

**برنامه زمان بندی آزمایشگاه های باقی مانده نیمسال دوم 99-98**

دانشجویانی تاکنون آزمایشگاه های آنها به طور کامل برگزار نشده است موظف هستند مطابق برنامه زمان بندی ذیل در ساعات مشخص شده از تاریخ **99/04/21** در کلاس مجازی استاد آزمایشگاه خود شرکت نمایند.

روز	8-10	10-12	15:30-13:30	17:30-15:30	19:30-17:30
شنبه	آز ماشین 1 آز ماشین 2	آز کنترل دیجیتال	آز کنترل صنعتی	کارگاه برق	آز تحلیل سیستم های قدرت
یکشنبه	آز دیجیتال 1	آز مدارهای الکتریکی آز کنترل خطی	آز ریزموج و آنتن	آز اصول الکترونیک	آز دیجیتال 2
دوشنبه	آز ماشین 1 آز ماشین 2	آز کنترل دیجیتال	آز کنترل صنعتی	کارگاه برق	آز تحلیل سیستم های قدرت
سه شنبه	آز دیجیتال 1	آز مدارهای الکتریکی آز کنترل خطی	آز ریزموج و آنتن	آز اصول الکترونیک	آز دیجیتال 2
چهارشنبه	آز ماشین 1 آز ماشین 2	آز کنترل دیجیتال	آز کنترل صنعتی	کارگاه برق	آز تحلیل سیستم های قدرت
پنج شنبه	آز دیجیتال 1	آز مدارهای الکتریکی آز کنترل خطی	آز ریزموج و آنتن	آز اصول الکترونیک	آز دیجیتال 2

<https://vc6.semnan.ac.ir/p7xhpbpqa491/>

## آشنایی با خطرات برق گرفتگی

مقدمه

**انرژی الکتریکی** به دلیل مزایای زیادی که دارد هر روز به مصرف آن اضافه می‌گردد. در مقابل مزایای آن، انرژی الکتریکی دارای خطراتی نیز می‌باشد، بخصوص در صنایع و آزمایشگاهها که با جریانها و ولتاژهای بالا سر و کار دارند، رعایت اصول و ایمنی و حفاظت افراد بایستی در اولویت و رأس امور باشد یا به عبارتی اول ایمنی بعد کار. خطرات برق بطور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱. خطر آتش سوزی
۲. خطر برق گرفتگی

### خطر برق گرفتگی

بطور کلی عبور جریان برق از بدن را برق گرفتگی یا شوک الکتریکی می‌گویند. در صورتی که جریان برق از بدن عبور نماید، بدن عکس العمل شدید در مقابل آن از خود نشان می‌دهد که به آن شوک الکتریکی گویند. برای بوجود آمدن شوک باید مقدار جریان برق و شرایط فرد در قبول آن کافی باشد. اثرات این برق گرفتگی از احساس شوک شروع شده تا حالت سنکوپ یعنی بیهوشی کامل می‌تواند برسد. لذا برای برق گرفتگی دو مرحله می‌توان تعریف نمود:

۱. آستانه احساس
۲. آستانه انقباض

عبور جریان کم آستانه احساس و گذشتن از حد معین جریان و عکس العمل عضلانی بدن، آستانه انقباض را بسیار خواهد داشت. آستانه احساس برای قسمتهای مختلف بدن متفاوت است. بطور مثال آستانه احساس زبان  $0.45 \text{ mA}$  و آستانه احساس برای پوست بدن در حدود  $1 \text{ mA}$  که آستانه احساس پوست هر یک از اعضا متفاوت است. آستانه انقباض اعضا باهم یکی نیستند، در شدت جریان حدود  $9 \text{ mA}$  دستها به سختی تکان می‌خورند، ولی  $99.5$  درصد افراد سالم می‌توانند سیم برق دار را رها کنند.

## صدمات برق گرفتگی به انسان

## سوختگی

سوختگی ناشی از برق گرفتگی به مدت و فشار الکتریکی دارد. بطور کلی اگر الکتریسته وارد بدن شود سوختگی بدن را سبب شده در ضمن اینکه موجب سایر عوارض نیز می شود. سوختگی در اثر برق مشخصات مخصوصی دارد، که با بقیه شوختگیها تفاوت دارد. گاهی سوختگی به قدری عمیق است که از عضلات گذشته و به استخوان و مفاصل می رسد. در اینحالت کناره های محل سوختگی سفید، بی خون، خشک و بدون تورم است. در بعضی موارد سوختگی در اثر جرقه و حرارت ناشی از برق می باشد و گاهی سوختگی بدون تماس پوست با منبع برق بوجود می آید که سطح وسیعتری را در بر می گیرد.

در اثر عبور جریان برق زیاد در قسمتهای کم مقطع (بازو - ران) گرمای زیادی بوجود می آید. این گرما عضلات محلی را فاسد کرده و ماده رنگی عضله (میگلوبین) فاسد شده و وارد جریان خون می شود، که اگر از حد معینی در خون تجاوز نماید، کلبه ها مسموم شده و شخص پس از چند روز به علت مسمومیت می میرد .

## تأثیر روی قلب

ابتدا ضربانهای بی موقع (غیر عادی و ناهماهنگ) پیدا می شود، بعد رستمهایی مضاعف یا چهار برابر تولید می گردد و گاهی تعداد ضربانها تا هشت برابر ضربانهای طبیعی می رسد. پس از آن قلب به رعشه یا لرزش بطن می افتد، که هر گاه لرزش بطن پیدا شود، خطرات برق گرفتگی بسیار زیاد بوده و ممکن است منجر به از کار افتادن قلب، تنفس، نفروز و مرگ گردد (نفروز ناراحتی کلیوی است، این بیماری سبب ازدیاد اوره در خون شده و عوارض زیادی را سبب می گردد .

## تأثیر روی سلسله اعصاب و تنفس

**جریان متناوب** با ولتاژ کم اختلال مهمی در اعصاب تولید نمی نماید، حتی اگر شدت جریان باعث ضایعات قلب شود. اما جریانهای با ولتاژ زیاد مرکز تنفس واقع در پیاز نخاع را از بین می برد، بدون آنکه قلب متوقف شود و مرگ در اثر تورم ریوی روی می دهد. **جریان مستقیم** به اندازه جریان متناوب ایجاد تشنج می نماید و اگر جریان مستقیم بیش از ۲,۵A از بدن عبور کند، روی سلسله اعصاب اثر گذاشته و امکان شوک و فلج زیادی می شود.

بر اثر جریان الکتریکی روی اعصاب محیطی قابلیت تحریک و هدایت خود را از دست می دهند و همچنین سیستم عضلانی که تحت تأثیر برق قرار گیرد دارای انقباضات متوالی می شود و هنگامی که جریان قطع شود این انقباض نیز از بین می رود، که در اینحالت آستانه انقباض هر عضله فرق می کند و اگر ولتاژ زیاد باشد، قدرت انقباض و انبساط عضلانی از بین می رود. گاهی در اثر جریان برق روی عضله مخصوص استفرانهای متوالی پدید می آید که ممکن است باعث خفگی گردد .

## عوارض برق گرفتگی

بارها دیده شده که فرد برق گرفته به نظر بهبود یافته و به کارهای عادی خود باز می‌گردد، اما بعداً در خلال کار ممکن است دچار عوارضی شود که این عوارض را می‌توان به برق گرفتگی نسبت داد، مانند اثرات زیر:

- **اختلالات قلبی:** نوع شایع برق گرفتگی است که ممکن است پس از چند هفته یا ماه حتی چند سال بعد بروز کند و مهمترین آنها ناراحتی دریاچه‌های قلب، انقباض قلب و حتی ترمبوز (لخته شدن خون) که خطرناک و کشنده است می‌باشد و چنانچه شخص قبلاً دچار ناراحتی قلبی بوده باشد، مسلماً عوارض ناشی شدیدتر خواهد بود.

- **اختلالات در حس شنوایی و بینایی:** اینگونه اختلالات اغلب بلافاصله پیدا می‌شود. ولی آب مروارید، ناراحتیهای اعصاب چشم، تورم عصب و بالاخره ورم پای چشم ممکن است مدتها پس از برق گرفتگی عارض گردد. در مورد اختلالات شنوایی هم باید از کم شدن حس شنوایی و یا کری نام برد.

- **اختلالات عصبی:** خوشبختانه در مواردی که ولتاژ زیاد نباشد عوارض عصبی زود گذر است، ولی گاهی اختلالات عصبی پس از مدتی بروز می‌کند، که واقعا تأسف انگیز است. مانند اختلالات مشاعر هذیان، از دست دادن حافظه پتکهای عصبی و سایر تظاهرات دیگر عصبی.

#### • عوامل موثر در میزان برق گرفتگی

شدت جراحت ناشی از برق گرفتگی به دو عامل بستگی دارد:

- مقدار جریان الکتریکی

- طول مدت عبور جریان از بدن

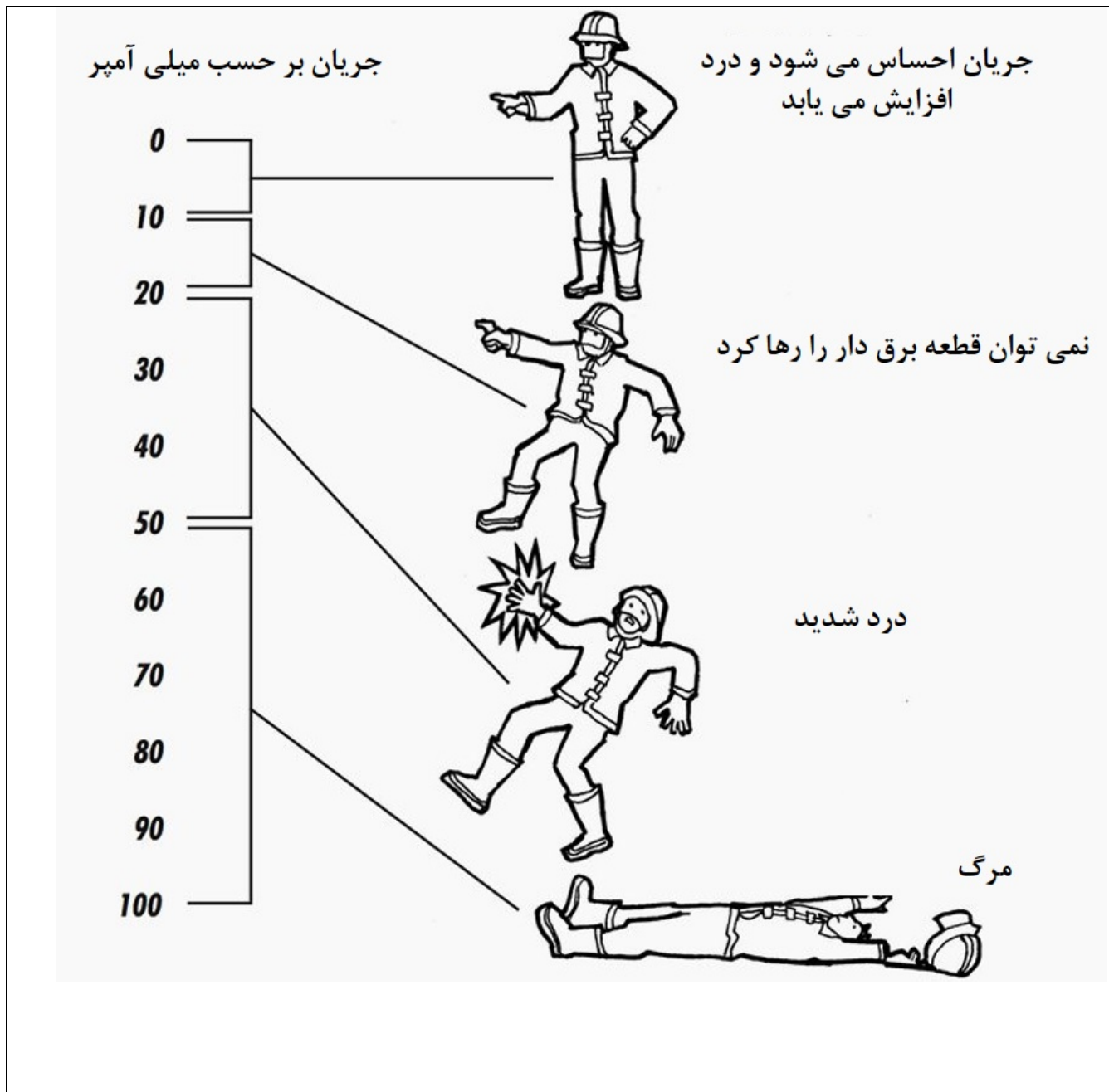
برای مثال، عبور الکتریسیته با شدت  $0.1$  آمپر به مدت ۲ ثانیه برای مرگ کافی است. مقدار جریان داخلی که یک شخص می‌تواند تحمل و قادر به کنترل عضلات بازو و دست باشد کمتر از ۱۰ میلی آمپر است.

جریان های بیش از ۱۰ میلی آمپر می‌توانند عضلات را فلج یا خشک کنند وقتی چنین حالتی اتفاق می‌افتد، شخص قادر به رها کردن ابزار، سیم یا هر شی دیگری نخواهد بود. در حقیقت، اشیاء برق دار ممکن است حتی سفت تر و محکم تر نگه داشته شده و منجر به مواجهه طولانی تر و شوک الکتریکی شوند.



برای جلوگیری از خطرات شوک الکتریکی ابزارهایی که در دست نگهداشته می شوند بخاطر اینکه باعث چنین شوکی می شوند می توانند خیلی خطرناک باشند. اگر فرد نتواند ابزار را رها کند، عبور مداوم جریان از بدن برای مدت طولانی، می تواند منجر به فلج دستگاه تنفسی شود (عضلاتی که تنفس را کنترل می کنند نمی توانند حرکت کنند. افرادی که تنفس آن ها در اثر شوک ناشی از جریان متوقف شده است از ولتاژهای پائین در حد ۴۹ ولت بوده است. معمولا جریان ۳۰ میلی آمپر سبب فلج دستگاه تنفسی می شود. جریان های بیشتر از ۷۵ میلی آمپر موجب فیبریلاسیون بطنی (ضربان قلب خیلی سریع و غیر مؤثر) می شوند.

این شرایط در کمتر از چند دقیقه موجب مرگ خواهد شد مگر اینکه از دستگاه ویژه ای که، **defibrillator** نامیده می شود، استفاده گردد که قربانی را نجات دهد. فلج قلب در ۴ آمپر اتفاق می افتد به این معنی که قلب نمی تواند عمل پمپاژ را انجام دهد. بافت با جریان های بیش از ۵ آمپر (amp) می سوزد. توجه کنید که ولتاژ پائین به معنای خطر کوچک نیست.



### • شدت جریان برق گرفتگی

میزان شدت جریان برق گرفتگی اثر مستقیمی بر روی خطرات برق گرفتگی و شدت جراحت دارد. جدول نشان می دهد که معمولاً برای گستره ای از جریان (حداقل در مدت یک ثانیه) در ولتاژهای خانگی چه اتفاقی می افتد. با طولانی تر شدن زمان مواجهه، خطرات برق گرفتگی افزایش می یابد. برای مثال، جریان ۱۰۰ میلی آمپر برای مدت ۳ ثانیه به اندازه جریان ۹۰۰ میلی آمپر در کسری از ثانیه (۰/۰۳ ثانیه) خطرناک است و ساختار عضله ای اشخاص متفاوت است.

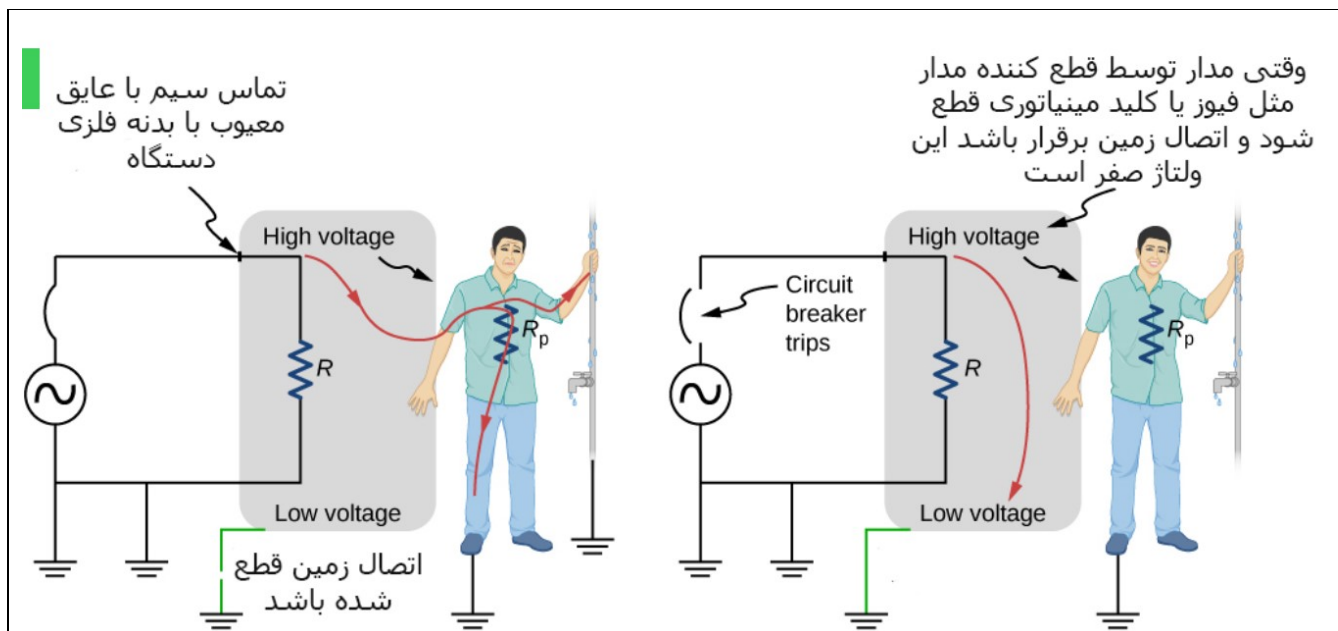
## اثرات شدت برق گرفتگی بر بدن انسان

واکنش	جریان
مورمور شدن	ma ۱
احساس شوک خفیف، ایجاد آشفته‌گی، اما دردناک نیست اکثر افراد می‌توانند خود را ره کنند. هر چند حرکات غیرارادی شدید می‌تواند سبب آسیب شود.	ma ۵
شوک دردناک، کنترل عضلانی از بین خواهد رفت. این گستره ای است که جریان خشک کننده (freezing) شروع می‌شود. رها شدن افراد ممکن نیست.	ma ۲۵-۶ (زن) ma ۳۰-۹ (مرد)
شوک فوق العاده. توقف سیستم تنفسی (توقف تنفس). انقباض شدید عضلات. عضلات خم شونده موجب نگه داشتن اجسام می‌شوند. عضلات باز شونده، ممکن است به شدت باز شده و سبب پرتاب شدید اجسام از دست شوند، مرگ امکان پذیر است.	۱۵۰-۵۰ ma
فیبریلاسیون بطنی اتفاق می‌افتد. با انقباض عضلات احتمال مرگ وجود دارد.	-۱۰۰۰ ma ۴۳۰۰
توقف قلبی و سوختگی شدید اتفاق می‌افتد. وقوع مرگ حتمی است.	ma ۱۰۰۰۰
پایین ترین حد جریان های زیاد که در آن فیوزهای مخصوص یا قطع کننده ها مدار را قطع می‌کنند.	ma ۱۵۰۰۰

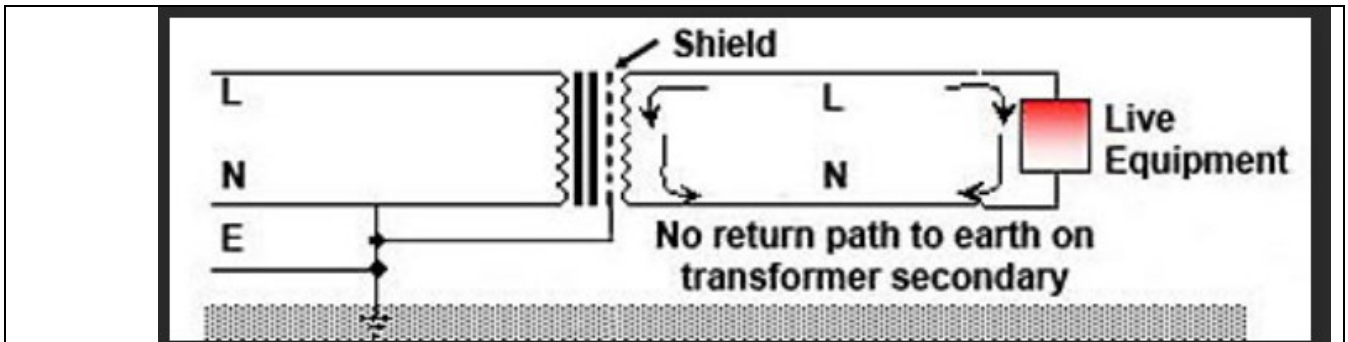
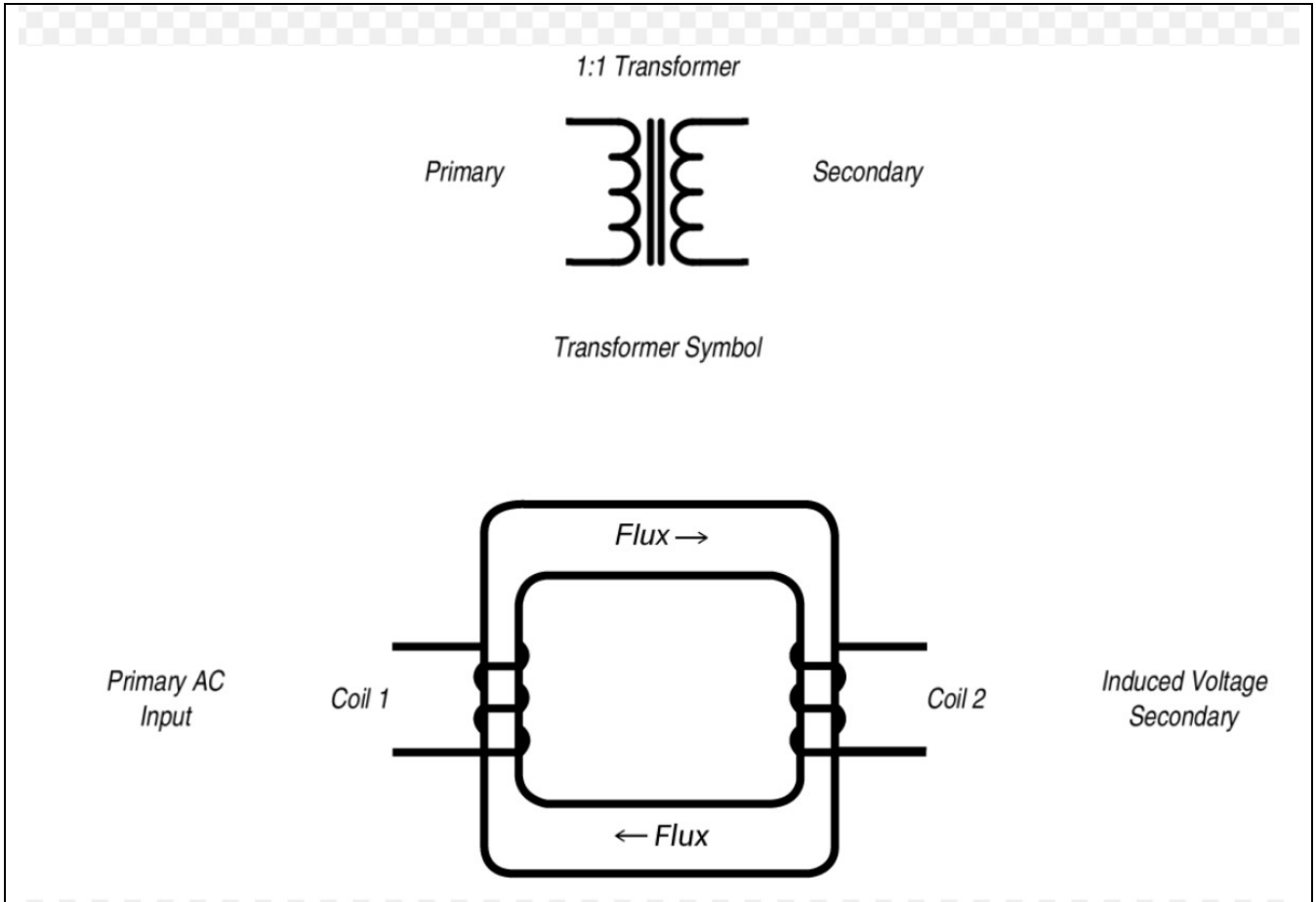
افراد با بافت عضلانی کمتر، قاعدتاً با جریان های کمتری تحت تأثیر قرار می‌گیرند. ولتاژهای پائین هم می‌توانند فوق العاده خطرناک باشند زیرا درجه آسیب رسانی نه تنها به مقدار جریان بلکه به طول مدتی که بدن در تماس با جریان قرار دارد، بستگی خواهد داشت.

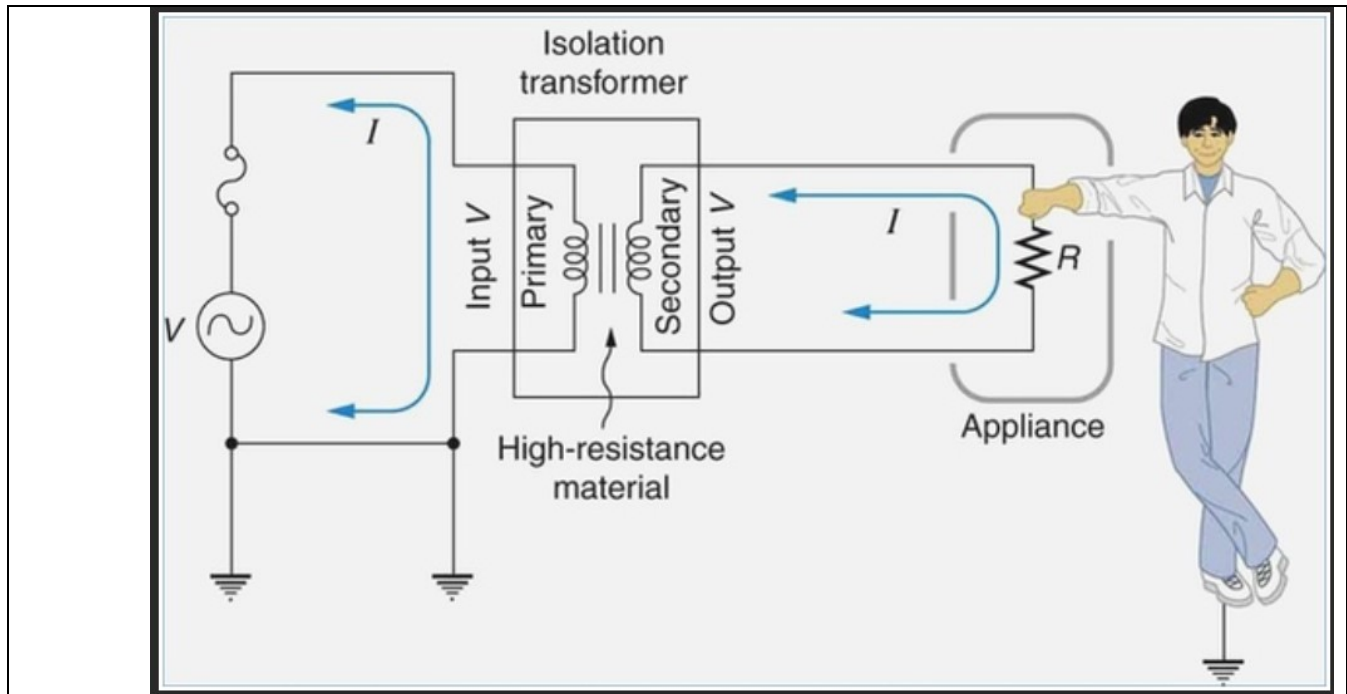
بعضی مواقع ولتاژهای بالا منجر به صدمات بیشتری می‌شوند. ولتاژهای بالا (High Voltage) می‌توانند سبب انقباضات شدید عضلانی شده و فرد ممکن است تعادل خود را از دست داده و سقوط کند که می‌تواند

تواند سبب جراحت یا حتی مرگ وی شود و اگر بر روی ماشین آلات سقوط نماید ممکن است خرد گردد. ولتاژهای بالا همچنین می توانند سوختگی های شدیدی را موجب شوند.









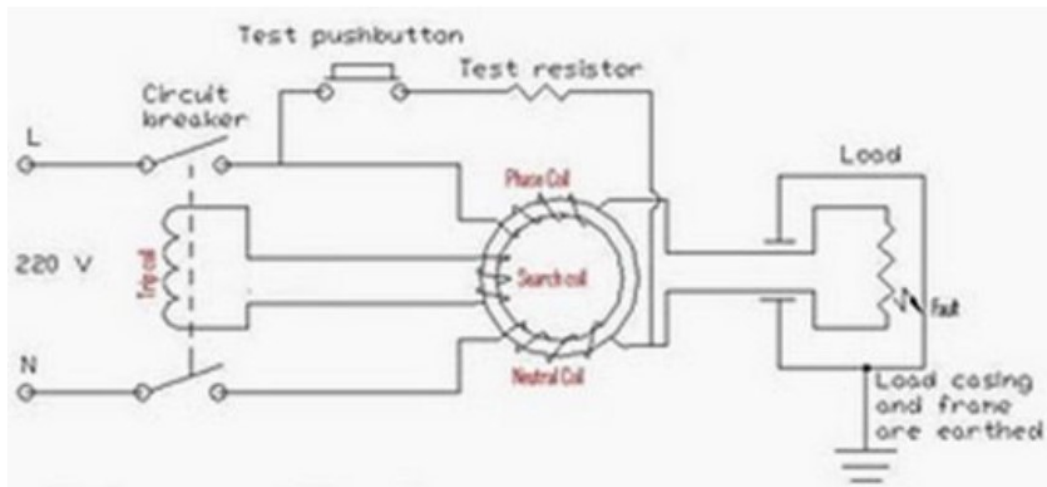
RCCB (Residual Current Circuit Braker) or Earth Leakage Circuit Breaker

کلید محافظ جان



ELCB (Earth leakage circuit breaker )

## Typical RCB circuit:



تمرین ۱: انواع خطرات برق گرفتگی و چگونگی کاهش این خطرات را به طور کامل شرح دهید.