



ایمینی برق

امیر ثابت محمدی

# مقدمه‌ای بر اصول ایمنی برق



- امنیت محیط کار برای هریک از کارکنان در بخش‌های مختلف صنعتی دارای اهمیت بسیاری است.
- حفظ سلامتی فیزیکی انسان از گذشته به قدمت تمدن انسان مورد توجه بوده است.
- عبرت گرفتن از حوادث را نباید فراموش کنیم.
- تمامی حرف‌ها و صنایع، دارای خطرات خاص خود هستند. وظیفه مسئولان و مدیران این است که وقت بگذارند و این خطرات و حوادث را پیش‌بینی کرده و برای پیشگیری از آنها برنامه‌ریزی کرده و چاره‌اندیشی کنند.



# نگاهی به آمار

طبق اعلام سازمان ملی حفاظت از حریق آمریکا به طور متوسط سالانه ۱۹۵۲ نفر از کارگران دچار آسیب‌های غیرکشنده ناشی از جریان برق می‌شوند.

در طول روز کاری یک کارگر، هر ۳۰ دقیقه یک کارگر به دلیل برق‌گرفتگی آنقدر دچار آسیب می‌شود که منجر به تعطیلی کار می‌شود.

خطرات برق هر ساله بیش از ۳۰۰ کشته و ۴۰۰۰ مجروح در محل کار ایجاد می‌کند.

آمار تلفات برق‌گرفتگی در پنج سال اخیر روندی افزایشی داشته و از ۵۹۵ نفر در سال ۱۳۹۵، به ۷۳۹ فوتی در سال ۱۳۹۹ رسیده است.

فیوزها، چه اتوماتیک چه غیراتوماتیک از برق‌گرفتگی جلوگیری نمی‌کند و جریان برق بسیار اندکی در حد ۱۰۰ میلی‌آمپر، در صورت عبور از بدن، با از کار انداختن قلب، موجب مرگ انسان می‌شود.

در صورتی که با برق سروکار داریم از کفش‌های عایق خشک استفاده کرده و مطمئن باشیم که زیر پا و محدوده اطرافمان مرطوب نیست.



# چند باور غلط در مورد ایمنی

⚡ اگر حادثه‌ای را گزارش کنم، مجازات خواهم شد!

⚡ ایمنی وظیفه دیگران است!

⚡ ایمنی یعنی بازده کمتر!



یک راهکار اساسی برای مبارزه با چنین برداشتی این است که مدیران و کارشناسان ایمنی و بهداشت، استانداردهای ایمنی شفاف را تنظیم کنند که فرایندهای موجود را لحاظ کرده و درعین حال، الزامات بازده و ایمنی را نیز همسو می‌کند. وقتی این دو فرایند با یکدیگر همسو نشده باشند، ممکن است کارکنان تقلازی زیادی در پیروی از الزامات این دو فرایند کنند و درنهایت هم ایمنی و هم بازده کار کاهش یابد. عدم همسویی میان این دو فرایند، همچنین می‌تواند موجب مشکلات عملکرد میان مسئولان نیز شود. مثلاً کارشناسان HSE ممکن است از اینکه تأثیر کمی بر تیم‌های عملیاتی دارند احساس سردرگمی و کلافگی کنند. از طرف دیگر، مدیران عملیاتی هم ممکن است از عدم توجه قسمت HSE به مشکلات آنها احساس درماندگی کنند.



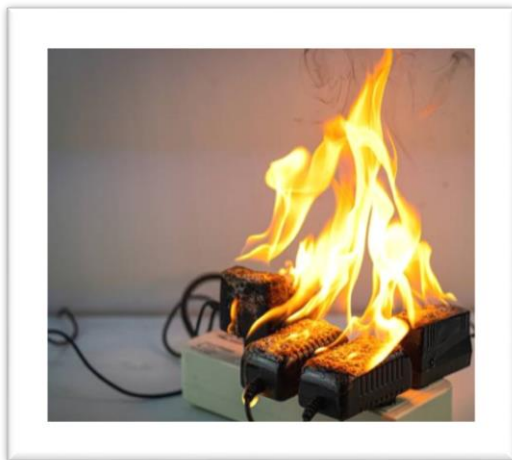
# مقدمه‌ای بر ایمنی برق

در حقیقت هر نوع سیستم الکتریکی می‌تواند عاملی آسیب‌رسان برای افراد به شمار رود. جریان الکتریکی در واقع حرکت یکنواخت الکترون‌ها به واسطه یک رسانا است.

ایمنی برق (**electrical safety**): به کارگیری مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها و تجهیزات فنی، جهت جلوگیری از اثرات غیرقابل جبران تماس کاربران با جریان‌های الکتریکی، قوس الکتریکی، میدان الکترومغناطیسی و الکتریسیته ساکن است.

ایمنی محیط کار: ایمنی شرایطی است که منابع انسانی را از عوامل مضر که می‌تواند سلامتی آنان را به خطر اندازد، مصون دارد. مسئولیت عمده ایمن‌سازی محیط کار به عهده مدیران سطوح بالای سازمان به‌ویژه مدیران پرسنلی است. البته اهمیت همکاری کارکنان را در محیط امن نمی‌توان نادیده گرفت.

# مقدمه‌ای بر اصول ایمنی برق

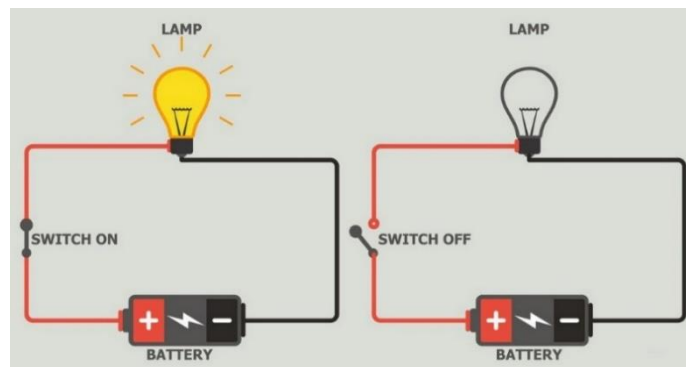


آگاهی از محیط  
کاهش استرس کاری  
استفادهٔ درست از ابزارها  
هوشیاری و گوش به زنگ بودن  
کاهش تنش و اضطراب در محیط کار  
پوشیدن تجهیزات ایمنی مناسب





# فصل دو: تعاریف



# جریان متناوب (AC) و جریان مستقیم (DC)

همان‌طور که می‌دانید، جریان برق در زندگی روزمره ما استفاده‌های بسیاری داشته و برای اکثر اموری مانند روشنایی، گرمایش، سرمایش، تبرید، راه‌اندازی وسایل، بهره‌گیری از وسایل کامپیوتری، الکترونیکی، ماشین‌آلات، سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی و غیره به‌کار گرفته می‌شود. به‌طوری‌که روند زندگی عادی بدون وجود برق مختل می‌شود. با وجود این، آیا می‌دانید که جریان برق چند نوع مختلف می‌تواند داشته باشد؟ هرکدام از انواع مختلف جریان‌ها چه تفاوت‌هایی با همدیگر دارند و برای چه کاربردهایی می‌توان از آنها استفاده کرد؟

به‌طور کلی، دو نوع مختلف جریان برق داریم که تحت عنوان جریان متناوب یا AC و جریان مستقیم یا DC شناخته می‌شوند. هر یک از این جریان‌های برق کاربرد خاص خود را داشته و تفاوت‌هایی با همدیگر دارند.



# پارامترهای فیزیکی

ولتاژ

فرکانس

جریان

مدت تماس

سطح تماس

مقاومت بدن

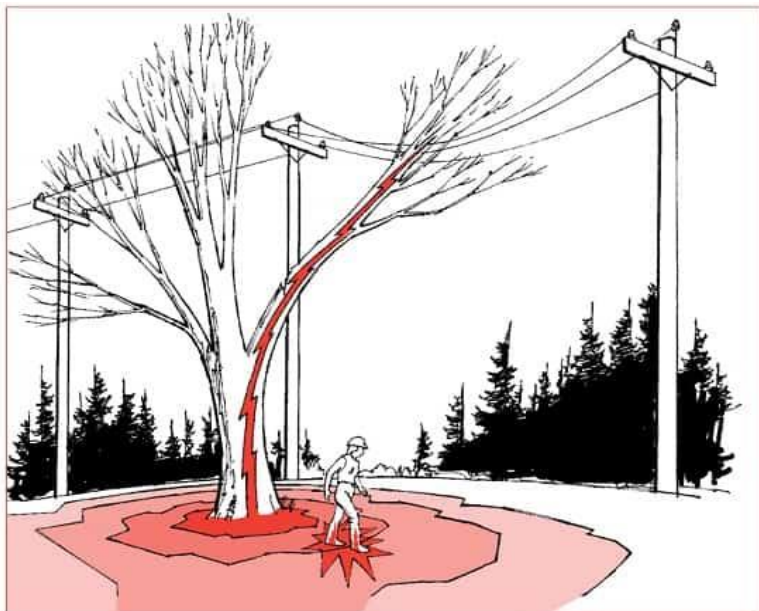


# مقاومت الکتریکی بدن

**استخوان**  
بیشترین مقاومت را در برابر جریان  
برق دارا می باشد.

- ✓ ضخامت پوست
- ✓ میزان رطوبت، درجه حرارت و مقدار نمک پوست
- ✓ فشار تماس پوست با قسمت برق دار
- ✓ شدت جریان برق
- ✓ مسیر عبور جریان
- ✓ مدت عبور جریان
- ✓ نوع جریان الکتریکی و بسامد آن
- ✓ مسیر عبور جریان در بدن

# ولتاژ گام و ولتاژ تماس



**ولتاژ گام:** اختلاف ولتاژ مابین دو مکانی است که گام‌ها جدا از هم بر روی زمین برق‌دار قرار می‌گیرند. ولتاژ گام را به شرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهیم:

۱. عبور جریان شدید اتصالی از یک سازه و یا دستگاه فلزی به زمین و یا از الکتروود اتصال زمین آن سبب می‌شود که ولتاژ زمین در این نقطه به حداکثر خود برسد.
۲. در نقاط مجاور به علت پخش جریان در مقاطع بزرگتر زمین، به تدریج تنزل می‌یابد.
۳. ولتاژ در یک فاصله دوری (حدود ۱۵ متر) یا بیشتر، مقدار آن تقریباً به صفر می‌رسد.
۴. اختلاف ولتاژ زیر دو پای فرد، کم‌کم مطابق شیب منحنی ولتاژ افزایش می‌یابد (فرد پابرهنه خیلی زودتر این اختلاف را احساس می‌کند).

# کاهش خطرات احتمالی ولتاژ گام و ولتاژ لمسی ⚡



✓ رفع ولتاژ گام

✓ ولتاژ تماسی

✓ کفش های برقی

✓ افزودن لایه های سطحی با مقاومت بیشتر



# توصیه‌های رهایی از خطرات ولتاژ گامی

۱. جریان صاعقه پس از تماس با زمین همانند جریان آب در سطح زمین پخش شده و لایه‌های پتانسیل الکتریکی را ایجاد می‌کند.
۲. با دو پای فاصله‌دار حرکت کنید (با جهش حرکت کنید) یعنی به‌صورتی که هم‌زمان دو پای شما، روی زمین نباشند.
۳. پاها را به هم بچسبانید (حداکثر فاصله ۵ سانت) با گام‌های بهم چسبیده و کوچک به آرامی به جلو بروید.
۴. اگر می‌توانید به‌صورت لی‌لی‌کنان (یک پا)، به شرط اطمینان از حفظ تعادل خود از محل حوزه الکتریکی دور شوید.



# فصل سه آثار فیزیولوژیک در برق



# تأثیر جریان بر روی بدن انسان

شدت جریان به میلی آمپر	اثر در جریان متناوب ۵۰ تا ۶۰ هرتز	اثر در جریان دائم (مستقیم)
۰,۶ تا ۱,۵	احساس عبور جریان همراه با اندکی لرزش در انگشتان دست	در این محدوده شخص جریان را احساس نمی کند
۲ تا ۳	لرزش شدید انگشتان دست	در این محدوده شخص جریان را احساس نمی کند
۵ تا ۷	تشنج دستها	درد با خارش، احساس گرما
۸ تا ۱۰	دستها به سختی تکان می خورند ولی می توان آنها را از الکتروود جدا نمود، درد شدید در انگشتان و مفاصل دستها، بی حسی دستها	احساس گرمای شدید
۱۱ تا ۱۲	تشنج عضلات تا شانها ادامه یافته و درد شدیدی احساس می شود. تماس با الکتروودها را تا ۳۵ ثانیه می توان تحمل کرد	احساس گرمای شدید
۱۳ تا ۱۴	امکان رها کردن الکتروودها مشکل است و تماس با الکتروودها را تا ۱۵ ثانیه می توان تحمل کرد	احساس گرمای شدید
۱۵	رها کردن الکتروودها غیرممکن بوده و در دستها تعرق به وجود می آید	احساس گرمای شدید
۲۰ تا ۲۵	دستها ناگهان فلج می شود، الکتروودها را می توان رها کرد، درد شدید عارض می شود و تنگی نفس به وجود می آید	احساس گرمای شدید همراه با اندکی انقباض در عضلات دستها
۵۰ تا ۸۰	بند آمدن نفس، لرزش در بطنهای قلب	احساس ازدیاد شدت گرما همراه با انقباض عضلات، تشنج و سختی تنفس
۹۰ تا ۱۰۰	قطع تنفس که اگر بیش از سه ثانیه طول بکشد قلب فلج شده و حرکات بطنهای قلب قطع می شود	بند آمدن تنفس



## آثار جدی و مهم برق گرفتگی

عوارض برق گرفتگی

۱. اختلالات قلبی از عوارض برق گرفتگی
۲. عوارض برق گرفتگی: اختلالات در حس شنوایی و بینایی
۳. اختلالات عصبی اثر برق گرفتگی
۴. آثار سوختگی



## علائم بالینی در برق گرفتگی

- تظاهرات پوست
- تظاهرات عصبی
- تظاهرات قلبی عروقی
- تظاهرات ریوی
- تظاهرات گوارشی





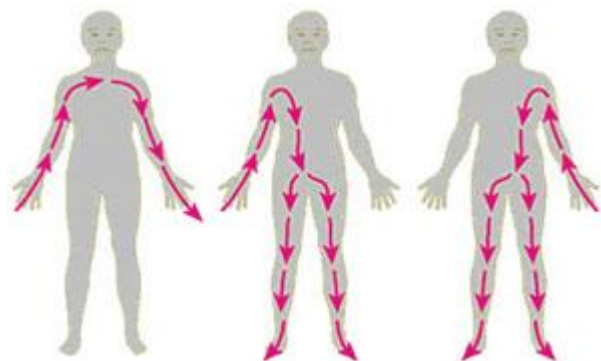
❖ علت اصلی مرگ ناشی از شوک الکتریکی، فیبریلاسیون بطنی است.

\* عوارض اصلی برق بر بدن انسان، شامل اختلالات قلبی، عصبی و سوختگی می باشد.

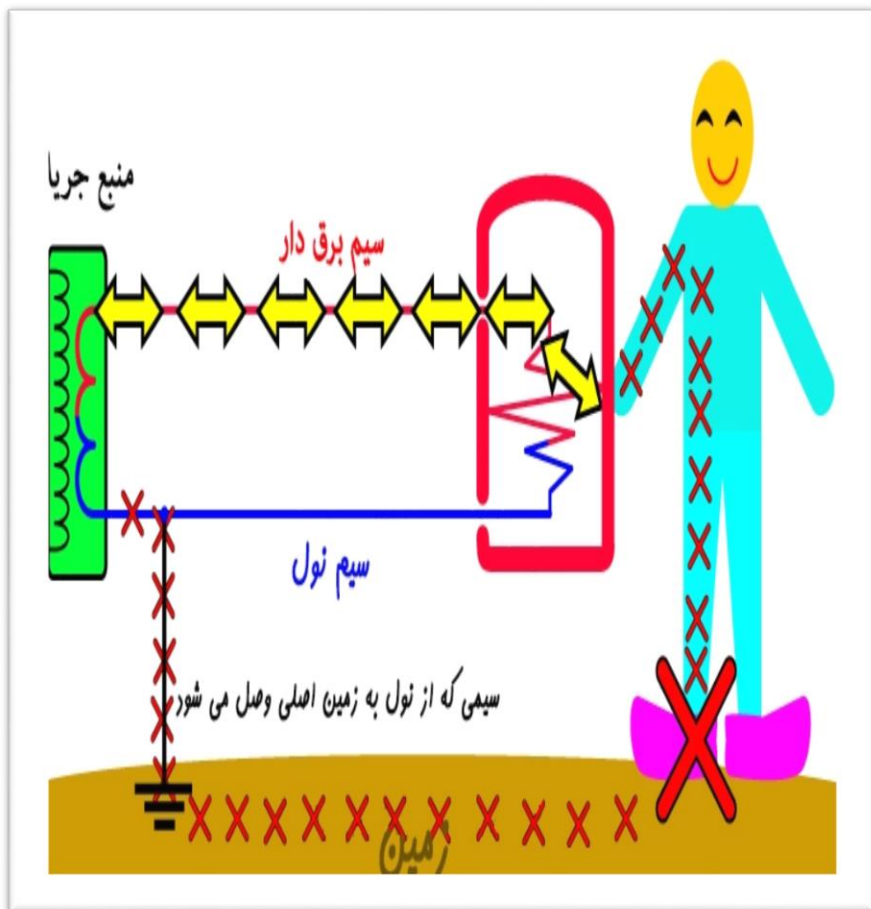


# مسیر عبور جریان برق از بدن

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 جریان‌های بیشتر موجب از کار افتادن قلب و ایجاد شوک می‌کند. عبور جریان برق از سیستم تنفسی موجب انقباض شدید در ریه‌ها شده و مانع از ادامهٔ تنفس گشته و خفگی به همراه خواهد داشت.



# خطرات الکتریکی



انواع کلیدهای محافظ جان  
کلید اتوماتیک (MCCB)  
کلید قطع اضطراری (معروف به کلید قارچی)  
کلید وصل اضطراری  
کلید جریان نشتی یا جریان باقیمانده (RCCB – RCD)  
فیوز

# سیستم اتصال به زمین

- خاصیت سیستم اتصال به زمین
- انواع جداسازی از زمین
- مناسب ترین زمین برای ایجاد سیستم ارتینگ
- بهترین زمان برای اندازه گیری مقاومت چاه ارت
- مناسب ترین مقاومت براه چاه ارت

# فصل پنجم

## تجهیزات حفاظت فردی و گروهی



### عینک ایمنی

نایلون، فریم یک تکه، از اشعه خطرناک خورشید خصوصاً موقعی که در خطوط برق دار کار می کنید، جلوگیری می کند.

### محافظ گوش

بر روی شیارهای کلاه سخت سوار می شود و با بالشتک فومی قابل جابجایی، قابلیت محدودیت سر و صدای مختلف را ایجاد می کند. (در تصویر نشان داده نشده است)

### کمر بند مهار ایمنی

برای کار کردن در بوم بالا بر کل بدن را مهار می کند این کمر بند مهار با طناب قلاب قفل شونده به بوم جرتقیل وصل می شود.

### دستکش لاستیکی

تست عایقی شده، دستکش های مقاوم لاستیکی برای حفاظت الکتریکی، ضخامت دستکش مشخص می شود بر اساس خط برقی که افراد برای آن کار می کنند.

### محافظ دستکش لاستیکی

دستکش های لاستیکی با نوارچسب سفت بند و متصل به سردست وینیلی (vinyl) نارنجی که پوشش می دهد روی دستکش های پلاستیکی عایق را برای کاهش احتمال سوراخ یا پاره شدن با اشیاء تیز

### کفش های کار

بند کفش ها باید از بالای انگشتان پا شروع شده باشد کفش های چرمی یا پشیمانی آرک بالا برای بالا رفتن از پایه های برق مناسب هستند

### کلاه ایمنی

از پلاستیک سخت با سیستم تعلیق صفحه ی داخلی ساخته شده و دارای چندین شکاف برای وصل کردن تجهیزات جانبی مانند محافظ گوش می باشد. لبه گسترده صورت را از اشیای افتاده شده محافظت می کند. تست شده در کارخانه برای قدرت عایق

### آستین لاستیکی

تست عایق شده یکپارچه، لاستیک تولید شده از جوش برقی که بازو های پوشیده شده را از تماس غیر عمد با منبع برق انرژی دار محافظت می کند.

### پیراهن

۵۵٪ موداکریلیک (نوعی پلیمر)، ۴۵٪ نخ مقاوم در برابر شعله و دوخته شده با دکمه های غیر فلزی

### طناب کمر بند

طنابی نایلونی با قلاب قفل شونده محکم، از یک طرف به مهار ایمنی سیمبان از پشت و از طرفی دیگر به بوم جرتقیل برای جلوگیری از افتادن متصل می شود.

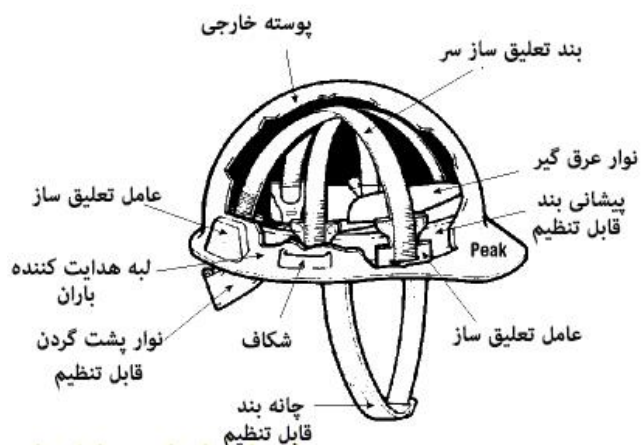
### چوب دست عایق

ابزار فایبرگلاس تست دی الکتریک شده و عایق برای جابجایی یا نصب تجهیزات الکتریکی برق دار

### شلوار جین

۸۸٪ نخ مقاوم در برابر آتش ۱۲٪ نایلون با مقاومت در برابر شعله

# تجهیزات حفاظت فردی و گروهی



## الزامات اجرایی موسسه استاندارد ملی آمریکا (ANSI)

	کلاس C	کلاس E	کلاس G
توصیف کارکرد	خدمات عمومی ، فلزی، بدون حفاظت در مقابل ولتاژ	خدمات برق شهری، حفاظت در مقابل ولتاژ بالا	خدمات عمومی، حفاظت در مقابل ولتاژ محدود
مواد	مقاوم در برابر آب، سوختن آهسته	مقاوم در برابر آب، سوختن آهسته	مقاوم در برابر آب، سوختن آهسته
مقاومت عایقی	ندارد	میزان نشت جریان در طول یک دقیقه تماس با ولتاژ ۲۰۰۰۰۰ ولت متناوب و فرکانس ۶۰ هرتز ، بیش از ۹ میلی آمپر نمی باشد.	میزان نشت جریان در طول یک دقیقه تماس کلاه با ولتاژ ۲۲۰۰ ولت متناوب و فرکانس ۶۰ هرتز، بیش از ۳ میلی آمپر نیست.
قابلیت اشتعال (ترخ سوختگی)	ندارد	۲in/min max	۲in/min max
مقاومت در برابر ضربه (نیروی انتقال)	متوسط ۸۵۰ پوند ماکزیمم ۱۰۰۰ پوند	متوسط ۸۵۰ پوند ماکزیمم ۱۰۰۰ پوند	متوسط ۸۵۰ پوند ماکزیمم ۱۰۰۰ پوند
مقاومت در برابر نفوذ	ماکزیمم ۷/۱۶ اینچ	ماکزیمم ۳/۸ اینچ	ماکزیمم ۳/۸ اینچ
استاندارد	Z۸۹,۱-۱۹۶۹	Z۸۹,۲-۱۹۷۱	Z۸۹,۱-۱۹۶۹

\*هر پوند معادل ۴۵۳ گرم می باشد



# کفش ایمنی عایق برق SAFTY SHOES

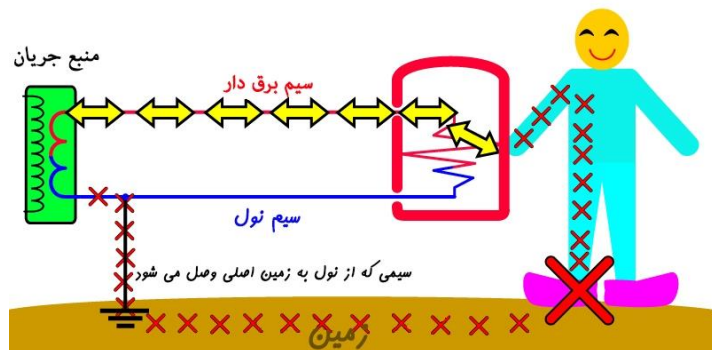
Provides protection against step voltage.

For agribusiness application.



MV-136B

MV-136 / MV-137



## ساختار کفش ایمنی عایق برق

زیانه نرم برای راحتی



# کلاه ایمنی برق

استاندارد ANSI-Z دارای ۳ کلاس مختلف است که تفاوت این ۳ کلاس فقط در مقاومت کلاه در برابر جریان برق می باشد و هیچ تفاوت دیگری بین ۳ کلاس تعریف شده در این استاندارد نیست که شامل استانداردهای زیر می باشد:

کلاس A، کلاس B، کلاس C که البته این سه کلاس در ویرایش جدید ANSI به کلاس های زیر تغییر نام داد:

کلاس A به کلاس G ، کلاس B به کلاس E، کلاس C به کلاس C

تفاوت کلاس های مختلف:

کلاس E (B سابق): مقاومت برق فشار قوی تا ۲۰ هزار ولت

کلاس G (A سابق): مقاومت برق فشار ضعیف تا ۱۲۰۰ ولت

کلاس C: مقاومتی در برابر برق ندارد (مانند کلاه های دارای سوراخ های تهویه هوا) به دلیل ایجاد شرایط بهتر، این نوع کلاه بیشترین مصرف را در بین سایر کلاه ها دارد.





# تجهیزات حفاظت فردی و گروهی

فازمترهای فشار متوسط

فازمتر دابل فشار متوسط

چوب استیک یا پرش

دستکش ایمنی برق

دستکش عایق برق

فاکتورهای مؤثر در انتخاب دستکش

جنس دستکش

انواع دستکش‌های برق کاران و تست آنها

دستکش‌های لاستیکی

کارت حفاظتی / قفل ایمنی

علائم هشداردهنده خبری

انواع لوازم ایمنی

لوازم ایمنی فردی

لوازم ایمنی گروهی

لباس کار

شرایط انتخاب لباس کار برق

دلیل استفاده از لباس نخی برای برق کاران

کلاه ایمنی برق کاران

کمربندهای ایمنی سیمانی

کفش ایمنی عایق برق Safty Shoes

رکاب سیمانی

فازمتر فشار ضعیف

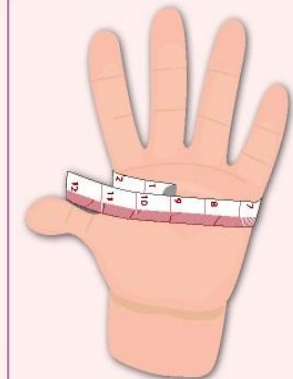
# انواع دستکش‌های برق کاران و تست آنها



رنگ	کلاس	مقیاس تست ولتاژ عایقی AC / DC	ماکزیمم ولتاژ متناوب مورد استفاده AC / DC	برچسب دستکش
بژ	00	2,500 / 10,000	500 / 750	10 ANSI/ASTM CLASS 00 MADE IN U.S.A. TYPE 1 MAX USE VOLT 500V AC
قرمز	0	5,000 / 20,000	1,000 / 1,500	10 ANSI/ASTM CLASS 0 MADE IN U.S.A. TYPE 1 MAX USE VOLT 1000V AC
سفید	1	10,000 / 40,000	7,500 / 11,250	10 ANSI/ASTM CLASS 1 MADE IN U.S.A. TYPE 1 MAX USE VOLT 7500V AC
زرد	2	20,000 / 50,000	17,000 / 25,500	10 ANSI/ASTM CLASS 2 MADE IN U.S.A. TYPE 1 MAX USE VOLT 17000V AC
سبز	3	30,000 / 60,000	26,500 / 39,750	10 ANSI/ASTM CLASS 3 MADE IN U.S.A. TYPE 1 MAX USE VOLT 26500V AC
نارنجی	4	40,000 / 70,000	36,000 / 54,000	10 ANSI/ASTM CLASS 4 MADE IN U.S.A. TYPE 1 MAX USE VOLT 36000V AC

نحوه صحیح اندازه گیری دست برای انتخاب سایز دستکش عایق برق

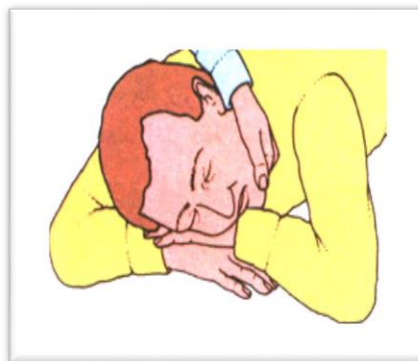
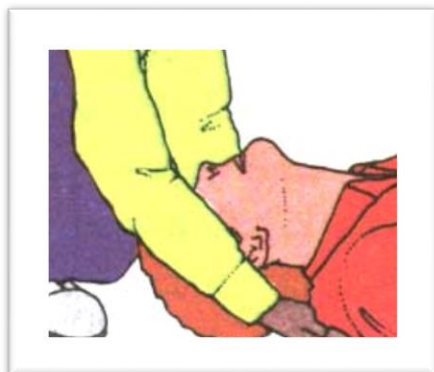
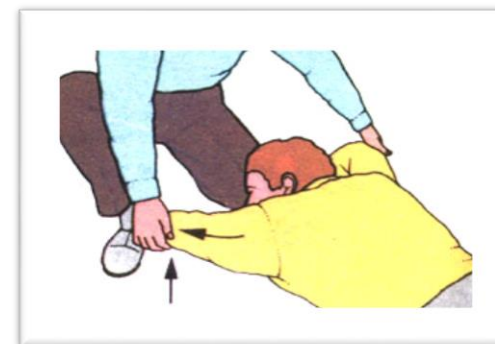
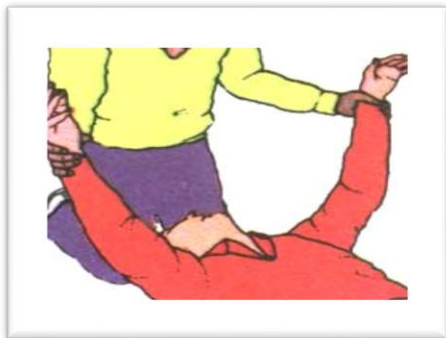
در این تصویر نحوه صحیح اندازه گیری، برای انتخاب دستکش نشان داده شده است که اندازه دور دست ۹ می باشد و اندازه طول دست ۸، پس کاربر باید یک جفت دستکش سایز ۹ انتخاب نماید.



# دستورالعمل نظافت، بازرسی و تست دستکش‌های عایق لاستیکی

کلاس	حداکثر ولتاژ کاری (volts)	ولتاژ تحت تست (volts)	ولتاژ مقاومتی (volts)
00	500	2 500	5 000
0	1 000	5 000	10 000
1	7 500	10 000	20 000
2	17 000	20 000	30 000
3	26 500	30 000	40 000
4	36 000	40 000	50 000

# امداد و نجات در برق گرفتگی



خطرات برق  
علائم و نشانه‌های برق گرفتگی  
چگونگی و حالت‌های برق گرفتگی  
عوارض کوتاه مدت برق گرفتگی  
عوارض بلند مدت برق گرفتگی  
تشخیص برق گرفتگی  
نجات شخص برق گرفته  
اقدامات لازم در هنگام برق گرفتگی پس از قطع برق  
آزمایش واکنش