

به منظور صرفه‌جویی در وقت و فراهم آمدن زمینه مناسب جهت تمرین بیشتر و درهم تنیدگی فناوری (IT) با این موضوع درسی لازم است هنرآموزان محترم و هنرجویان عزیز از نرم افزارهای مناسب و مرتبط با موضوع درس که در دسترس قرار دارد برای آموزش کلیه فصول این کتاب استفاده نمایند.

معلم گرامی

در این کتاب سعی بر این بوده که مطالب به‌طور ساده و نقشه‌ها به ترتیبی ارائه شود تا با کار عملی هماهنگی کامل داشته باشد. ضمن این که تلاش شده برای آشنایی هنرجویان علائم جدید به کار برده شود. همچنین شما می‌توانید همراه با تدریس از وسایل کمک‌آموزشی از جمله اسلاید، فیلم و ترانس پرنس استفاده کنید. از این رو پیشنهاد می‌شود با ساخت یک نمونه از وسایلی که نقشه و شکل آن‌ها در ضمیمه‌ی (۲) ارائه شده و با استفاده از آن در موقع تدریس به یادگیری بیش‌تر فراگیران کمک کنید. چنانچه جنب کارگاه کلاس تکنولوژی کارگاهی و نقشه‌کشی دایر شود، بازدهی بیش‌تر خواهد بود. برای ارزش‌یابی بهتر است که ۵۰٪ نمرات اخذ شده در طول ترم و ۵۰٪ باقی‌مانده به‌صورت ۲۰٪ نظری و ۳۰٪ امتحان کار عملی پایان ترم باشد. درضمن در ضمیمه‌ی (۱) برای آگاهی هنرجویان از علائم قدیمی، تعدادی نقشه با آن علائم ارائه شده است. بی‌شک کتاب حاضر خالی از اشکال نیست و جا دارد شما عزیزان در رفع اشکالات آن ما را از راهنمایی‌های خود بی‌نصیب نگذارید.

نکات اجرایی

- ۱- مطالب تئوری و عملی هر مدار به‌صورت همزمان اجرا شود؛ به‌عنوان مثال آشنایی با کلید یک‌پل، ترسیم نقشه‌ها و بستن مدار عملی آن همزمان باشد.
- ۲- کارهای عملی که با ستاره مشخص شده اجباری نبوده و اختیاری است.
- ۳- در صورتی که دانش‌آموزان دارای توانایی‌هایی فراتر از مطالب کتاب باشند، مربیان محترم می‌توانند مدارهای اضافی، متناسب با سطح کلاس، به آن‌ها ارائه نمایند.
- ۴- پس از اتمام این کتاب فراگیر باید توانایی‌های لازم را متناسب با اهداف رفتاری در سطح آموزشی تعیین شده کسب نموده باشد.

مؤلفان

ردیف	فصل	شرح (موضوع)	زمان (ساعت)		
			نظری	عملی	جمع
۱	اول	چگونگی تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی	۲	—	۲
۲	دوم	حفاظت و ایمنی در برق	۴	۸	۱۲
۳	سوم	آشنایی با ابزار و وسایل سیم کشی	—	۲	۲
۴	چهارم	سیم و اتصالات	—	۱۲	۱۲
۵	پنجم	وسایل مورد استفاده در مدارهای الکتریکی مربوط به سیم کشی ساختمان	۲	۶	۸
۶	ششم	آشنایی با مدارهای الکتریکی مورد نیاز در سیم کشی ساختمان و اجرای کار عملی	۱۰	۵۰	۶۰
۷	هفتم	تابلوهای توزیع اماکن مسکونی	۲	۱۴	۱۶
۸	هشتم	آشنایی با سیستم های اعلام حریق	۲	۶	۸
		جمع کل	۲۲	۹۸	۱۲۰

هدف کلی

پس از پایان این کتاب از هنرجو انتظار می رود که نقشه های تأسیسات الکتریکی ساختمان های کوچک را بخواند و توانایی اجرای آن ها را داشته باشد.

چگونگی تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی

هدف‌های رفتاری : از هنرجو انتظار می‌رود که بعد از پایان این فصل :

- ۱- چگونگی تولید انرژی الکتریکی را به اختصار بیان کند.
- ۲- طریقه‌ی انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را به اختصار شرح دهد.

چگونگی تولید، انتقال و توزیع

به وسیله‌ی کابل‌های زمینی و یا هادی‌ها (سیم‌های هوایی) به کمک پایه‌ها به محل توزیع می‌رسد و از آن‌جا به بعد در مکان‌های مصرف مانند کارخانه‌های مختلف، فروشگاه‌ها، خیابان‌ها، پل‌های عبور و به خصوص واحدهای مسکونی که بیش‌تر مورد موضوع درس ما است به مصرف می‌رسد. شکل ۱-۱ دیاگرام ساده‌ای از تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را نشان می‌دهد که در زیر به شرح مختصر آن می‌پردازیم.

گفته می‌شود نقش انرژی الکتریکی در صنعت مانند جریان یافتن خون در رگهای موجود زنده است. این توصیف اهمیت نقش تولید، انتقال و توزیع نیروی برق را بیان می‌کند. برای تولید انرژی الکتریکی نیاز به یک انرژی مکانیکی است که بتواند مولد الکتریکی را به حرکت درآورد. این انرژی مکانیکی می‌تواند نیروی آب، نیروی بخار آب و یا نیروی یک موتور احتراقی و غیره باشد. انرژی الکتریکی بعد از تولید



شکل ۱-۱ - توزیع انرژی الکتریکی

تولید شده به وسیله‌ی سد



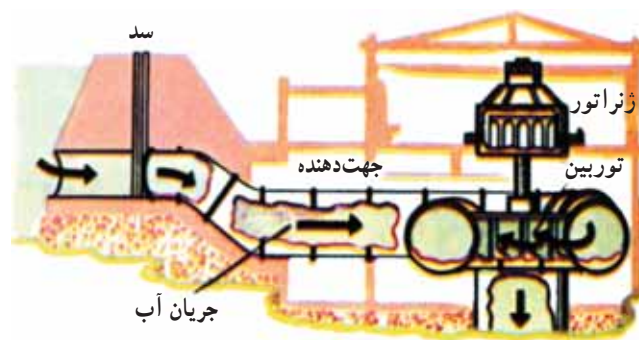
شکل ۱-۳- تولید انرژی الکتریکی به کمک انرژی حرارتی حاصل از احتراق

۱-۲- انتقال انرژی الکتریکی

همان طور که گفته شد نیروگاه های آبی به دلیل شرایط طبیعی از مراکز مصرف فاصله دارند. باید دانست که نیروگاه های حرارتی نیز به دلیل آلوده سازی محیط، خارج از شهرها بنا می شوند. به همین خاطر برای انتقال انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاه ها به مراکز مصرف، احتیاج به هادی هایی با قطر زیاد است. علاوه بر آن به دلیل مقاومت اهمی هادی ها و عبور جریان زیاد از آن ها در مسیر انتقال تلفات انرژی زیادی به وجود خواهد آمد. از این رو متخصصان سعی کرده اند تا روش هایی برای انتقال پیدا کنند که تا حد ممکن هم هزینه انتقال و هم تلفات انرژی کم شود. آنان به این نتیجه رسیده اند که اگر در انتقال انرژی الکتریکی ولتاژ را افزایش دهند می توان با جریان کم، انرژی زیادی را منتقل کرد. در این صورت کاهش جریان سبب کوچک شدن سطح مقطع هادی ها و همچنین کاهش تلفات انرژی می شود. افزایش ولتاژ تولید شده در نیروگاه به وسیله ی دستگاهی به نام ترانسفورماتور انجام می گیرد. ترانسفورماتور یک مبدل ولتاژ است که می تواند در جریان متناوب ولتاژ را به اندازه ی معینی بالا برده و یا پایین بیاورد. در سال های آینده با طرز کار ترانسفورماتور به طور کامل آشنا خواهید شد. پس از افزایش ولتاژ شبکه به وسیله ی ترانسفورماتور، انرژی الکتریکی توسط هادی های هوایی یا کابل های زمینی به مراکز مصرف منتقل می شود و در آن جا توسط ترانسفورماتورهای دیگری اختلاف پتانسیل، متناسب با مصرف کننده ها، کم می شود. ولتاژ خطوط انتقال در ایران معمولاً ۴۰۰ و ۲۳۰ و یا ۱۳۲ کیلوولت است. در انتقال انرژی، به دلیل بالا بودن ولتاژ، لازم است فاصله ی هادی ها از هم زیاد باشد، از این رو آن ها را بر

۱-۱- تولید انرژی الکتریکی

تولید انرژی الکتریکی به روش های زیر امکان پذیر است :
 ۱- با استفاده از انرژی آب: یکی از ساده ترین روش های تولید انرژی الکتریکی استفاده از انرژی آب است که از طریق احداث سد و انباشته کردن آب در پشت آن به دست می آید. چون سد در محلی احداث می شود که معمولاً دور از مناطق مسکونی است، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی تولید شده به محل مصرف هزینه ی زیادی دارد. با وجود این هنوز تولید انرژی الکتریکی به وسیله ی آب مقرون به صرفه است (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- تولید انرژی الکتریکی به وسیله ی انرژی آب

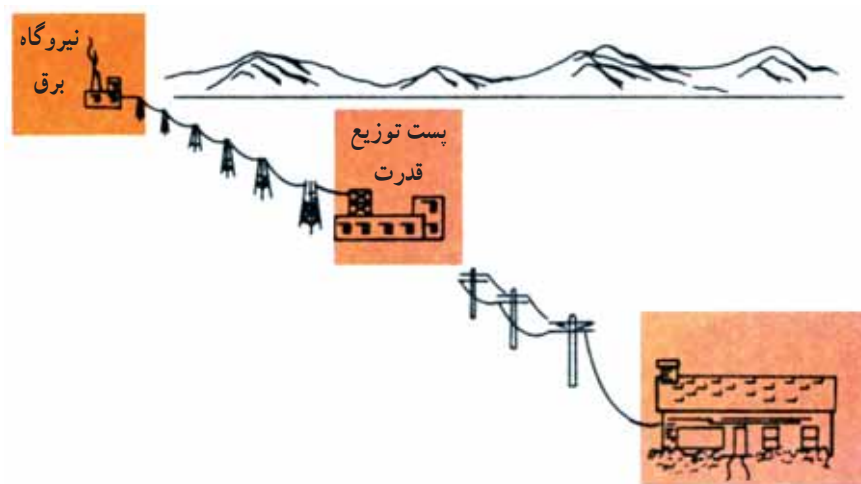
۲- ایجاد انرژی مکانیکی به وسیله ی سوخت: استفاده

از سوخت های مختلف یکی از شیوه های معمول در تولید انرژی الکتریکی است و به دو طریق انجام می شود :

الف - انرژی حاصل از سوخت مازوت، گازوئیل، بنزین و زغال سنگ و ... در ماشین های احتراقی مستقیماً تبدیل به انرژی حرکتی می شود. این انرژی از طریق اتصال، به محور مولد برق منتقل شده و انرژی الکتریکی در خروجی مولد ظاهر می شود.

ب - انرژی حرارتی حاصل از سوخت در دیگ های بخار باعث تبخیر آب می شود. ابتدا به وسیله ی دستگاهی ذرات معلق آب را می گیرند. سپس برای جلوگیری از زنگ زدگی قطعات داخلی توربین، بخار خشک تولید می کنند. بخار خشک با فشار به پره های توربین برخورد کرده و توربین را به حرکت درمی آورد که این حرکت به محور مولد منتقل شده و انرژی الکتریکی تولید می کند (شکل ۱-۳).

مدنظر قرار گیرد. به همین دلیل استانداردها و شرایط خاصی برای کابل‌های فشارقوی (ولتاژ بالا) تدوین شده که در جای خود با آن‌ها نیز آشنا خواهید شد. گفتیم که افزایش ولتاژ شبکه باعث می‌شود تا برای پیش‌تر کردن فاصله‌ی سیم‌ها از یکدیگر و از زمین، از دکل‌های بلند و بزرگ یا کابل‌های مخصوص استفاده کنیم که این امر سبب بالا رفتن هزینه‌ی احداث شبکه می‌شود، ولی لازم است بدانید که در عوض با کوچک شدن سطح مقطع هادی‌ها و کم شدن تلفات، هزینه‌ی کلی شبکه به مراتب کاهش می‌یابد. شکل ۴-۱ شمایی از انتقال انرژی را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱- شمای کلی از انتقال انرژی الکتریکی

توزیع محلات را دیده‌ایم. این پست‌ها اطاق‌هایی هستند با در زرد رنگ که در کوچه‌ها و خیابان‌ها دیده می‌شوند. ولتاژ 20 kV در این پست‌ها به ولتاژهای 400 ولت سه فاز و 230 ولت یک فاز قابل استفاده مصرف‌کننده‌ها تبدیل و پخش می‌شود. پخش انرژی الکتریکی نیز توسط کابل‌های زمینی و یا سیم‌های هوایی انجام می‌گیرد. امروزه سعی بر آن است که برای کاهش خطرات و کمک به زیبایی شهرها پخش انرژی با کابل و از زیرزمین انجام گیرد. روش‌های توزیع انرژی برای مصرف‌کننده‌ها بحث مفصلی دارد که در جای خود با آن آشنا خواهید شد. شکل ۵-۱ توزیع انرژی را در داخل شهر نشان می‌دهد.

۳-۱- توزیع انرژی الکتریکی

گفتیم که انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاه، توسط خطوط انتقال به مراکز مصرف می‌رسد. در مدخل مراکز مصرف که عمدتاً شهرها و مناطق مسکونی هستند ولتاژ خیلی زیاد منتقل شده به وسیله‌ی ترانسفورماتور، ابتدا تا حدی کاهش می‌یابد با این حال هنوز ولتاژ شبکه زیاد است و قابل استفاده برای مصرف‌کنندگان نیست. مقدار ولتاژ ورودی به شهرها معمولاً 63 kV کیلوولت است که در پست‌های اصلی توسط ترانسفورماتور به ولتاژ 20 kV تبدیل می‌شود و از آن‌جا به دیگر پست‌های ترانسفورماتور داخل محلات توزیع می‌شود. همه‌ی ما پست‌های



شکل ۵-۱- منظره‌ای از توزیع انرژی الکتریکی داخل شهر

به سوالات زیر پاسخ دهید

- ۱- انرژی الکتریکی چگونه تولید می‌شود؟ شرح دهید.
- ۲- چرا در انتقال انرژی از ولتاژهای بالا استفاده می‌شود؟
- ۳- برای تغییر ولتاژ از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟
- ۴- ولتاژ خطوط انتقال در شبکه‌ی ایران معمولاً چند کیلوولت هستند؟
- ۵- اختلاف پتانسیل شبکه‌ی توزیع داخل شهرها برای مصرف‌کننده‌های سه فاز و یک فاز چند ولت است؟

فصل دوم

حفاظت و ایمنی در برق

(قسمت اول)

هدف‌های رفتاری : از هنرجو انتظار می‌رود که بعد از پایان این فصل :

- ۱- مفهوم حفاظت و ایمنی در مقابل برق را بیان کند.
- ۲- اثرات فیزیولوژیکی برق بر بدن انسان را شرح دهد.
- ۳- تأثیر جریان برق را بر بدن انسان بیان کند، (براساس جدول (۱-۲)).
- ۴- آثار ناشی از برق‌گرفتگی را توضیح دهد.
- ۵- مراحل کمک به شخص حادثه دیده را نام ببرد.
- ۶- تنفس مصنوعی را به‌طور عملی انجام دهد.

حفاظت و ایمنی در برق

حتی جریان کم در حد ۱۲ میلی‌آمپر نیز باعث خواهد شد که عضلات دست منقبض شود، البته آسیب این چنین شوکی بستگی به مدت تماس، وضع جسمی و به‌خصوص قلبی فرد دارد. به‌طور کلی جریان ۵۰ میلی‌آمپر به بالا کشنده است. جریان‌های کم‌تر از این هم در صورتی که از مسیر قلب عبور کند خطرناک هستند. هنگامی که فردی به علت عبور جریان برق بی‌هوش شده باشد، حدس زدن مقدار جریانی که باعث این بی‌هوشی شده است غیرممکن است. در صورتی که تنفس قطع شده باشد باید فوراً تنفس مصنوعی را شروع کرد. حد ولتاژ خطرناک برای این که جریان از ۵۰ میلی‌آمپر بیش‌تر باشد ۶۵ ولت است. این ولتاژ برای حداقل مقاومت بدن محاسبه شده است.

$$U = 1300 \times 0.5 = 65V$$

از نظر نوع جریان، جریان متناوب به‌ویژه فرکانس ۵۰ Hz از جریان مستقیم خطرناک‌تر است.

کار با برق انسان را در بسیاری از وضعیت‌ها و موقعیت‌های خطرناک قرار می‌دهد.

هدف این فصل آگاه ساختن هنرجویان از خطرات اصلی است که در شرایط عادی کار وجود دارد و همچنین یادآوری برخی احتیاط‌های اساسی که باید در نظر گرفته شوند.

۱-۲- آثار فیزیولوژیکی برق بر انسان

مقدار جریانی که ممکن است بدون هیچ‌گونه خطری از بدن انسان عبور کند به ویژگی‌های جسمی شخص، دامنه‌ی جریان، نوع جریان، مسیر و طول مدت عبور جریان بستگی دارد. در این حالت مقاومت بدن در اثر رطوبت کاهش می‌یابد و هنگامی حداکثر است، که خشک باشد. خراش، زخم و سوختگی می‌تواند باعث پایین آمدن مقاومت بدن شود.

فرد در مقابل جریان یک میلی‌آمپر واکنش نشان می‌دهد،

جدول ۱-۲- عکس العمل فیزیولوژی بدن در مقابل افزایش جریان

جریان دایم (مستقیم)	جریان متناوب ۵۰-۶۰ هرتز	شدت جریان به میلی آمپر
۱- محسوس نیست	احساس عبور جریان، لرزش کم انگشتان دست	۱/۵ تا ۰/۶
۲- محسوس نیست	لرزش شدید انگشتان دست	۲ تا ۳
۳- درد با خارش، احساس گرما	تشنج دست‌ها	۵ تا ۷
۴- احساس گرمای شدید	دست‌ها به سختی تکان می‌خورد ولی می‌توان آن‌ها را از الکترودها جدا نمود، درد شدید در انگشتان و مفاصل دست‌ها، بی‌حسی دست‌ها.	۸ تا ۱۰
۵- احساس گرمای شدید	تشنج عضلات تا شانه‌ها ادامه یافته و درد شدیدی احساس می‌شود و تماس با الکترودها را تا ۳۵ ثانیه می‌توان تحمل کرد.	۱۱ تا ۱۲
۶- احساس گرمای شدید	رها کردن الکترودها به اشکال امکان داشته و تماس با الکترودها را تا ۱۵ ثانیه می‌توان تحمل کرد.	۱۳ تا ۱۴
۷- احساس گرمای شدید	رها کردن الکترودها غیرممکن بوده و تعلق دست‌ها به وجود می‌آید.	۱۵
۸- احساس گرمای شدید، انقباض کم عضلات دست.	دست‌ها ناگهان فلج می‌شود، الکترودها را می‌توان رها کرد، درد شدید عارض گشته و تنگی نفس به وجود می‌آید.	۲۰ تا ۲۵
۹- احساس ازدیاد گرما، انقباض عضلات، تشنج و سختی تنفس.	بند آمدن نفس، لرزش در بطن‌های قلب.	۵۰ تا ۸۰
۱۰- بند آمدن نفس (خفگی)	قطع تنفس که اگر بیش از سه ثانیه طول بکشد قلب فلج شده و حرکات بطن‌های قلب قطع می‌شود.	۹۰ تا ۱۰۰

۲-۲- احتیاط‌های ایمنی

به علت امکان صدمه دیدن نفرات و خطر آتش‌سوزی و احتمال خسارت دیدن وسایل و لوازم، تمام اقدامات تعمیر و نگهداری مربوط به دستگاه‌های برقی باید فقط توسط فرد مجاز انجام گیرد.

هنگامی که دستگاه‌ها در حال تعمیر هستند باید کلیدها قطع و فیوزها باز شده باشند و فقط فردی که آنها را باز کرده و یا قطع کرده است باید آن‌ها را وصل کند. در هنگام تعویض فیوز سوخته

باید برق به‌طور کلی قطع شود و سپس فیوز سوخته با فیوز معادل آن از نظر آمپر و نوع جنس عوض شود.

۲-۳- آثار برق گرفتگی

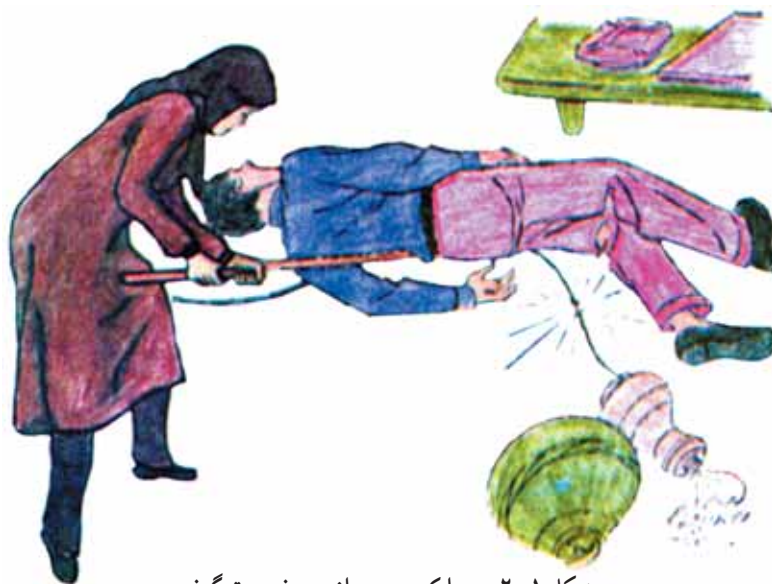
شوک الکتریکی که ناشی از تماس بدن با مدارهای الکتریکی یا اثرات رعد و برق است تکان‌دهنده بوده و موجب لرزش می‌شود. مصدوم معمولاً دچار احساس ضربه و تکان‌هایی شده و اگر ولتاژ به قدر کافی زیاد باشد بی‌هوش خواهد شد و احتمال دارد که

۴-۲- مراقبت از مصدوم برق گرفته

۱- مصدوم را سریعاً از محل تماس با برق دور کنید، اما خود را به خطر نیندازید. این عمل را می توان به طرق زیر انجام داد.

الف) اگر نزدیک کلید هستید آن را قطع کنید. در غیر این صورت برای قطع جریان برق از چوب خشک یا طناب یا کمر بند چرمی، کت، پتو و یا هر وسیله ای غیر هادی برق استفاده کنید (شکل ۱-۲).

روی پوست او و در محل تماس سوختگی شدیدی ایجاد شده و ماهیچه ها دچار تشنج موضعی شوند. شخص، دستگاه و یا سیمی را که باعث ایجاد حادثه شده است بیش تر به خود چسبانده و دیگر نمی تواند آن را رها کند؛ در این صورت ممکن است مصدوم با توقف قلب یا توقف تنفس و یا هردوی آن ها روبه رو شود. گاهی ممکن است که شوک به اعصاب آسیب رساند و ماهیچه ها را به تدریج روبه تحلیل ببرد به طوری که هفته ها و ماه ها طول بکشد تا شخص برق گرفته به حالت اول برگردد.



شکل ۱-۲- جدا کردن سیم از بدن فرد برق گرفته

۵- اگر مصدوم نفس نمی کشد لازم است بی درنگ به او تنفس مصنوعی بدهید، حتی اگر ظاهراً مرده به نظر برسد.

۵-۲- تنفس مصنوعی

تنفس مصنوعی با تحریک مکانیکی تنفس، برای زنده نگه داشتن اشخاصی که تنفس آن ها به دلیل برق گرفتگی، غرق شدن، خفگی و یا وارد شدن شیء خارجی در گلو متوقف شده است به کار می رود. برای نجات اشخاصی که تنفس آن ها به خاطر برق گرفتگی قطع شده است بی درنگ تنفس مصنوعی را شروع کنید، یک شخص ثالث را برای دریافت کمک های پزشکی بفرستید، اگر خون ریزی داشته باشد آن را متوقف کنید و حتی یک لحظه وقت را از دست ندهید. گاهی شده است که یک ثانیه تأخیر شانس نجات را از مصدوم می گیرد.

ب) سیم ها و کابل ها را از منبع تغذیه جدا کنید. اگر کفش های مصدوم خشک باشد می توانید به وسیله ی آن ها او را از محل خطر بیرون بکشید.

۲- مطمئن شوید که مصدوم نفس می کشد یا نه؛ اگر هنوز نفس می کشد او را در وضعیتی راحت روی زمین دراز کنید، بندها و دکمه های لباس او را در روی سینه، گردن و شکم شل کنید تا نفس کشیدن برای او راحت شود و در عین حال مواظب باشید تا سرما نخورد.

۳- مصدوم را بر روی پهلوها حرکت ندهید، چون قلب او خیلی ضعیف شده است و حرکت در ماهیچه ها ممکن است باعث ایست قلبی وی شود.

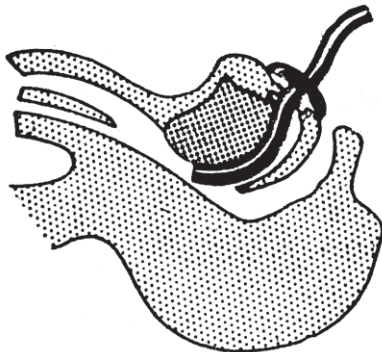
۴- بلافاصله پزشک را خبر کنید، در این مدت، تا آمدن پزشک مصدوم را به هیچ وجه ترک نکنید.

متداول ترین روش تنفس مصنوعی از طریق مجرای هوا است که به وسیله ی یک لوله ی توخالی مخصوص انجام می گیرد. برای انجام این روش مراحل زیر را باید انجام دهید.

اول: دهان مصدوم را از تمام اشیاء خارجی پاک کنید (شکل ۲-۲).



شکل ۲-۲ باز کردن مسیر گلو



شکل ۲-۳ وارد کردن مجرای هوا

دوم: مصدوم را به پشت بخوابانید و قسمت بالای سر وی را به شکلی که در شکل ۲-۳ نشان داده شده است، با دست بگیرید. در حالی که سر مصدوم به عقب کشیده شده است، لوله ی مخصوص را روی زبان او گذاشته آن قدر فرو کنید تا لبه ی دایره ای شکل آن بیرون لب ها باقی بماند. اگر دهان محکم بسته شده باشد انگشت نشانه ی خود را بین گونه و دندانی که جلوی دندان عقل جای دارد قرار داده و دهان را باز کنید. لوله ی مخصوص همان طور که در شکل پیداست دارای دو قسمت مختلف است. از قسمت بلندتر لوله برای افراد بالغ و از قسمت کوچک تر برای کودکان استفاده می شود.

سوم: چانه را روبه بالا نگه دارید و سر را به عقب کج کنید (در امتداد گردن). بینی مصدوم را با دست های خود فشار دهید و لبه ی بیرون آمده و دایره ای شکل لوله را به وسیله ی انگشت نشانه جهت جلوگیری از نفوذ هوا به لب ها فشار دهید. (شکل ۲-۴) توجه: چانه را هرگز رها نکنید.

شکل ۲-۴ جلوگیری از خارج شدن هوا



چهارم: مطابق شکل ۲-۵ نفس عمیقی کشیده و با فشار تمام آن را به داخل قسمت بالای لوله بدمید، سینه ی مصدوم را نگاه کنید. وقتی که سینه حرکت می کند دهان خود را از لوله بردارید و بگذارید مصدوم به راحتی هوا را بیرون دهد. وقتی که تخلیه ی هوای مصدوم به پایان رسید با یک نفس عمیق دیگر عمل را تکرار کنید.



شکل ۲-۵ دمیدن در مجرای هوا

در صورتی که لوله وجود نداشته باشد از روش تنفس دهان به دهان استفاده کنید. برای تنفس دهان به دهان به روش زیر عمل می شود.

الف - دهان مصدوم را از تمام اشیاء خارجی پاک کنید.

ب - مصدوم را به پشت بخوابانید و گردن او را بالا برده و یک کت یا پتوی تاشده یا چیزی شبیه به آن را زیر شانه هایش قرار دهید و سرش را تاحد امکان به عقب کج کنید (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۶ طرز قرار دادن مصدوم



شکل ۷-۲- باز کردن مسیر هوا



شکل ۸-۲- دمیدن



شکل ۹-۲- بیرون راندن هوا

ج- سر مصدوم را مطابق شکل ۷-۲ قرار دهید، آرواره را با شست گرفته و از یک سمت دهان به جلو بکشید و این وضع را برای مدتی حفظ کنید تا راه برای عبور هوا باز شود.

د- سوراخ بینی مصدوم را با فشار انگشتان شست و سبابه بیندید (شکل ۸-۲). نفس عمیقی بکشید و دهانتان را با استفاده از شست‌های خود روی دهان او بگذارید و در دهانش بدمید تا هنگامی که سینه‌ی مصدوم بالا بیاید.

ه- دمیدن در دهان را رها کرده، بگذارید مصدوم به راحتی نفس بکشد (شکل ۹-۲).

توجه: شش‌ها را برای بزرگسالان تقریباً ۱۲ بار در دقیقه و برای کودکان ۲۰ بار در دقیقه باد می‌کنند و این عمل را آن قدر ادامه می‌دهند تا مصدوم به‌طور طبیعی شروع به تنفس کند.

تمرین عملی

کار شماره ۱- به وسیله‌ی یک ماکت، کلیه‌ی مراحل تنفس مصنوعی به روش لوله‌ی هوا را به‌طور دقیق و کامل انجام دهید.

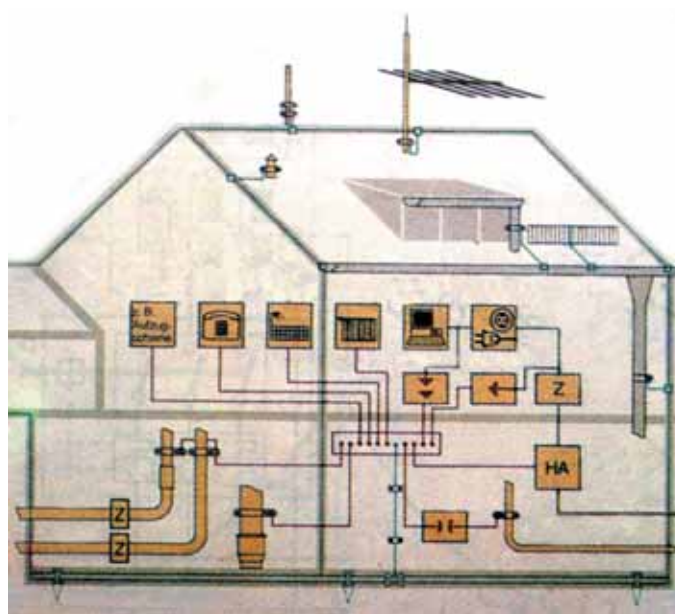
کار شماره ۲- به وسیله‌ی یک ماکت کلیه‌ی مراحل تنفس مصنوعی دهان به دهان را به‌طور دقیق و کامل انجام دهید.

به سوالات زیر پاسخ دهید

- ۱- چرا باید نکات ایمنی را رعایت کرد؟
- ۲- علایم خفگی را نام ببرید.
- ۳- عوارض ناشی از برق‌گرفتگی را شرح دهید.
- ۴- کمک‌های اولیه را در شخصی که مبتلا به برق‌گرفتگی شده است نام ببرید.
- ۵- ولتاژ و جریان خطرناک برای انسان چه مقدار است؟
- ۶- رطوبت پوست بدن چه تأثیری در مقاومت الکتریکی بدن دارد؟

حفاظت الکتریکی

(قسمت دوم)



منظور از حفاظت الکتریکی مجموعه‌ی اقداماتی است که باید در تأسیسات الکتریکی انجام گیرد، تا خطرات و خسارات ناشی از جریان برق به افراد و تأسیسات به حداقل برسد. در تمام تأسیسات الکتریکی، حفاظت افراد در مقابل خطر برق گرفتگی باید با دقت هر چه بیش‌تر و مطابق با قوانینی که به این منظور وضع شده، انجام شود.

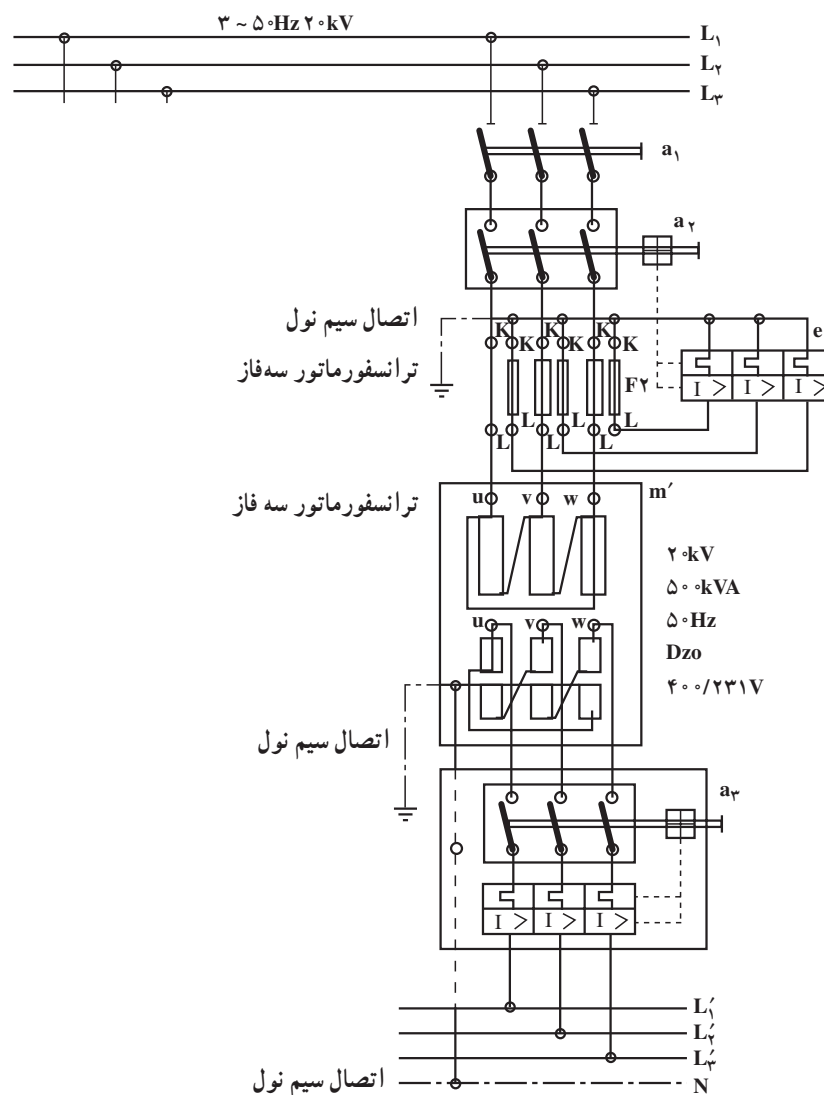
۲-۶- اتصال زمین الکتریکی

گفتیم که ولتاژ ۲۰ کیلوولت شبکه‌های توزیع سه فاز، توسط ترانسفورماتور به ولتاژ ۴۰۰ ولت بین دو فاز و ۲۳۱ ولت

بین فاز و نول کاسته شده و در اختیار مصرف‌کننده‌ها قرار می‌گیرد. (از به هم وصل شدن یک سر سه سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور نقطه مرکزی N یا نول به وجود می‌آید.) در این نوع ترانسفورماتورها نقطه مرکزی (N) به زمین وصل می‌شود. شکل ۱-۲، شبکه‌ی سه فاز توزیع و اتصال نقطه‌ی مرکزی ترانسفورماتور به زمین را نشان می‌دهد. اتصال یک قسمت از شبکه‌ی الکتریکی، مستقیماً یا توسط امپدانس، را با زمین اتصال زمین الکتریکی می‌نامند.

هدف اصلی از اتصال نقطه‌ی مرکزی ترانسفورماتور (N)

به زمین، این است که پتانسیل (N) در مقدار صفر ولت تثبیت شود.



شکل ۱-۲- شبکه‌ی توزیع و ترانسفورماتور محلی و چگونگی اتصال نقطه‌ی نول

۱- در این قسمت آموزش مدار مطرح نیست و فقط آموزش اتصال سیم زمین مدنظر است.

۲-۷- ولتاژ تماس

در صورت اتصال یک فاز به بدنه‌ی فلزی دستگاه، اختلاف پتانسیلی بین بدنه و زمین به وجود می‌آید. حال اگر شخصی بدنه‌ی دستگاه را لمس کند، مدار بسته‌ای شامل سیم فاز، بدن شخص، زمین و اتصال بین زمین و نقطه‌ی مرکزی ترانسفورماتور تشکیل می‌شود. جریان به وجود آمده در این مدار، از بدن شخص عبور کرده و چنانچه مقدار این جریان از ۰/۰۵ آمپر بیش‌تر شود، خطرناک خواهد بود و ممکن است سبب برق‌گرفتگی و مرگ آن شخص شود.

شکل ۲-۱۱، مسیر عبور جریان از بدن شخص برق‌گرفته را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۱- نحوه‌ی عبور جریان از بدن شخص برق‌گرفته

هر چه مقدار جریان عبوری از بدن زیادتر شود، خطر مرگ ناشی از برق‌گرفتگی بیش‌تر می‌شود.

ولتاژ تماس عبارت است از اختلاف پتانسیلی که در بدن شخص در هنگام برق‌گرفتگی ایجاد می‌شود و آن را با U_B نشان می‌دهند. از آنجا که حداقل مقاومت بدن ۱۳۰۰ اهم و حداقل

جریان خطرناک ۰/۰۵ آمپر است، لذا حداقل ولتاژ تماس خطرناک برابر است با:

$$U_B = \text{ولتاژ تماس خطرناک}$$

$$R_B = \text{مقاومت بدن انسان}$$

$$I_B = \text{حداقل جریان خطرناک} = 0.05A$$

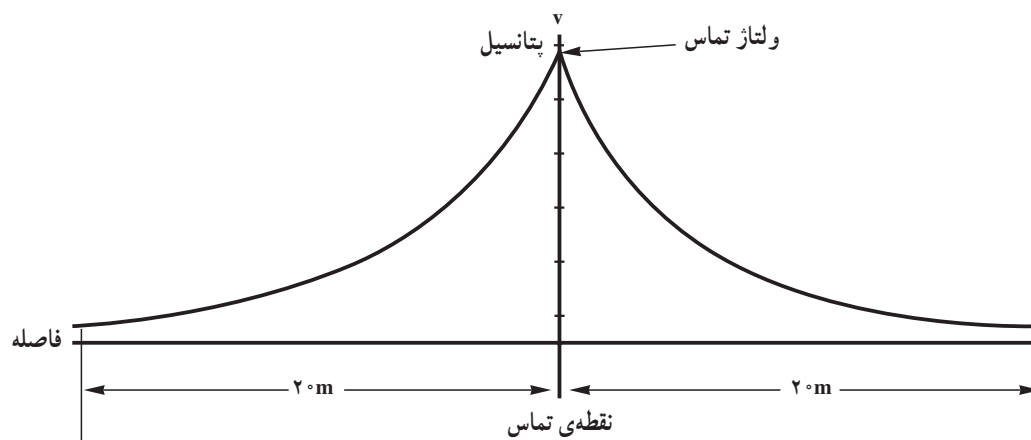
$$U_B = R_B I_B = 1300 \times 0.05 = 65V$$

۲-۸- عبور جریان از زمین

کره‌ی زمین متشکل از عناصر و ترکیبات گوناگون بخصوص نمک‌های مختلف و رطوبت است. حجم کره‌ی زمین بسیار زیاد و بار الکتریکی آن خنثی است. هر چه از سطح زمین به طرف عمق آن بر روی پوسته زمین پیش رویم، به دلیل افزایش رطوبت، مقاومت زمین کم‌تر شده و در نتیجه هادی‌تر می‌شود. چنانچه به هر علت یک فاز با زمین ارتباط برقرار کند، (مستقیماً و یا توسط شخص)، جریان الکتریکی در زمین برقرار می‌شود. اگر سیم فاز مستقیماً به زمین وصل شود، چون مقاومت مدار کم‌تر می‌شود، شدت جریان بیش‌تری در زمین جاری می‌شود.

۲-۹- ولتاژ گام

نقطه‌ای که سیم فاز با زمین ارتباط پیدا می‌کند، دارای بیش‌ترین پتانسیل الکتریکی است و هر چه از آن نقطه (در جهات مختلف) دور شویم، افت پتانسیل بیش‌تر شده در نتیجه پتانسیل الکتریکی کم‌تر می‌شود. شکل ۲-۱۲، چگونگی توزیع پتانسیل را از فاصله‌ی نقطه‌ی تماس نشان می‌دهد.

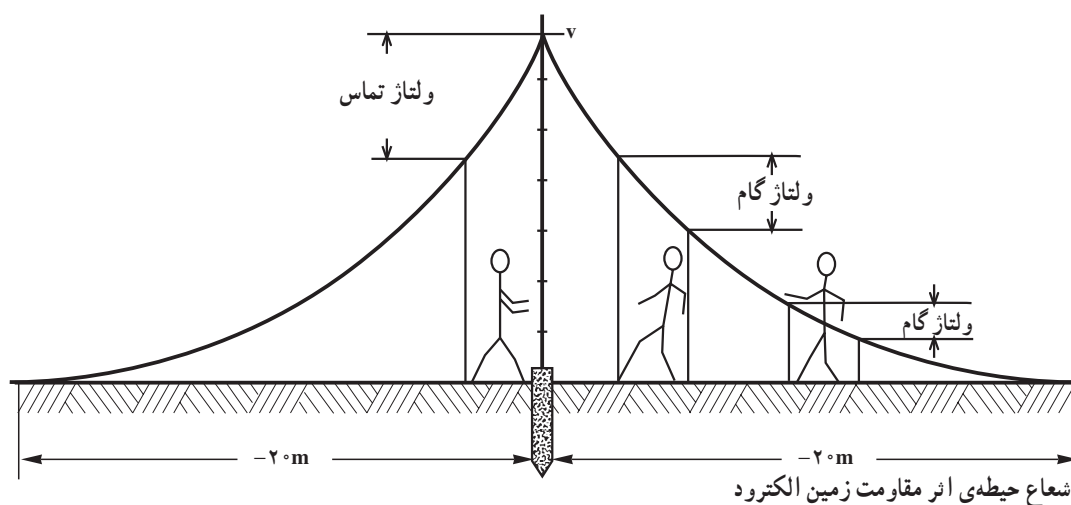
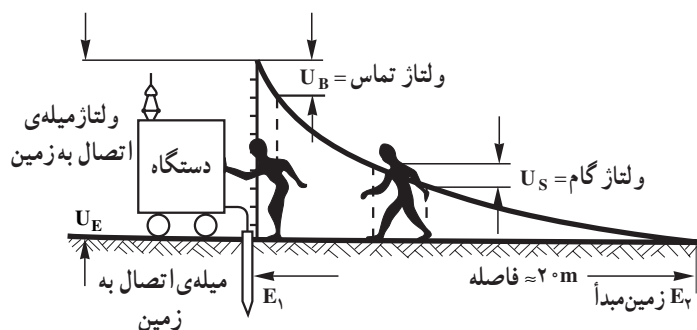


شکل ۲-۱۲- نحوه‌ی توزیع پتانسیل الکتریکی در اطراف نقطه‌ی تماس سیم فاز با زمین

پای این شخص اختلاف پتانسیل $V = V_1 - V_2$ برقرار می‌شود که جریانی را در داخل بدن شخص عبور می‌دهد. این اختلاف پتانسیل را، ولتاژ گام می‌نامند. چنانچه ولتاژ گام از ۶۵ ولت بیش‌تر شود، برای شخص خطر برق گرفتگی شدید ایجاد می‌شود. شکل ۲-۱۳ ولتاژ گام و ولتاژ تماس را نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۲-۱۲، هر چه از محل اتصال، دور شویم پتانسیل الکتریکی کم‌تر شده و در فاصله‌ی تقریباً ۲۰ متری به صفر می‌رسد.

چنانچه شخصی در داخل دایره‌ای به مرکز نقطه‌ی اتصال سیم فاز به زمین و به شعاع تقریباً ۲۰ متری ایستاده باشد، بین دو



شکل ۲-۱۳ ولتاژ گام، ولتاژ تماس

محل اصابت صاعقه قرار گیرد، مرگ او حتمی بوده و چنانچه در دایره‌ی خطر محل اصابت صاعقه قرار گیرد، ولتاژ گام به وی اعمال می‌شود.

حال با توجه به مطالب ذکر شده به شرح سیستم‌های متداولی که انسان را در مقابل ولتاژهای بیش از ۶۵ ولت حفاظت می‌کند می‌پردازیم.

۲-۱۰ حفاظت توسط سیم زمین

در این سیستم قسمت‌های فلزی وسایل الکتریکی، که

برخی مواقع بدون ارتباط شخص با سیم فاز شبکه الکتریکی خطر برق گرفتگی ایجاد می‌شود. به عنوان مثال، می‌توان از اصابت صاعقه به زمین نام برد. هنگام اصابت صاعقه به زمین مقدار بسیار زیادی بار الکتریکی در جهات مختلف و با سرعت بسیار زیاد در زمین جاری می‌شود، و چنان که می‌دانیم، حرکت بار همان جریان الکتریکی است. در نتیجه محل وقوع صاعقه بیش‌ترین پتانسیل را دارا است و به تدریج که از محل وقوع صاعقه دور شویم، در اثر افت پتانسیل در زمین، نقاط، دارای پتانسیل الکتریکی کم‌تری می‌شوند. در این حالت، چنانچه شخصی مستقیماً در

ارتباطی به شبکه‌ی تغذیه ندارند، توسط سیم به زمین اتصال می‌یابند. چنانچه به بدنه‌ی وسیله‌ی الکتریکی، سیم دارای ولتاژ متصل نشده باشد، پتانسیل بدنه‌ی این وسیله، با پتانسیل زمین برابر است. اگر در اثر پیدا شدن عیب، سیم دارای ولتاژ (فاز) به بدنه وصل شود، جریانی از طریق زمین و سیم متصل به زمین و نقطه‌ی MP ترانسفورماتور و سیم فاز جاری می‌شود. مقدار این جریان باید به اندازه‌ای باشد تا جریان خطا، باعث قطع سریع وسیله‌ی حفاظتی (مثلاً فیوز) در کم‌تر از ۵/۰ ثانیه شود. این جریان را جریان قطع I_A می‌نامند و مقدار آن بستگی به جریان نامی فیوز، که در مسیر دستگاه قرار گرفته است، دارد و برابر است با:

$$I_A = K \cdot I_N$$

در این رابطه I_N جریان نامی فیوز و K ضریبی است که برای حالات مختلف به شرح زیر است:

برای کلیدهای محافظ مغناطیسی سریع، $K = 1/25$ بوده و جریان تنظیمی را برابر I_N تنظیم می‌کنند.

برای کلیدهای محافظ خانگی (HLS) تا ۲۵ آمپر، همچنین برای محافظت کابل‌ها و سیم‌های هوایی و تابلوهای منازل، $K = 2/5$ انتخاب می‌شود.

برای کلیدهای (LS) تا ۲۵ آمپر، تمام فیوزهای تندکار (سریع) و فیوزهای کندکار تا ۵۰ آمپر، $K = 3/5$ انتخاب می‌شود. برای فیوزهای کندکار (تأخیری) از ۶۳ آمپر به بالا، $K = 5$ انتخاب می‌شود.

مقدار جریان قطع که باید باعث قطع فیوز شود بستگی به مقاومت سیم زمین و مقاومت محدوده‌ی محل تماس سیم با زمین دارد (R_S). چنانچه ذکر شد، ولتاژ تماس نباید از ۶۵ ولت بیش‌تر باشد: $U_B < 65V$

از طرفی مقدار ولتاژ تماس U_B برابر است با مقاومت مسیر ضربدر جریان اتصال، یعنی: $U_B = R_S \cdot I_A$ پس می‌توان نوشت:

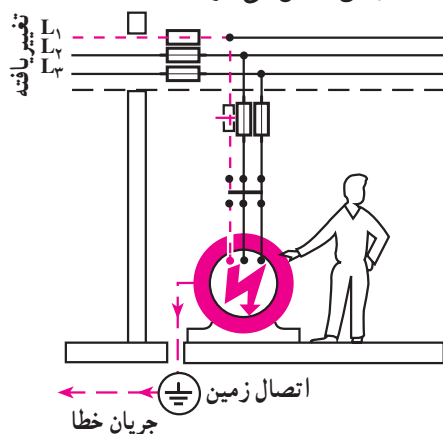
$$R_S \cdot I_A = U_B \leq 65 \quad (1)$$

از رابطه‌ی (۱) می‌توان مقدار مجموع مقاومت زمین و مقاومت محل تماس سیم با زمین را به دست آورد.

$$R_S \leq \frac{65 (V)}{I_A (A)}$$

موارد استفاده‌ی این سیستم حفاظتی، برای مصرف‌کننده‌های کم‌قدرت است. زیرا، در صورت بالا بودن جریان مصرف‌کننده، باید مقدار مقاومت زمین خیلی کم باشد، که تأمین چنین مقاومتی مشکل است.

به عنوان مثال، اگر مصرف‌کننده‌ای با فیوز کندکار $50A$ حفاظت شود، چون ضریب K برابر $3/5$ است، بنابراین، جریان قطع $I_A = 3/5 \times 50 = 175A$ شده و مقاومت زمین باید $R_S \leq \frac{65}{175} = 0.37(\Omega)$ باشد تا جریان خطا باعث قطع سریع فیوز شود. از طرفی چون با گذشت زمان، مقاومت زمین بیش‌تر می‌شود، لذا بهتر است که مقاومت زمین از 0.37Ω هم نیز کم‌تر انتخاب شود. به دست آوردن مقاومت زمین با این مقدار کم مشکل بوده و می‌توان با جای‌گزین کردن سیستم‌های حفاظتی دیگر، از خطرات احتمالی اتصال بدنه‌ی مصرف‌کننده‌های پر قدرت جلوگیری کرد. شکل ۱۴-۲ طبقه‌ی استفاده از سیستم حفاظت زمین را برای مصرف‌کننده نشان می‌دهد. اگر شخصی با بدنه‌ی دستگاه تماس داشته باشد و همزمان سیم فاز به طریقی به بدنه‌ی دستگاه وصل شود، جریان اتصال جاری شده در بدنه‌ی دستگاه، دو مسیر برای عبور پیدا می‌کند، یکی عبور از بدن شخص و زمین و دیگری مستقیماً به زمین. چون مقاومت بدن اشخاص به طور متوسط حدود 1300Ω هم است، بنابراین جریان از طریق مقاومت کم‌تر، یعنی زمین عبور کرده و نهایتاً باعث قطع سریع فیوز می‌شود. اتصال زمین می‌تواند توسط لوله یا میله‌ی فلزی، نوار، سیم فلزی و صفحه‌ی فلزی انجام پذیرد که معمولاً توسط یک رشته سیم با مقطع مناسب (با توجه به جریان نامی مصرف‌کننده) به اتصال زمین وصل می‌شود.



شکل ۱۴-۲ مصرف‌کننده، اتصال زمین حفاظتی را نشان می‌دهد.

صفحه باید به صورت عمودی و طوری نصب شود که لبه‌ی بالایی صفحه حداقل یک متر از سطح زمین فاصله داشته باشد. ابعاد عامل صفحه‌ای از رابطه‌ی $\rho = \frac{25}{R_S} I$ محاسبه می‌شود. در این حالت نیز می‌توان به جای استفاده از یک صفحه با ابعاد زیاد، از چند صفحه با ابعاد کم‌تر استفاده کرد، به شرط آن که فاصله‌ی صفحه‌ها از یکدیگر حداقل ۳ متر باشد و آن‌ها را به صورت موازی به یکدیگر متصل کرد.

مقاومت مخصوص زمین برای محل‌های مختلف به شرح زیر است:

$\rho = 30 \Omega m$	زمین مردابی (علفزار)
$\rho = 100 \Omega m$	زمین زراعی
$\rho = 200 \Omega m$	زمین ماسه‌ای مرطوب
$\rho = 500 \Omega m$	زمین سنگ‌ریزه‌ی مرطوب
$\rho = 1000 \Omega m$	زمین ماسه و سنگ‌ریزه‌ی خشک
$\rho = 3000 \Omega m$	زمین سنگلاخ
$\rho = 10000 \Omega m$	زمین صخره‌ای

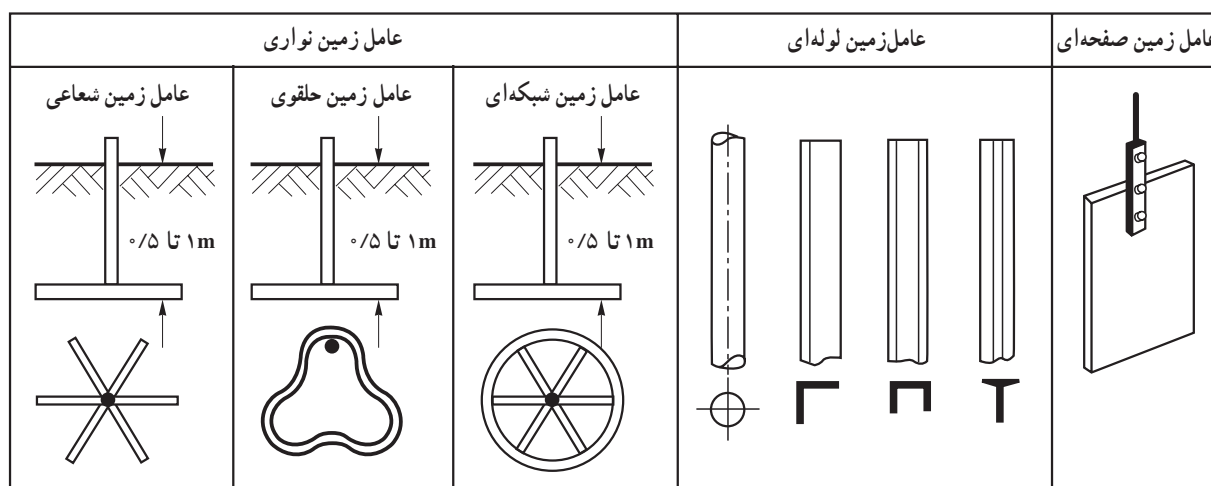
با توجه به روابط ذکر شده برای تعیین ابعاد عامل اتصال زمین، ملاحظه می‌شود که طول عامل اتصال زمین ارتباط مستقیمی با جنس زمین دارد، هر چه زمین مرطوب‌تر باشد، طول عامل زمین کم‌تر می‌شود. لذا برای کم کردن مقاومت مخصوص زمین، می‌توانیم به طور مصنوعی با اضافه کردن نمک طعام، پودر کربن و براده‌ی فلزاتی که زنگ نمی‌زنند، به محل نصب عامل، به این منظور دست یافت. شکل ۱۵-۲ روش‌های مختلف اتصال زمین

در اتصال زمین لوله‌ای یا میله‌ای، می‌توان از لوله یا میله‌های فلزی به قطر یک تا دو اینچ و به طول یک تا ۶ متر، که قلع‌اندود شده و به صورت عمودی در زمین کوبیده می‌شوند، استفاده کرد. در صورتی که امکان کوبیدن لوله‌ها نباشد، می‌توان از چند لوله که مجموع طول آن‌ها برابر طول مورد نیاز باشد استفاده کرد. در این حالت باید لوله‌ها را با فاصله‌ی بیش‌تر از طول هر لوله از یکدیگر کوبید و سر آن‌ها را به یکدیگر وصل کرد (اتصال موازی). طول عامل لوله‌ای از رابطه‌ی $\rho = \frac{9}{R_S} I$ محاسبه می‌شود که در آن ρ مقاومت مخصوص زمین برحسب $\Omega.m$ و I طول لوله‌ی مورد نیاز برحسب متر است.

در اتصال زمین نواری یا سیمی می‌توان از یکی از موارد زیر استفاده کرد:

– تسمه‌ی فولادی قلع‌اندود با سطح مقطع 100 میلی‌متر مربع
– سیم فولادی به هم تابیده شده‌ی قلع‌اندود با سطح مقطع کل 95 میلی‌متر مربع

– تسمه‌ی مسی با سطح مقطع حداقل 50 میلی‌متر مربع
– سیم مسی با سطح مقطع حداقل 35 میلی‌متر مربع.
این عوامل نواری می‌توانند به شکل شعاعی یا حلقوی و یا شبکه‌ای، در عمق حداقل 50 متری سطح زمین قرار گیرند. طول عامل زمین نواری از رابطه‌ی $\rho = \frac{2}{R_S} I$ محاسبه می‌شود. در اتصال زمین صفحه‌ای، از صفحه‌ی آهنی قلع‌اندود به ابعاد حداقل 50 متر و ضخامت 3 میلی‌متر و یا از صفحه‌ی مسی به ابعاد 50 متر و ضخامت 2 میلی‌متر استفاده می‌شود. این



شکل ۱۵-۲- انواع عامل‌های زمین

را نشان می دهد.

باشد.

مثال ۳: مطلوب است ابعاد صفحه ای برای ایجاد مقاومت

$R_S = 12/5 \Omega$ در صورتی که زمین مردابی باشد.

$$I = \frac{\rho / 25}{R_S} = \frac{3 \times 10^{-8} \times 25}{12/5} = 6 \times 10^{-8} \text{ m}$$

و مساحت صفحه $0.36 \times 0.6 = 0.216$ مترمربع است.

برای ایجاد اتصال زمین می توان از لوله های فلزی آب شهری نیز استفاده کرد، به شرطی که شبکه ای آبرسانی تماماً فلزی باشد. در غیر این صورت در موقع اتصال فاز به بدنه ی وسایل، شبکه ی لوله کشی داخل ساختمان از طریق ارتباط با بدنه ی وسیله ی معیوب، برق دار شده و خطر برق گرفتگی بیش تر می شود.

۱۱-۲- سیستم حفاظت نول

در سیستم حفاظت نول، به جای سیم زمین از سیم نول (MP) شبکه استفاده شده که خود به بدنه ی دستگاه وصل می شود (شکل ۱۶-۲). در این جا نیز مشابه سیستم حفاظتی زمین برای این که در هنگام اتصال بدنه وسیله ی حفاظتی (مثلاً فیوز) به سرعت قطع کند، باید جریان قطع $I_A = K \cdot I_N$ از آن عبور کند، ضریب K مانند سیستم حفاظت زمین است.

در این سیستم، اگر سیم صفر به عللی قطع شود، حتی اگر مصرف کننده نیز اتصال بدنه نداشته باشد، باز اختلاف پتانسیل تماس (ولتاژ تماس)، برابر با اختلاف پتانسیل بین فاز و زمین (U_E)، در دستگاه ایجاد می شود (شکل ۱۷-۲). به طوری که

محل نصب عامل زمین باید هر چند ماه یک بار مورد بازرسی قرار گرفته و مقاومت آن اندازه گیری شود. در صورت زیاد شدن مقاومت زمین، می توان با اضافه کردن آب یا محلول آب نمک، یا تدابیر دیگر، مقاومت آن را کم کرد.

مثال ۱: مطلوب است محاسبه ی طول یک تسمه برای ایجاد زمین حفاظتی، در صورتی که مقاومت محدوده ی زمین حداکثر $3/5$ اهم و زمین زراعی باشد.

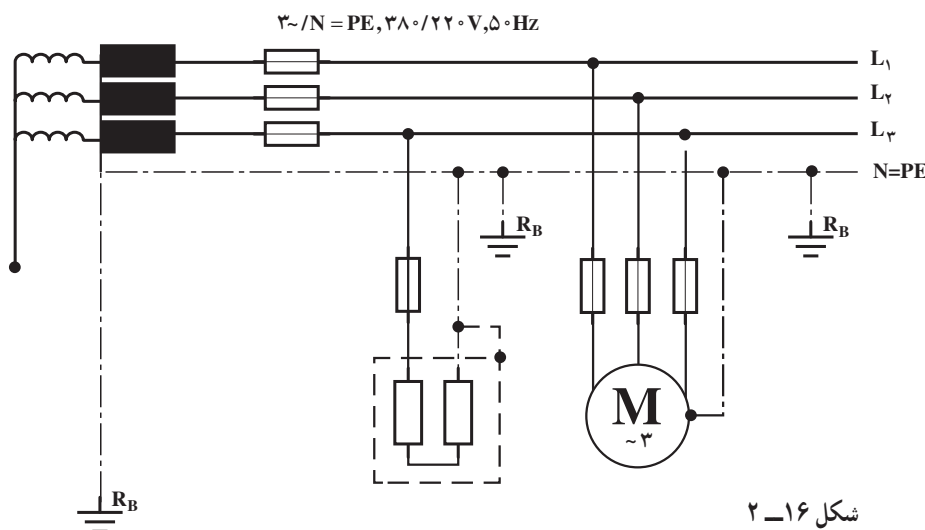
$$I = \frac{\rho / 1}{R_S} = \frac{10^{-8} \times 1}{3/5} = 6 \times 10^{-8} \text{ m}$$

طول تسمه ی مورد نیاز 6 m است که باید در زمین قرار گیرد. اما اگر امکان قرار گرفتن به صورت طولی میسر نباشد، می توان آن را به شکل دایره ای، شعاعی یا شبکه ای شکل داده و در زمین قرار داد.

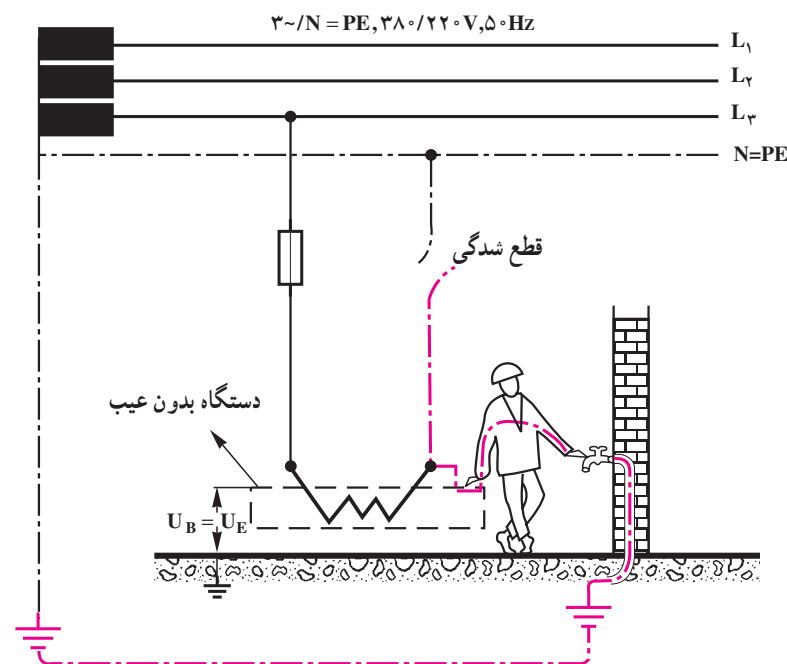
مثال ۲: مطلوب است طول لوله ای که باید در زمین زراعی به کار رود تا مقاومت محدوده ی زمین 10 اهم شود.

$$I = \frac{\rho / 9}{R_S} = \frac{10^{-8} \times 9}{10} = 9 \times 10^{-8} \text{ m}$$

کوبیدن 9 متر لوله در زمین مشکل است، لذا می توان از سه لوله ی 3 متری که فاصله ی هر کدام از دیگری حداقل 3 متر باشد استفاده کرد، سپس هر سه لوله را توسط سیم و بست به یکدیگر متصل کرد. همچنین می توان از 6 لوله ی $1/5$ متری نیز استفاده کرد، مشروط به این که فاصله ی لوله ها از یکدیگر حداقل $1/5$ متر



شکل ۱۶-۲



شکل ۱۷-۲

مصرف کننده‌هایی که توسط سیم نول حفاظت می‌شوند، اختلاف پتانسیلی بین بدنه و زمین به وجود می‌آید که می‌تواند خطرناک باشد. شکل ۱۸-۲ نمایانگر این موضوع است. برای درک بهتر، با توجه به شکل ۱۸-۲، برای مصرف کننده با حفاظت زمین اتصال بدنه پیش آمده است. در این صورت، جریانی که از زمین عبور می‌کند (I_F) برابر است با:

$$I_F = \frac{U_E}{R_S + R_B} = \frac{220}{1+2} = 73.3 \text{ A}$$

و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_B برابر خواهد بود با:

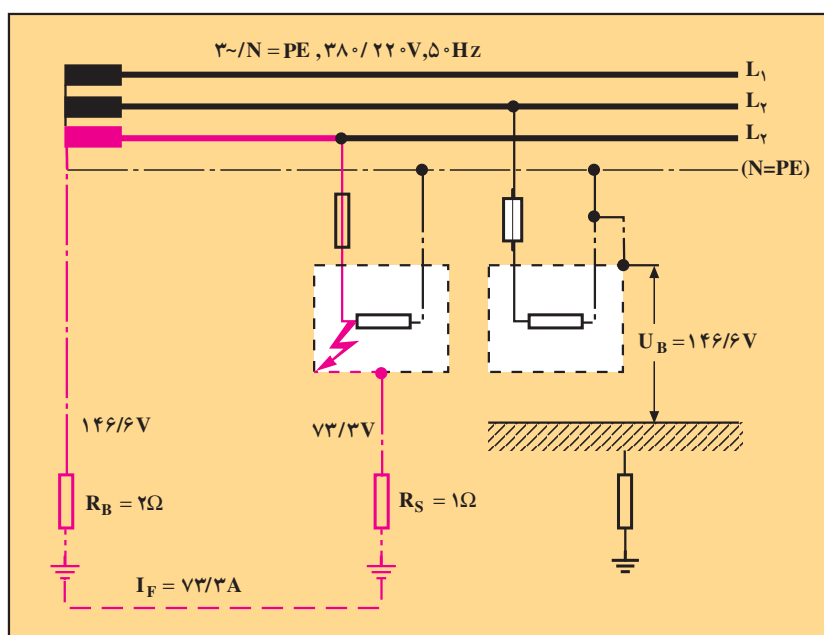
$$U_B = I_F \cdot R_B = 73.3 / 3 \times 2 = 48.8 \text{ V}$$

این ولتاژ (U_B) روی تمام مصرف کننده‌هایی که حفاظت آن‌ها با سیم نول انجام می‌گیرد، بین بدنه‌های آن‌ها و زمین به وجود می‌آید. بنابراین، به کار بردن دو نوع حفاظت نول و زمین در یک تأسیسات الکتریکی، مجاز نیست.

اگر شخص، دستگاه را لمس کند و در همان حال نیز با زمین تماس داشته باشد جریان خطرناکی از بدن او عبور می‌کند. برای حفاظت مطمئن‌تر، بهتر است که حفاظت نول توسط یک سیم جداگانه انجام شود. یعنی از تابلوی اصلی دو سیم نول، یکی برای حفاظت و دیگری به عنوان نول مصرف کننده‌ها، کشیده شود.

برای کم کردن احتمال قطع شدن سیم حفاظت نول، در مواردی که سطح مقطع آن از 10 mm^2 کمتر باشد، می‌توان از سیم‌های مخصوصی که دارای استقامت مکانیکی بیشتری باشند استفاده کرد.

در شبکه‌ای که یک یا چند مصرف کننده با حفاظت توسط سیم زمین و بقیه‌ی مصرف کننده‌ها با حفاظت توسط سیم نول باشند، در صورتی که در مصرف کننده‌ای (که توسط سیم زمین حفاظت شده است)، اتصال بدنه‌ای پیش آید، در همان لحظه در



شکل ۱۸-۲ استفاده از اتصال زمین حفاظتی و نول حفاظتی با هم را در یک تأسیسات الکتریکی. ولتاژ خطرناکی روی بدنه‌ی دستگاه‌های دیگر در صورتی که سیم فاز به بدنه‌ی دستگاهی که با سیم زمین حفاظت شده وصل باشد ایجاد می‌شود.

به سوالات زیر پاسخ دهید

- ۱- هدف از حفاظت الکتریکی چیست؟
- ۲- ولتاژ تماس و ولتاژ گام را تعریف کنید.
- ۳- اگر شخصی که با زمین تماس دارد با دستکش عایق دار به سیم فاز دست بزند، ولتاژ تماس چه مقدار است؟
- ۴- انواع سیستم‌های حفاظت الکتریکی را نام برده و توضیح دهید که چگونه خطر برق‌گرفتگی با استفاده از این سیستم‌ها برطرف می‌شود.
- ۵- یک مصرف‌کننده توسط فیوز ۲۵ A، HLS محافظت می‌شود.
 - اولاً: جریان قطع فیوز را حساب کنید.
 - ثانیاً: مقاومت زمین مورد نیاز را برای حفاظت الکتریکی این مصرف‌کننده حساب کنید.
 - ثالثاً: اگر مقاومت زمین مورد نیاز توسط الکتروود میله‌ای تأمین شود، طول الکتروودهای لازم را به دست آورده، طریقه‌ی نصب آن‌ها را توضیح دهید (زمین زراعتی فرض شود).