

به نام خدا

**ایمنی در برق**

گردآورنده:

فرزاد نפתچی کهن

## فهرست عناوین

✓ مقدمه

✓ تاثیر جریان الکتریسیته بر بدن انسان

✓ ولتاژ تماس مجاز

✓ اقدامات حفاظتی برای جلوگیری از برق گرفتگی  
و یا کاهش خطرات آن

✓ نتیجه گیری

## ۱. مقدمه

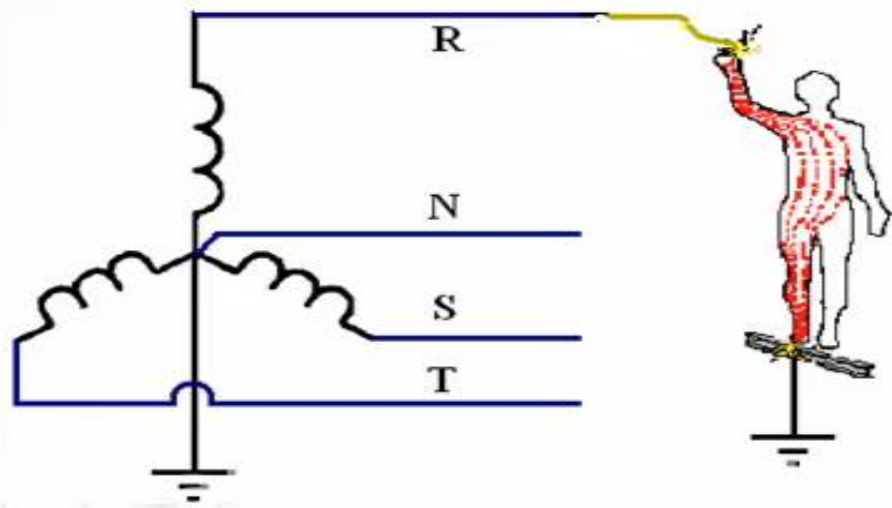
✓ دلیل برق گرفتگی

✓ خطرات برق

✓ عوامل موثر در برق گرفتگی

# دلیل برق گرفتگی

- سیم نول شبکه فشار ضعیف حتما در ابتدای مسیر به زمین وصل است و لذا در این شرایط اختلاف ولتاژی با زمین نداشته و خطرناک نیست.
- هر سیم فاز نسبت به زمین (نول) دارای اختلاف ولتاژ حدود ۲۳۰ ولت است و اختلاف ولتاژ هر دو فاز نسبت به یکدیگر ۴۰۰ ولت است.
- با اتصال سیمهای دارای اختلاف ولتاژ به بدن (فاز-نول، فاز-زمین، فاز-فاز) جریانی از بدن انسان می گذرد که از طرق مختلف بر اعضاء بدن تاثیر دارد.





**What are the hazards as you approach electrical equipment to perform work?**

# خطرات برق

- **Electrical Shock**
- **Arc-Flash**
  - Heat
  - Fire
- **Arc-Blast**
  - Pressure
  - Shrapnel
  - Sound



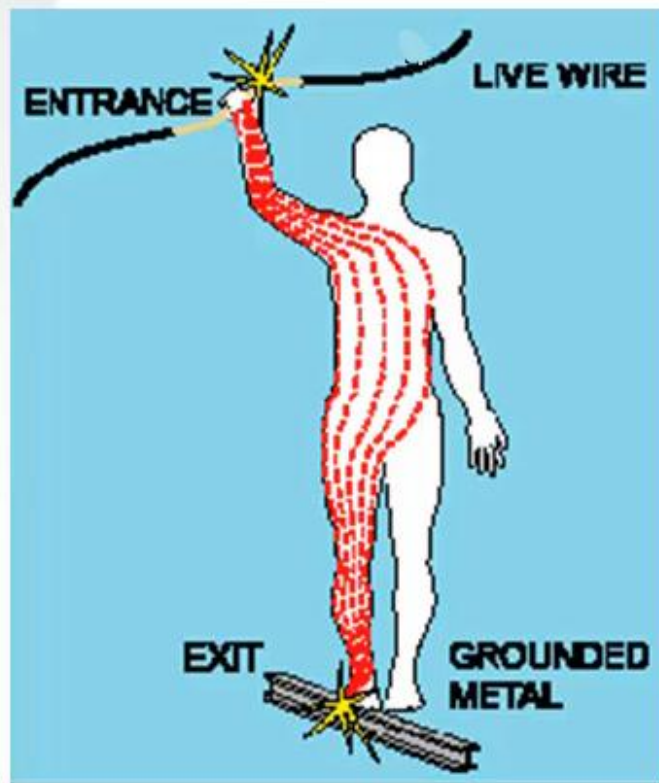
**Example of an arcing fault**

# عوامل موثر در برق گرفتگی

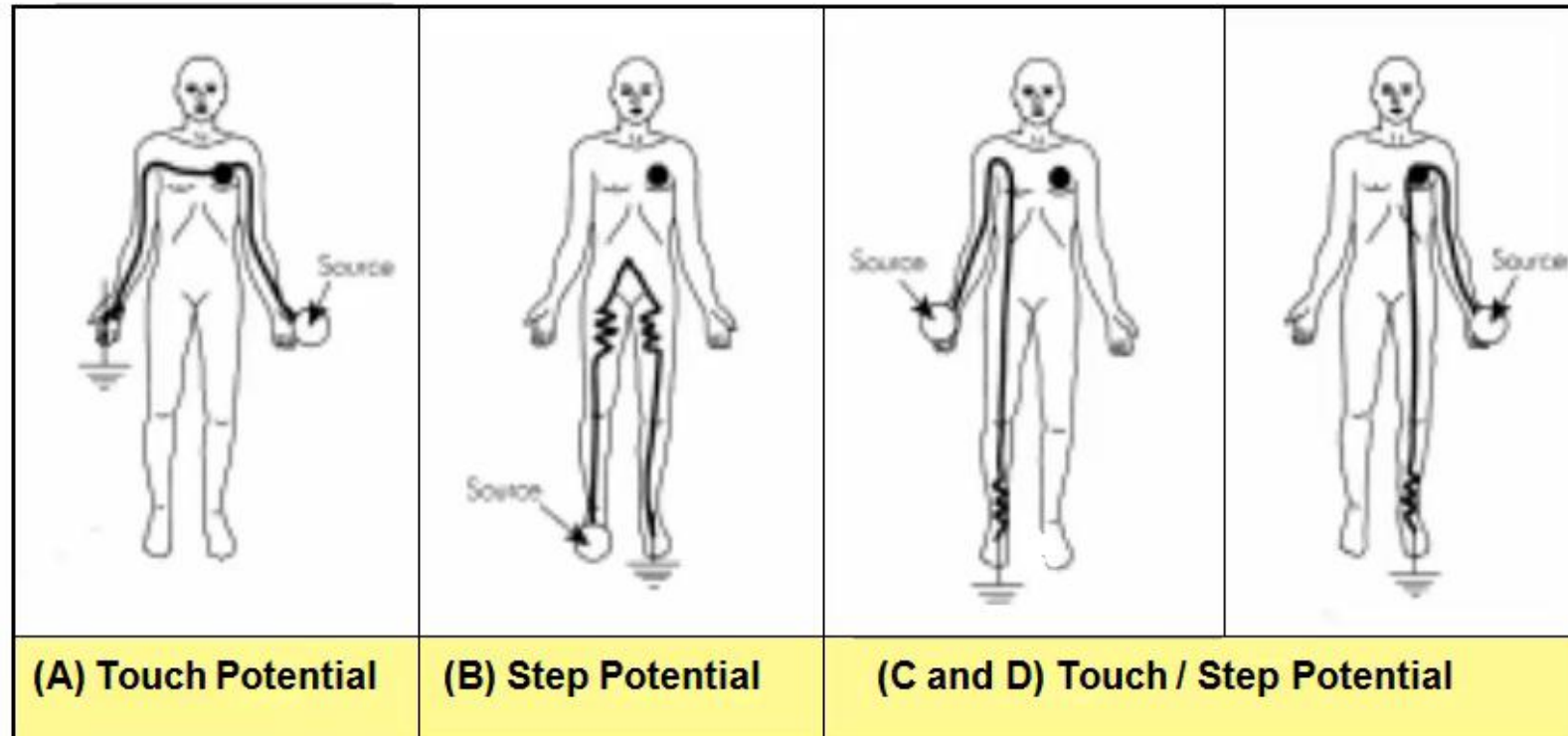
- مسیر عبور جریان

- جریان عبوری از بدن (به ویژه قلب)

- مدت زمان عبور جریان



# Shock



***Current passing through the heart and lungs is the most serious***



جریان الکتریسیته بر چه قسمت‌هایی  
از بدن تاثیر گذار است؟



## ۲. تاثیر جریان الکتریسیته بر بدن انسان

✓ تاثیر جریان الکتریسیته بر سیستم اعصاب

✓ تاثیر جریان الکتریسیته بر عملکرد قلب

✓ سوختگی ناشی از جریان الکتریسیته

✓ صدمات ثانویه بعد از برق گرفتگی

**CURRENT KILLS**  
**(Not Voltage)**

## تأثیر جریان الکتریسیته بر سیستم اعصاب

- تولید پالسهای ولتاژی توسط سلولهای عصبی
- شبکه سلولی RC متشکل از نرونها جهت دریافت، پردازش و انتقال اطلاعات به قسمتی از بدن
- عکس العمل اعضاء بدن (به ویژه انقباض) به پالسهای خارجی در اثر عبور جریان از بدن

## تأثیر جریان الکتریسیته بر عملکرد قلب

- قلب دارای مولد ولتاژ بوده و از مغز فرمان نمی گیرد
- احتمال وقوع فیبریلاسیون بطنی قلب در اثر عبور جریان زیاد از آن ((ناهمگنی تحریک قلب و ضربان ناقص قلب که باعث می شود ماهیچه های قلب به درستی باز و بسته نشوند و لذا خون به خوبی به قسمتهای مختلف بدن پمپ نمیشود. در اینحالت با توجه به کمبود اکسیژن مغز و نارسایی قلبی، مرگ فرد محتمل است.))

## تأثيرات فیزیولوژیکی جریان AC

- در ناحیه ۱ (جریانهای کمتر از ۰.۵ میلی آمپر) بدن واکنشی نشان نمی دهد.
- در ناحیه ۲، عبور جریان از بدن هیچ تاثیر فیزیولوژیکی مضرى ندارد.
- حد کنترل عضلات توسط سیگنالهای خود ساخته بدن (حد رها کردن) معمولاً کمی بیشتر از ۱۰ میلی آمپر است.
- در ناحیه ۳، معمولاً صدمه جدی به اعضاء بدن وارد نمی شود. در زمان و جریان طولانی ممکن است گرفتگی عضلات، مشکلات تنفسی و نیز اختلالات برگشت پذیر قلبی بوجود آید.
- در ناحیه ۴-۱ C حدود ۰.۵٪ احتمال بروز فیبریلاسیون بطنی قلب وجود دارد.
- در ناحیه ۴-۲ C حدود ۵۰٪ احتمال بروز فیبریلاسیون بطنی قلب وجود دارد.
- احتمال بروز فیبریلاسیون بطنی قلب بیش از ۵۰٪ است. در این ناحیه توقف نفس، ایست قلبی و سوختگی شدید نیز ممکن است بوجود آید.

## تاثیر جریان DC بر بدن

- برای زمان برق گرفتگی کمتر از ۲۰ میلی ثانیه، حد فیبریلاسیون در جریان DC تقریبا شبیه AC است و در زمانهای بیشتر از یک سیکل عملکرد قلب، حد فیبریلاسیون در جریان DC چند برابر جریان AC است.
- در جریانهای بیشتر از ۱۰۰ میلی آمپر در زمانهای طولانی حرارت احساس می شود.
- عبور جریان بالاتر از ۳۰۰ میلی آمپر ممکن است باعث بی نظمی قلبی، سوختگی، سرگیجه و گاهی بیهوشی گردد.

# امداد رسانی به فرد برق گرفته

- قطع برق یا جدا کردن قسمتهای برقدار از بدن با یک وسیله عایق
- احتمال توقف تنفس و فیبریلاسیون بطنی در جریانهای بالاتر از ۵۰ میلی آمپر
- مرگ سانحه دیده در چند دقیقه محتمل است مگر با تنفس مصنوعی و شوک الکتریکی (Defibrillator)



*Defibrillator in use*

- *For every minute that passes without defibrillation usage, the chances of survival decreases by 10% .*

# خطرات برق

- **Electrical Shock**
- **Arc-Flash**
  - Heat
  - Fire
- **Arc-Blast**
  - Pressure
  - Shrapnel
  - Sound



Example of an arcing fault





## سوختگی ناشی از جریان الکتریسیته

- شعله ناشی از بروز قوس در هوا (Arc Flash)
- سوختگی در بافتهای داخلی بدن ( به ویژه در محل اتصال بدن به الکترودها که دارای چگالی جریان بالایی است)
- تماس با تجهیزات دارای دمای بالا (به دلیل اشکال در عملکرد دستگاه یا اضافه بار)
- مشتعل شدن لباسها در اثر شعله ناشی از بروز قوس

## سوختگی ناشی از برق

- عبور جریان الکتریسیته از بدن با مقاومت بالا در پوست و داخل بدن تولید دمای بالا می کند.



- سوختگی ناشی از تماس با آتش، قسمت‌های داغ، مشتعل شدن لباسها

- سوختگی درجه ۲ (سطح پوست و لایه آن) با دمای ۸۰ درجه در زمان ۱۰۰ میلی ثانیه یا درجه ۳ (بافت‌های زیر پوست) با دمای ۹۶ درجه در زمان ۱۰۰ میلی ثانیه



## صدمات ثانویه بعد از برق گرفتگی



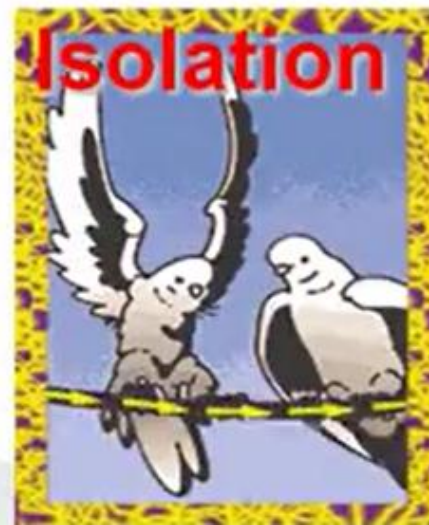
- پرت شدن به دلیل انقباض عضلات پا
- مشکلات تنفسی
- تغییر فشار خون
- اختلال در پالسهای خود ساخته قلب
- ایست موقتی قلب
- اختلالات حسی و عصبی (بینایی، شنوایی، مور مور کردن، سردرد)
- تجزیه الکترولیتی خون

## ۴. اقدامات حفاظتی برای جلوگیری از برق گرفتگی و یا کاهش خطرات آن

I. کاهش دسترسی به قسمت‌های برق دار

II. اقدامات حفاظتی مستقل از شبکه

III. اقدامات حفاظتی وابسته به شبکه



## ۱. کاهش دسترسی به قسمت‌های برق دار

- حصار کشی در منطقه پرخطر جهت رعایت فواصل ایمنی با توجه به سطح ولتاژ (Clearance) و خطر Arc Flash
- استفاده از تجهیزات برقی با درجه حفاظتی مناسب (IP)



## حصار کشی در منطقه پرخطر






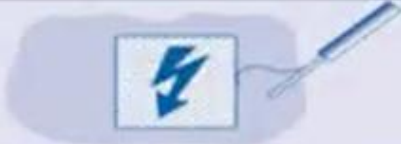



- دور نگهداشتن منطقه برق‌دار با ولتاژ بالاتر از ۵۰ ولت از برخورد تصادفی با انسان و استفاده از علایم هشدار دهنده:
- استفاده از تابلوهای مناسب (IP مناسب و در صورت نیاز Arc Proof)
  - طبقه بندی دسترسی به قسمت‌های برق‌دار برای افراد معمولی، افراد دارای شرایط لازم، و برای افراد دارای تجهیزات ویژه
  - تجهیزات برقی بیرونی در دسترس بایستی در ارتفاع بالاتر از ۲.۵ متر نصب شود

# Degree of Protection (IP)

## درجه حفاظتی






### FIRST NUMERAL

Protection against ingress of solid foreign objects			Meaning protection of persons against access to hazardous parts with:
IP	Requirements	Example	
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
2	full penetration of 12.5mm diameter sphere not allowed. The jointed test finger shall have adequate clearance from hazardous parts		finger
3	the access probe of 2.5mm diameter shall not penetrate		tool
4	the access probe of 1.0mm diameter shall not penetrate		wire
5	limited ingress of dust permitted (no harmful deposit, refer to standard)		wire
6	totally protected against ingress of dust		wire





## SECOND NUMERAL

Protection against harmful ingress of water

Meaning for protection from ingress of water:

IP	Requirements	Example	
0	no protection		no protection provided
1	protected against vertically falling drops of water.		vertically dripping
2	protected against vertically falling drops of water with enclosure tilted 15° from the vertical.		Enclosure tilted 15° from the vertical
3	protected against sprays to 60° from the vertical.		limited spraying
4	protected against water splashed from all directions.		splashing from all directions

aparat.com/es/120

5	protected against low pressure jets of water from all directions.		hosing jets from all directions
6	protected against strong jets of water		strong hosing jets from all directions
7	protected against the effects of immersion between 15.0 cm and 1.0 m		temporary immersion
8	protected against longer periods of immersion under pressure		immersion



## نکات ایمنی

۱. طبق استاندارد NFPA 70E 2-1.1.1 نباید روی تجهیزات برق‌قادر کار کرد، مگر در صورتیکه:

- بی برق کردن تجهیز، خطرات دیگری که اهمیت زیادی دارد را در پی داشته باشد (مثلا قطع تهویه یک آزمایشگاه مهم).
- عدم امکان بی برقی به دلیل ساختار تجهیز و یا سایر محدودیتها (مثلا به منظور انجام تست های عیب یابی معمولا مجبور به کار روی تجهیز برق‌قادر هستیم).

## نکات ایمنی

۲. کلیه پرسنل بایستی از محل کلید اصلی برق و نیز محل تابلوی فرمان آن مطلع باشند تا در صورت اضطرار بتوانند برق اصلی را قطع نمایند.

۳. شخصی را که دچار برق گرفتگی شده است و هنوز به برق اتصال دارد، دست نزنید. ابتدا از طریق کلید اصلی برق را قطع کنید و یا با استفاده از یک وسیله عایق سیم برقدار را از او جدا نمایید و سپس اقدام به انجام کمک‌های اولیه (تنفس مصنوعی و ماساژ قلبی) نمایید.

۴. از دوشاخه های با دسته عایق استفاده نمایید.

## نکات ایمنی

۵. از قرار دادن مایعات هادی یا قابل اشتعال در مجاورت تجهیزات الکتریکی خودداری نمایید.



۶. از نردبان عایق بجای نردبان فلزی استفاده نمایید.  
(به ویژه در جاییکه احتمال تماس با خط هوایی وجود دارد.)

۷. منطقه ای که در آن با تجهیزات برقی سروکار دارید بایستی از روشنایی کافی برخوردار باشد.

## نکات ایمنی

۸. در صورتیکه احتمال وارد آمدن آسیب مکانیکی به کابل است ، بایستی از کابل‌های با شیلد فولادی (Armored Cable) استفاده کرد.



پایان