



## مفهوم ارت و لوازم برقی ارت دار

مولفان: فردوس عظیمی - پیمان عظیمی پارسا

در مهندسی برق، واژه زمین یا ارت با توجه به کاربردهای آن دارای معانی متفاوتی است. این سیم سوم در انگلستان و اکثر کشورهای انگلیسی زبان سیم "earth" و در آمریکا سیم "ground" خوانده می‌شود. یک مدار الکتریکی ممکن است به دلایل مختلفی به زمین متصل شده باشد.

### ۱- حفاظت و ایمنی در برق :

حفاظت در تأسیسات الکتریکی:

حفاظت الکتریکی، مجموعه اقداماتی است که باید در تأسیسات الکتریکی انجام شود تا خطرها و خسارت‌های ناشی از جریان برق، برای افراد و تأسیسات به حداقل برسد. خطرهای ناشی از جریان برق، ممکن است بر اثر موارد زیر باشد :

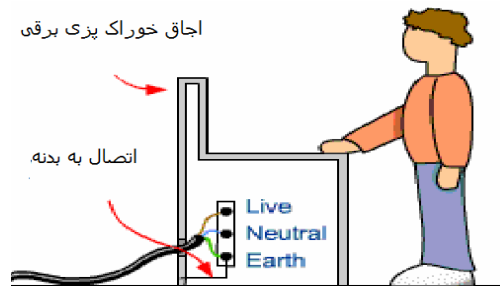
الف - اتصال سیم فاز به زمین

ب - اتصال سیم فاز به بدنه یا قسمت فلزی وسایل برقی

ج - اتصال دو سیم حامل جریان الکتریکی به یک دیگر بدون واسطه (اتصال کوتاه)

به منظور پیشگیری از خطرهای ناشی از جریان برق، وسایل حفاظتی مختلفی ساخته شده است که هر کدام کاربرد ویژه ای دارد.

سه رشته سیم ورودی وجود دارد که یکی از آنها " فاز "، دیگری " نول " و سومی، " سیم اتصال به زمین " نامیده می‌شود.



شکل ۱

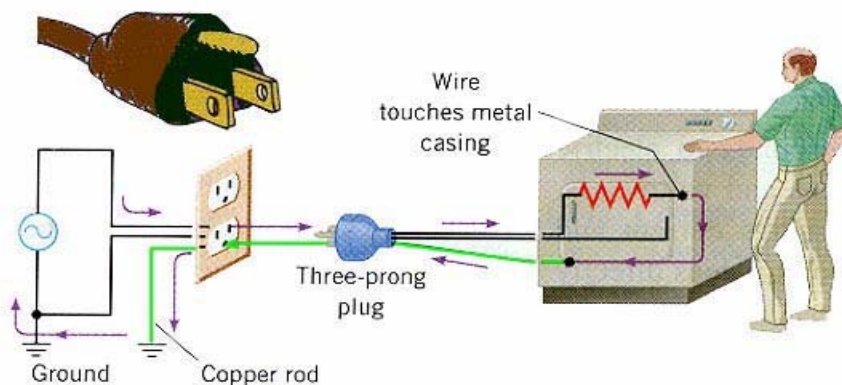
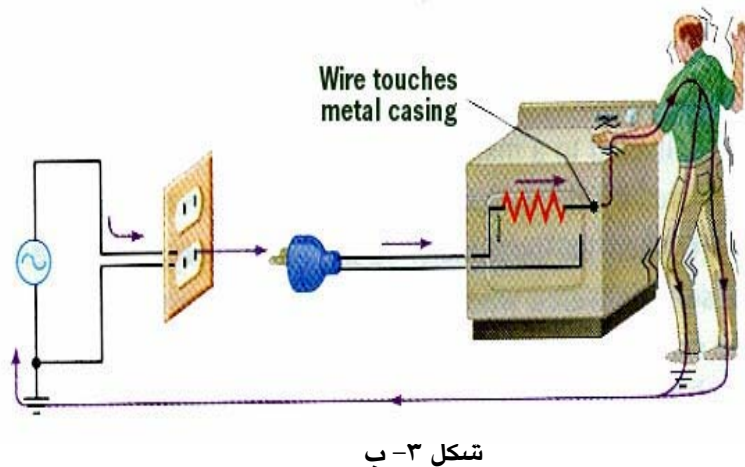
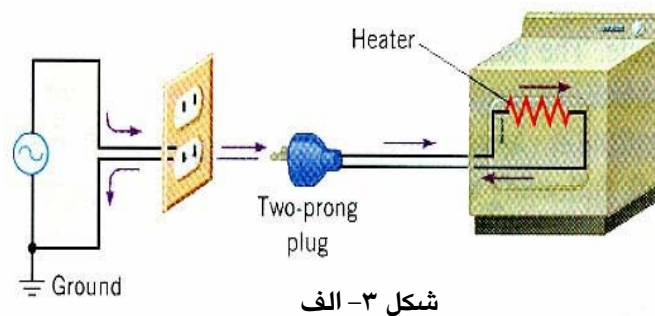
سیم اتصال به زمین باعث می‌شود، هنگام اتصال سیم فاز به بدنه وسایل برقی، با عبور جریان از سیم به زمین، فیوز مربوط قطع شود و خطر برق گرفتگی برای اشخاص به وجود نیاید .



شکل ۲

در صورت وقوع خطا ، سیم زمین می‌تواند جریان کافی را برای راه اندازی یک فیوز و جدا کردن مدار دارای خطا ، از خود عبور دهد. همچنین اتصال زمین به این مفهوم است که ساختمان مجاور دارای ولتاژی برابر ولتاژ نقطه خنثی است .شایعترین نوع خطای الکتریکی (شوک) در صورتی رخ می‌دهد که شیئی (معمولاً یک نفر) بطور تصادفی بین یک هادی فاز و زمین مداری تشکیل دهد. در این صورت یک جریان خطا از فاز به زمین ایجاد می‌شود که به جریان پسماند معروف است. یک مدار شکن جریان پسماند طراحی شده است تا چنین مشکلی را شناسایی کند و مدار را قبل از اینکه شوک الکتریکی منجر به مرگ شود قطع کند.

در شکل (۳-الف) اجاق خوراک پزی به سیم اتصال به زمین مجهز نیست . در شکل (۳-ب) چنانچه سیم به بدنه اتصال پیدا کند، جریان از بدن ما می‌گذرد. (شکل ۳-ج) نشان می‌دهد که به علت استفاده از سیم زمین (سه شاخه به جای دو شاخه) دیگر جریان از بدن ما نمی‌گذرد.



پرسش: برای پیشگیری از خطر احتمالی برق چه راه‌هایی پیشنهاد می‌کنید؟  
 پاسخ: داشتن فیوز برای هر مدار به طور جداگانه - استفاده از کلیدهای محافظ جریان برق، وجود سیم ارت در مصرف‌کننده‌ها راه‌های پیشنهادی است.

تخلیه بار الکتریکی: از اتصال زمین برای جلوگیری از افزایش الکتریسیته ساکن هنگام حمل مواد قابل اشتعال یا تعمیر تجهیزات الکترونیکی نیز استفاده می‌کنند.

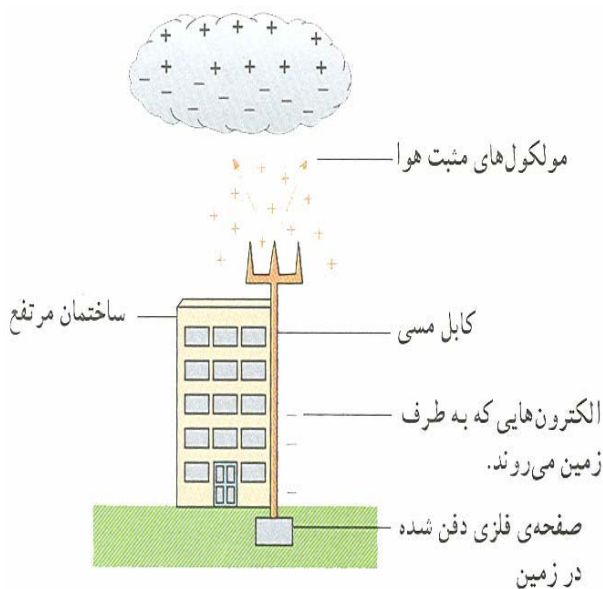
زیر تانکرهای سوخت زنجیر آویزان می‌کنند تا بار الکتریکی که در بدنه تانکر ایجاد می‌شود بتدریج به زمین منتقل شود. زیرا تخلیه ناگهانی بار توأم با جرقه است و ممکن است موجب اشتعال یا انفجار شود. هواپیماها نیز هنگام حرکت دارای بار الکتریکی می‌شوند. سیستم ویژه تخلیه بار در هواپیما تعبیه شده است. در شکل زیر تدابیر امنیتی برای جلوگیری از تخلیه ناگهانی بار در بیمارستان نشان داده شده است.



شکل ۴

### برق گیر یا رسانای آذرخش:

این وسیله ساختمان‌های بلند را از یورش آذرخش (صاعقه) مصون می‌دارد. یک رسانای آذرخش از یک نوار فلزی کلفت تشکیل شده است که نوک‌های فلزی تیزی دارد و در بالای بلندترین قسمت ساختمان کار گذاشته می‌شود. این نوار را به تیغه فلزی بزرگی که در اعماق مرطوب زمین زیر ساختمان مدفون شده است، متصل می‌کنند. این رسانا مسیری را برای انتقال بار الکتریکی از بالای ساختمان به زمین فراهم می‌کند. نشت تدریجی بار مثبت از نوک‌ها به سوی ابرها و شارش الکترون از برق‌گیر به زمین از انباشته شدن انبوه بار روی بلندترین بخش‌های ساختمان جلوگیری می‌کند. اگر این تخلیه الکتریکی از نوکها و از طریق برق‌گیر صورت نگیرد تخلیه ناگهانی بار (آذرخش) صورت خواهد گرفت. شارش ناگهانی و بسیار عظیم بار که در آذرخش روی میدهد آنقدر انرژی دارد که می‌تواند خسارت‌های جدی به ساختمان وارد کند. اشکال ۵- الف و ب.



شکل ۵- ب



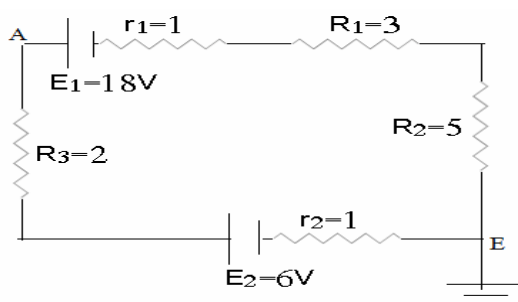
شکل ۵- الف

## تاسیسات سیم‌کشی قدرت

با وصل بدنه تجهیزات الکتریکی به زمین، هنگام بروز خطا در هر یک از تجهیزات موجب جاری شدن جریان در سیم زمین می‌شود و از برق دار شدن بدنه جلوگیری می‌کند. یک اتصال مناسب به زمین باید مقاومت پایینی داشته باشد تا در صورت بروز خطا، جریان جاری در زمین موجب عمل کردن سیستم حفاظت در شبکه شود. با وصل تمام اجسام هادی در خطر برق‌دار شدن می‌توان از بروز شوک الکتریکی در اثر تماس با این اجسام جلوگیری کرد.

۲- زمین به عنوان مبدأ پتانسیل: زمین در یک مدار الکتریکی می‌تواند نقش یک نقطه مبدا را داشته باشد که بر اساس آن بقیه ولتاژهای الکتریکی را اندازه‌گیری می‌کنند. در اندازه‌گیری از زمین به عنوان یک پتانسیل الکتریکی ثابت استفاده می‌کنند که با توجه به اختلاف پتانسیل هر قسمت از مدار از زمین میزان پتانسیل آن قسمت را مشخص می‌کنند. یک زمین الکتریکی باید از ظرفیت انتقال جریان مناسبی برخوردار باشد تا بتوان از آن به عنوان مبدا صفر ولتاژ استفاده کرد.

معنی واژه زمین یا ارت در برق و الکترونیک بسیار گسترده‌است و حتی ممکن است در وسایل نقلیه از جمله کشتی، هواپیما یا فضاپیما که عملاً اتصال مشترکی با زمین ندارند نیز از این واژه به عنوان پتانسیل صفر استفاده شود. در شکل ۶ که پتانسیل نقطه E به دلیل اتصال به زمین صفر است. می‌توان پتانسیل نقطه A را محاسبه کرد.



$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2 + R_3 + r_1 + r_2} = \frac{18 - 6}{3 + 5 + 2 + 1 + 1} = 1$$

$$V_A - IR_3 - E_2 - Ir_2 = V_E$$

$$V_A = 9V$$

شکل ۶

### ۳- زمین به عنوان قسمتی از مدار:

واژه زمین همچنین به مسیری کلی برای بازگشت جریان به منبع نیز اطلاق می‌شود. این واژه در مورد یک اتصال مستقیم به زمین نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در برخی از انواع تلگراف‌ها و شبکه‌های انتقال زمین به تنهایی نقش یکی از هادی‌ها را ایفا می‌کند و به عنوان مسیر بازگشت جریان به منبع مورد استفاده قرار می‌گیرد با این کار در هزینه ایجاد یک خط جداگانه برای بازگشت جریان صرفه‌جویی می‌شود.

در سیستم الکترومغناطیسی تلگراف راه دور که از سال میلادی ۱۸۲۰ مورد استفاده قرار می‌گرفت از دو یا چند سیم برای انتقال پیام‌ها به صورت پالس‌های الکتریکی استفاده می‌شد. سپس این موضوع روشن شد (احتمالاً به وسیله دانشمند آلمانی استین‌هیل) که از زمین می‌توان به عنوان مسیر برگشت برای کامل کردن مدار پیام‌ها استفاده کرد؛ به این ترتیب نیازی به سیم بازگشت نخواهد بود اما این روش در طول مسیرهای درون‌قاره‌ای که در سال ۱۸۶۱ میلادی بین " سنت ژوزف "، " میسوری " و " ساکرامنتو " در کالیفرنیا ایجاد شده بود یک مشکل داشت. در طول فصل‌های خشک سال به علت خشک بودن زمین مقاومت آن به شدت افزایش می‌یافت که باعث اختلال در کارکرد تلگراف می‌شد.

بعدها زمانی که تلفن می‌رفت تا جایگزین تلگراف شود این نکته روشن شد جریانی که به وسیله شبکه‌های قدرت، خطوط راه‌آهن برقی و دیگر مدارهای تلفن و تلگراف ایجاد می‌شد موجب ایجاد اختلال در سیگنال‌های ارسالی و به این ترتیب استفاده از سیستم‌های دو سیمه دوباره جایگزین شد.

### ۴- ارتباطات رادیویی

اتصال الکتریکی به زمین می‌تواند به عنوان یک مبدا پتانسیل الکتریکی برای سیگنال‌های فرکانس رادیویی در نوع خاصی از آنتن مورد استفاده قرار گیرد. قسمتی که مسقیماً با زمین در ارتباط است می‌تواند از یک جسم ساده مانند یک میله هادی که در زمین فرورفته تشکیل و یا از اتصال با لوله‌های فلزی آب ایجاد شده باشد (در این موارد این خطر وجود دارد که بعدها لوله‌ها با لوله‌های پلاستیکی تعویض شوند). یک الکتروود زمین ایده‌آل باید صرف نظر از میزان جریانی که به زمین وارد یا از آن خارج می‌شود همواره ولتاژی برابر صفر داشته باشد. در واقع میزان مقاومت یک سیستم زمین است که می‌تواند کیفیت آن را مشخص کند و این کیفیت را می‌توان به راه‌های مختلفی افزایش داد برای مثال با افزایش سطح در تماس الکتروود با زمین، افزایش عمق دفن الکتروود، استفاده از میله‌های الکتروود متعدد، افزایش رطوبت زمین، افزایش میزان مواد معدنی رسا در خاک و یا افزایش سطح پوشیده شده به وسیله سیستم زمین می‌توان مقاومت زمین را کاهش داد.



شکل ۷- یک نمونه اتصال الکتریکی به زمین در کنار مجرای عبور آب

برخی سیستم‌های آنتن‌های فرستنده در VLF، LF، MF و یا پایین‌تر از رنج SW برای عملکرد مناسب خود نیازمند یک زمین خوب هستند. برای مثال یک آنتن عمودی تک قطب نیازمند یک سیستم زمین است که معمولاً از شبکه‌ای به هم پیوسته از سیم‌ها که به طور شعاعی از مرکز به فاصله تقریباً برابر با طول آنتن دور می‌شوند، تشکیل شده‌است. در برخی موارد این سیستم زمین در بیرون تقویت می‌شود تا از تلفات جلوگیری شود.

## ۵- زمین به عنوان وسیله ای برای انتقال انرژی الکتریکی

برخی از سیستم‌های انتقال HVDC از زمین به عنوان سیم برگشت استفاده می‌کنند. این کار به ویژه در مورد خطوط کابلی زیر آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد چراکه آب دریا یک هادی مناسب است. در این حالت برای ایجاد اتصال با زمین از الکترودهایی در زمین دفن شده است استفاده می‌شود. محل قرار گرفتن این الکترودها باید با دقت انتخاب شود تا از خوردگی شیمیایی الکترودها و تاسیسات زیر زمینی تا حد ممکن کاسته شود.

در سیستم‌های توزیع تک سیم با برگشت زمین (Single Wire Earth Return/SWER) با استفاده از یک سیم قدرت در شبکه‌های قدرت در هزینه‌ها صرفه‌جویی می‌شود. این روش معمولاً در مناطق روستایی مورد استفاده قرار می‌گیرد تا خطرات ناشی از برگشت جریان زیاد در زمین موجب خسارت نشود.

یکی از نگرانی‌های خاص در طراحی پست‌های الکتریکی افزایش پتانسیل زمین است. زمانیکه جریان بسیار بزرگ ناشی از خطا در شبکه به زمین تزریق می‌شود ممکن است پتانسیل الکتریکی در مناطق مجاور محل تزریق جریان نسبت به مناطق دیگر بالا رود. این اتفاق به دلیل محدود بودن ضریب هدایت در لایه‌های خاک رخ می‌دهد. این تغییر پتانسیل در زمین می‌تواند آنقدر زیاد باشد که دو نقطه نزدیک به هم بر روی زمین دارای ولتاژی با اختلاف بالا باشند. این اختلاف ولتاژ می‌تواند خطراتی را برای افرادی که در آن منطقه بر روی زمین ایستاده‌اند ایجاد کند (به دلیل افزایش ولتاژ گام). همچنین لوله‌ها، نرده‌ها یا سیم‌های ارتباطی داخل پست نیز دچار اختلاف ولتاژ می‌شوند که می‌تواند ولتاژ تماس با این اشیا را تا حد خطرناکی بالا ببرد.