثرات احتمالی | تجهیزات حفاظتی مورد نیاز | فاصله ایمن | رده خطر | ولتاژ |
|---|---|---|---|---|
| سوزش سطحی | دستکش معمولی | ۰،۵ متر | **خطر پایین** | زیر ۵۰ ولت |
| انقباض عضلانی | دستکش عایق کلاس ۰۰ | ۱،۵ متر | **خطر متوسط** | 230-400V |
| فیبریلاسیون بطنی | لباس قوس الکتریکی | ۳ متر | **خطر بالا** | 1-20kV |
| سوختگی درجه سه | سیستم حفاظتی کامل (کامل‌بسته) | ۷ متر | **خطر بسیار بالا** | بالای ۶۳کیلوولت |

## پروتکل ارزیابی خطر گام به گام

مرحله ۱: ارزیابی اولیه (از فاصله ۱۰ متری)

مرحله ۲: ارزیابی میدانی (از فاصله ۵ متری)

مرحله ۳: ارزیابی نهایی (پس از قطع برق)

## تجهیزات تخصصی تشخیص خطرات برق

**دستگاه‌های اندازه‌گیری:**

- ولت‌متر غیرتماسی
- دوربین حرارتی
- آشکارساز میدان الکتریکی

**ابزارهای حفاظتی:**

- چوب اندازه‌گیری عایق (طول ۳ متر، مقاومت ۱۰۰ مگااهم)
- فرش لاستیکی عایق (ضخامت ۵mm، کلاس ۱کیلوولت)
- کفش ایمنی (مقاومت ۱۰۰ کیلواهم)

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

## دستورالعمل فنی برای مداخله ایمن

### الف) در محیط‌های بسته:

۱- قطع تمامی فیوزهای اصلی (با استفاده از میله عایق)

۲- تخلیه خازن‌ها (زمان انتظار حداقل ۵ ثانیه)

۳- اتصال کوتاه کنترل شده (با میله زمین)

### ب) در فضای باز:

۱- تعیین منطقه خطر (شعاع ۱۰ متر برای هر ۱kV)

۲- استفاده از دوربین حرارتی برای شناسایی نقاط داغ

۳- پایش مداوم گازهای یونیزه

## محاسبات فنی برای تصمیم‌گیری

۱. **محاسبه انرژی قوس الکتریکی :**

$$E = V \times I \times t$$

مثال: $400\,V \times 500\,A \times 0.1\,s = 20\,kJ$

۲. **محاسبه فاصله ایمن :**

$$D = 0.1 \times \sqrt{V}$$

مثال: برای $kV \rightarrow D = 0.1 \times \sqrt{400{,}000} = 6.3\,m$

3. **محاسبه جریان بدن انسان :**

$$I = V / R$$

مثال: $230\,V / 1{,}000\,\Omega = 230\,mA$ کشنده

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

# فصل ۶ : تجهیزات حفاظت فردی (PPE) برای آتش نشانان

هنگام کار با برق، کاملاً ضروری است که از تجهیزات حفاظت فردی PPE مناسب استفاده کنید.

این شامل دستکش های لاستیکی، کفپوش های عایق برق و محافظ های صورت است.

همچنین مهم است که اطمینان حاصل کنید که لباس شما از مواد غیر رسانا ساخته شده است. اگر به درستی از شما محافظت نشده باشد، در صورت تماس با جریان الکتریکی ممکن است به شدت آسیب دیده یا حتی کشته شوید.

## ۱ ) ۴ تجهیز اصلی ضد برق:

لباس مقاوم قوس الکتریکی

دستکش عایق

کفش ایمنی ضد برق

کلاه ایمنی مخصوص

## ۲ ) چک لیست ۳۰ ثانیه‌ای قبل از عملیات:

بررسی پارگی/ سوراخ در لباس

تست نشتی دستکش‌ها ( با باد کردن مثل بادکنک)

اطمینان از خشک بودن کامل تجهیزات

تنظیم صحیح شیلد صورت

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

## ۳ ) خطرات استفاده نادرست :

دستکش مرطوب = کاهش مقاومت تا ۹۰٪

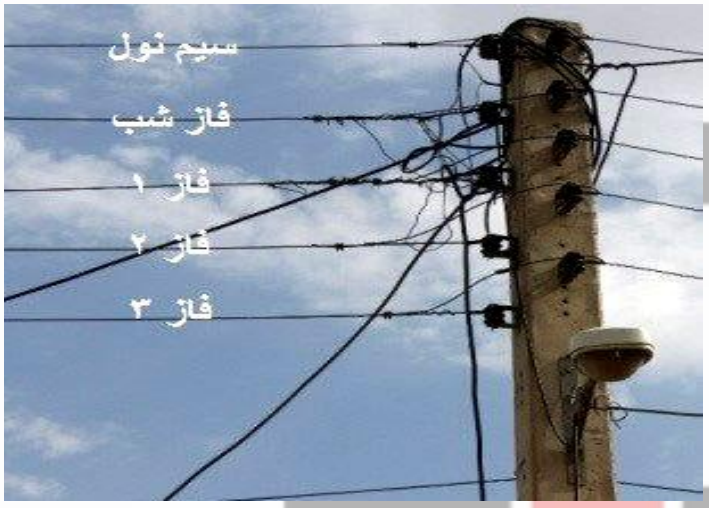
لباس آغشته به روغن = افزایش اشتعال پذیری

کفش فرسوده = نشت جریان از طریق میخ کف

**نکته حیاتی : هرگز از PPE معمولی آتش نشانی برای عملیات برقی استفاده نکنید !**

## فصل ۷ : اقدامات ایمنی قبل از ورود به محل حادثه برقی

### گام اول : ارزیابی اولیه از فاصله ایمن (حداقل ۱۰ متر)




**شناسایی منابع برق:**

**خطوط هوایی**

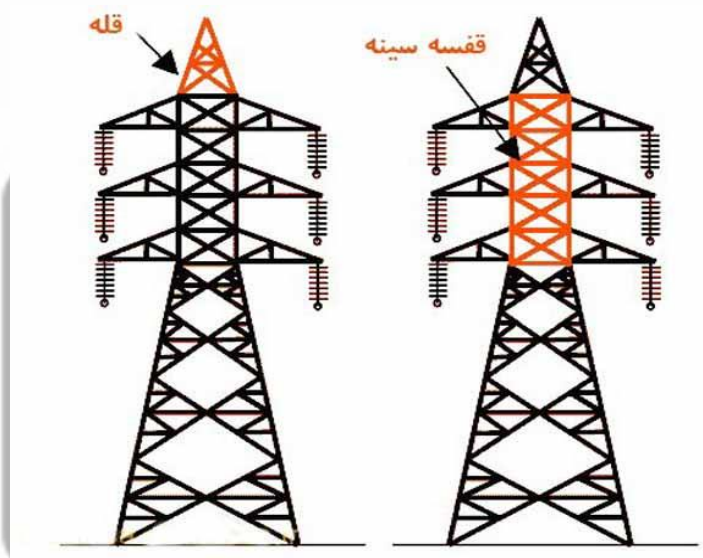
**انواع خطوط هوایی**

**الف . فشار ضعیف طول استاندارد تیر ۹ متر**

**ب . فشار متوسط طول استاندار تیر ۱۲ و ۱۴ متر و به دو حالت تک مداره و دو مداره بسته می شود**



ج . شبکه فشار قوی انواع دکل ها با ارتفاع بیشتر از ۲۰ متر




- تابلوهای برق
- ژنراتورهای اضطراری

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

تعیین سطح ولتاژ:

- خطوط خانگی ( زیر ۱۰۰۰ ولت )
- خطوط فشار متوسط (۱۱۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ ولت )
- فشار قوی ( ۶۳۰۰۰ به بالا )

## گام دوم : ارتباط با مرکز کنترل (پروتکل رادیویی)

**متن استاندارد اعلام وضعیت:**

**اورژانس برق ۱۲۱**

**تقاضای قطع فوری برق با کد ۳۵۷ (کد ۳۵۷ به معنی اولویت قطع برق برای عملیات نجات است)**

## گام سوم : قطع برق (۳ روش ایمن )

الف) قطع از منبع اصلی

ب) قطع اضطراری کابل‌ها

ج) قطع از راه دور (برای خطوط فشار قوی)

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

۱-پرتاب کیسه شن برای ایجاد اتصال کوتاه

۲-استفاده از لیزر قطع برق (در برخی تجهیزات پیشرفته)

# فصل ۸ : امداد رسانی در حوادث برقی

آمار نشان می دهد که اگر در دقیقه اول به برق گرفته کمک شود ۹۰٪ حیات و پس از ۶ دقیقه کمک ۱۰٪ حیات و پس از ۱۲ دقیقه کمک زنده ماندن شخص مصدوم به احتمال کم دیده شده است .

## ارزیابی اولیه صحنه حادثه ( گام‌های حیاتی در ۶۰ ثانیه اول )

**۱- برقراری منطقه امن :**

- شعاع ۱۰ متر برای فشار ضعیف
- شعاع ۳۰ متر برای ولتاژهای متوسط و بالا
- استفاده از نوار خطر

**۲-تشخیص وضعیت مصدوم :**

بررسی علائم حیاتی در ۱۰ ثانیه :

- تنفس : مشاهده حرکات قفسه سینه
- نبض : کاروتید (گردن) به مدت ۵ ثانیه
- سطح هوشیاری : تست صدازدن و فشار شانه

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

**۳-تعیین نوع تماس با برق:**

- تماس مستقیم (مصدوم هنوز به منبع متصل است)
- تماس غیرمستقیم (مصدوم از منبع جدا شده)

## آزادسازی مصدوم از منبع برق ( ۳ روش ایمن )

الف) قطع منبع انرژی:

- قطع فیوز اصلی با قلاب عایق طول ۱,۸ متر
- استفاده از دستگاه قطع اضطراری (EPD) برای خطوط فشار قوی

ب) جداسازی با ابزار عایق:

۱- انتخاب ابزار مناسب :

- چوب خشک
- طناب نجات عایق

۲- تکنیک اجرا : حفظ فاصله ۲ متر از مصدوم

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

ج) ایجاد اتصال کوتاه کنترل شده:

- فقط توسط تکنسین‌های برق مجاز
- استفاده از میله زمین مخصوص

## کمک‌های اولیه تخصصی

- بازکردن راه هوایی
- تنفس مصنوعی با ماسک جیبی
- ۲ تنفس هر کدام ۱ ثانیه
- مشاهده بالا آمدن قفسه سینه
- ماساژ قلبی با عمق 5-6cm
- سرعت 100-120 فشار در دقیقه
- نسبت 30:2 فشار به تنفس
- بررسی واکنش مرد مک‌ها به نور
- کنترل خونریزی‌های شدید
- بررسی کامل بدن برای
- نقاط ورود/خروج جریان برق
- سوختگی‌های درجه سه

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

## سوختگی‌های الکتریکی

یکی از علائمی که با چشم به خوبی قابل مشاهده است و پس از برق گرفتگی به سرعت قابل مشاهده می باشد، سوختگی است. بسته به مقدار شدت برق گرفتگی قطعا میزان سوختگی و شدت آن نیز متفاوت خواهد بود. هرچه مقدار ولتاژ و زمان برق گرفتگی بیشتر باشد ، میزان سوختگی شدیدتر و بیشتر خواهد بود.

ویژگی‌های خاص:

- عمیق ولی با سطح کوچک
- آسیب داخلی بیشتر از ظاهر
- احتمال نکروز (مرگ سلولی ) بافت تا ۷۲ ساعت بعد

اقدامات فوری:

- خنک‌کردن با سرم نرمال سالین نه آب
- پانسمان استریل خشک بدون پماد
- علامت‌گذاری محدوده سوختگی با تاریخ

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

## انقباضات عضلانی

یکی دیگر از مواردی که پس از برق گرفتگی برای فرد اتفاق خواهد افتاد، انقباض عضلانی است و دلیل آن نیز شوکی است که به عضلات وارد می شود . برق گرفتگی باعث انقضاض عضلانی در قلب، ریه، دست و پا و سایر قسمت های بدن می شود.

## اختلال سیستم عصبی

جریان برق برروی سیستم اعصاب و روان تاثیر می گذارد و می تواند باعث حرکات غیر عادی در بدن شخص برق گرفته شود. این اختلالات می تواند خودشان را در لرزش دست و حرکات غیر طبیعی نشان دهند. اگر در بلندی باشید و دچار برق گرفتگی شوید، ممکن است حتی باعث پرتاب شدن شما به پایین شود.

## انتقال ایمن مصدوم

تجهیزات ضروری:

- برانکارد عایق برق
- پتو ضد الکتریسیته ساکن
- کیسه پلی اتیلن برای اندام‌های آسیب دیده

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

## نحوه جابجایی:

- ثابت‌سازی ستون فقرات
- حفظ وضعیت ترندلنبرگ ( پوزیشن خوابیده به پشت ) در صورت شوک
- پوشاندن کامل مصدوم از باران/ رطوبت

# فصل ۹ : آتش‌سوزی‌های الکتریکی و روش‌های خاموش‌سازی

## طبقه‌بندی آتش‌سوزی‌های الکتریکی

الف) منشا الکتریکی : کلاس c طبق استاندارد (NFPA )

عوامل ایجاد :

- اتصال کوتاه (۶۰٪ موارد)
- اضافه بار (۲۵%)
- نقص عایق‌بندی (۱۵%)

ب) انواع خاص : قوس الکتریکی

- دمای تا 20,000°C
- سرعت گسترش 300m/s

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

ج ) آتش‌سوزی تجهیزات:

- ترانسفورماتورها (روغن معدنی)
- تابلوهای برق (پلاستیک‌های صنعتی)

## ارزیابی خطر پیش از عملیات

**قطع برق – فاصله ایمنی – پرهیز از آب**

الف) قطع منبع انرژی

- شناسایی قطع‌کننده اصلی
- استفاده از قلاب عایق

ب) انتخاب خاموش‌کننده مناسب: co2 و کپسول های پودری

ج ) سیستم‌های ثابت :

- اسپرینکلر گازFM-200
- کپسول‌های آیروسل

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

## خطرات خاص و مدیریت آنها

الف) ترانسفورماتورهای روغنی:

- حجم روغن 20,000 - 500 لیتر  اقدامات :

۱-ایجاد حوضچه جمع‌آوری

۲-استفاده از فوم سازنده لایه

ب) باتری‌های لیتیومی:

- خطر انفجار سلول‌های معیوب  روش خاموش‌سازی:

۱-غرقاب کردن با آب نمک

۲-حفظ فاصله ۵ متر هنگام تخلیه

## پروتکل ایمنی پس از خاموش‌سازی

۱-بررسی تجهیزات:

- تست مقاومت عایق‌ها
- اندازه‌گیری دمای باقیمانده

۲-اقدامات احتیاطی:

- ممنوعیت روشن کردن تجهیزات تا ۲۴ ساعت
- نصب علائم هشدار

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی
شهرداری قزوین

**هشدار : در ۴۰٪ موارد، آتش‌سوزی‌های الکتریکی در ساعات اولیه عود می‌کنند!**