

حفاظت؛ ایمنی و استاندارد های
عمومی بیمارستانی

منابع

- تجهیزات پزشکی طراحی و کاربرد (تالیف: جان وبستر- جلد دوم- فصل 14)
- آیین نامه استاندارد اداره ی تجهیزات پزشکی
- تاسیسات الکتریک کلهر
- مباحث 13 و 15 نظام مهندسی
- نشریه 110
- مطالب ارائه شده در کلاس

هدف

- درک خطرات ممکن و چگونگی بروز آنها

- امتحان پایان ترم
- امتحان میانترم
- ارایه ی کلاسی
- حضور و غیاب و فعالیت کلاسی

واحد مهندسی پزشکی بیمارستان

- **تعریف:** مجموعه ایست که در سیستم ماتریسی سازمان بیمارستان وظیفه مدیریت کلیه امور مرتبط با تجهیزات و وسایل پزشکی را در راستای تامین ایمنی لازم برای بیماران و پرسنل و نیز بهره وری بهینه این تجهیزات جهت ارتقاء سه شاخصه کارایی ، اثربخشی و رضایتمندی بیماران بعهده دارد.

هدف واحد مهندسی پزشکی بیمارستان

- استفاده موثر از تجهیزات و وسایل پزشکی و بهره گیری بهینه از تمامی قابلیت های آنها
- افزایش عمر مفید تجهیزات، تضمین صحت و دقت عملکرد آنها و جلوگیری از خرابیهای زود هنگام و نابهنگام
- کاهش هزینه های نگهداری، تعمیر و زمان از کارافتادگی دستگاهها
- تامین ایمنی لازم برای پرسنل و بیماران در ارتباط با تجهیزات و وسایل پزشکی
- هدایت بیمارستان به استفاده از تکنیکها ، تجهیزات و وسایل نوین متناسب با نیازهای واقعی و تواناییهای مرکز درمانی
- مهندسان پزشکی باید دستگاه ها را از پرسنل حفاظت کنند که باعث خرابی آنها نشوند.
- همچنین پرسنل را از دستگاه ها حفاظت کنند که باعث آسیب و صدمه برای کسی نشوند.

وظایف واحد مهندسی پزشکی بیمارستان ها

- آموزش
- تامین ایمنی بیماران و پرسنل
- مدیریت چرخه نصب و تعمیر
- نظارت بر انبار طبی و انبار اسقاط
- مدیریت نگهداری و عملکرد دستگاه
- ارتباط با اداره تجهیزات پزشکی دانشگاه علوم پزشکی متبوع
- کارشناسی مشاور خرید تجهیزات و وسایل پزشکی
- کارشناسی اقتصادی تجهیزات پزشکی
- نظارت بر اجرای استانداردهای فضاهاى درمانى در خصوص تجهیزات پزشکی
- مستند سازی و نگهداری اطلاعات

- انبار طبی:

- تجهیزات یکبار مصرف و مواردی که تازه خریداری شده که فعلا نیازی به آنها نیست و محل نگه داری لوازم یدکی

- انبار اسقاطی:

- دستگاه هایی که از رده خارج شده اند و خراب شده اند
- دستگاه هایی که امکان تعمیر آنها نیست ولی دارای قطعات سالمی است.

بیان اهمیت حفاظت

- با وجود پیشرفت های تکنولوژی پزشکی، پیچیدگی روزافزون دستگاههای پزشکی و استفاده از آنها در پروسه های مختلف، ایجاد سالانه در حدود 10000 نوع حادثه و آسیب مرتبط با دستگاههای پزشکی (فقط در آمریکا) به علت استفاده نادرست از دستگاهها است.
- ایمنی الکتریکی امنیت و رعایت اصول و مقررات جهت رهایی از شرایط مخاطره آمیز برای حفظ نیروی انسانی و تاسیسات کاهش یا تحت کنترل قرار دادن خطرات نه حذف آنها
- این صدمات ناشی از عواملی همچون کاربرد نامناسب یک وسیله، آموزش ناکافی و فقدان تجربه است.
- بیماران در محیط های پزشکی نسبت به محل کار یا خانه شان بیشتر در معرض خطرات قرار دارند:
- در محیط های پزشکی، پوست و غشاء مخاطی، نفوذ پذیر یا به طور کامل جایگزین شده اند.
- وجود بسیاری از منابع بالقوه خطر ساز و اشکال مختلف انرژی شامل: آب، آتش، مواد شیمیایی، جانوران موزی و... مزید بر علت می باشند.

بیان اهمیت حفاظت

- دلیل:

- نبود آموزش کافی
- نبود تجربه کافی
- عدم مطالعه کتابچه راهنمای کاربر توسط پرسنل پزشکی
- دستگاههای پزشکی در نهایت دچار عیب خواهند شد

اهمیت طراحی ایمن و استفاده ایمن از ابزار دقیق پزشکی

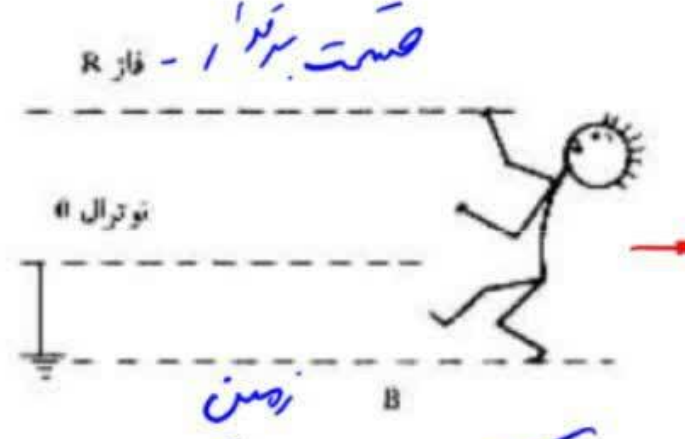
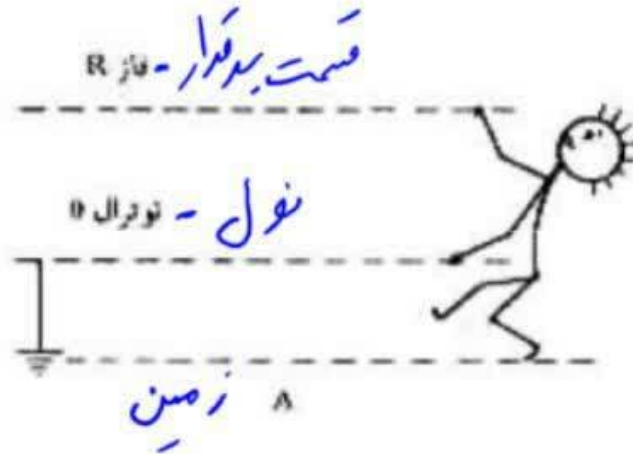
- اشتباهات پزشکی بسیار حساس تر از اشتباهات رخ داده در خانه و محل کار هستند زیرا:
 - بیماران دچار آسیب هستند زیرا، پوست و غشاء مخاطی معمولاً آسیب دیده و زخمی
 - وجود منابع خطر بالقوه و شکل های مختلف انرژی با قابلیت آسیب رسانی به بیمار و یا پرسنل پزشکی:
- آتش- هوا- خاک- آب- مواد شیمیایی- مواد مخدر- میکروارگانیسم ها- حشرات موذی-
زباله- صدا- برق- اشعه ایکس- اولتراسوند- آهن ربا- نور- مایکروویو- لیزر ...

چرا حفاظت الکتریکی

- توانایی بیمار در واکنش به خطرات کاهش یافته و یا کاملاً از بین رفته است.
- مقاومت الکتریکی پوست به دلیل قرار دادن کاتترها و زخمی کردن پوست کاهش یافته است.
- عضلات قلب نسبت به جریان الکتریکی بسیار حساس میباشند.
- عملکردهای مختلف بدن به صورت موقت یا دائمی توسط دستگاه های پزشکی جایگزین شده است.
- خطراتی همچون انفجار و تش سوزی به دلیل استفاده از بی حس کننده ها و ضد عفونی کننده ها وجود دارد.
- تداخل الکتریکی و مغناطیسی به طور مثال منابع تغذیه ممکن است روی بیمار و یا در عملکرد دستگاه های پزشکی تاثیر بگذارد.
- امکان قطع با تکرار عمل جراحی وجود ندارد.
- در مراقبت های ویژه از چندین دستگاه الکتریکی پزشکی به طور همزمان استفاده میشود.
- در صورت مشکلات در منابع تغذیه ممکن است داده های طولانی مدت بیمار از دست برود.

تاثیرات فیزیولوژیکی الکتریسیته

• خطر برق گرفتگی



شایع ترین نوع

- برق گزشتگی یا شوک الکتریکی : هرگونه عبور جریان غیر مجاز از بدن انسان

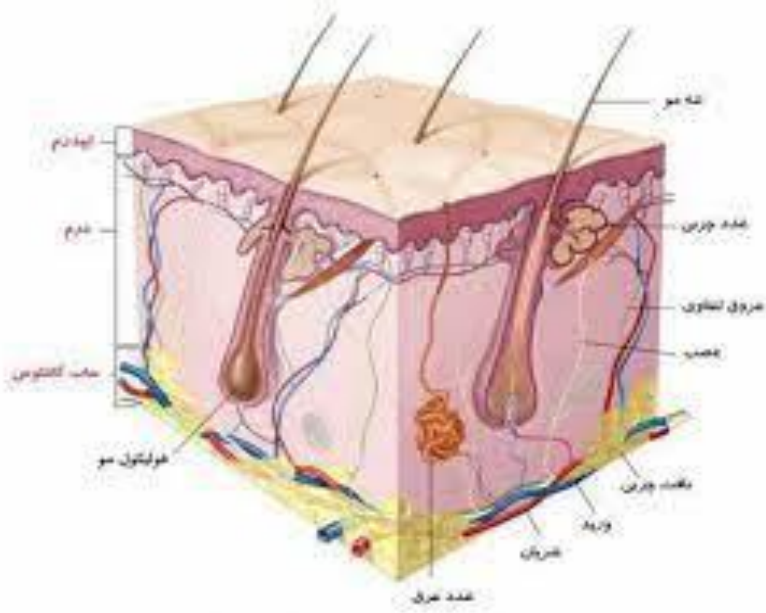
مخاطرات الکتریکی

- **اولیه:** ناشی از عبور جریان از بدن انسان
- شوک الکتریکی: تحریک ناگهانی سیستم عصبی بر اثر عبور جریان
- سوختگی و تاول
- سوختگی ناشی از جرقه
- **ثانویه:** مخاطرات ناشی از واکنش های غیر ارادی
- سقوط از ارتفاع
- برخورد با اشیا

ایمنی الکتریکی

- امنیت و رعایت اصول و مقررات جهت رهایی از شرایط مخاطره آمیز برای حفظ نیروی انسانی و تاسیسات
- کاهش یا تحت کنترل قرار دادن خطرات نه حذف آنها

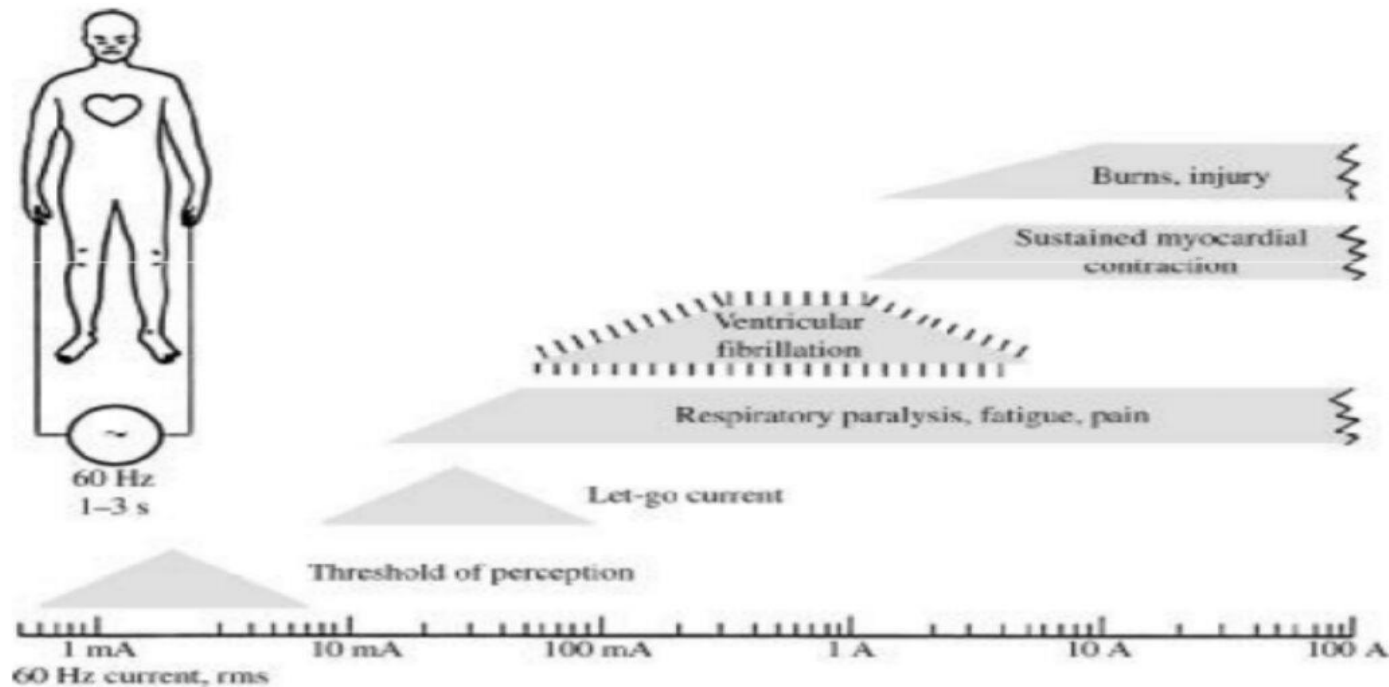
پوست بدن



- مقاومت پوستی و بدنی
- متغیر با میزان آب و چربی موجود در پوست
- رنگ پوست هم تاثیر گذار است
- اکثر مقاومت در لایه شاخی پوست
- مقاومت برای پوست خشک و تمیز از $15K\Omega$ تا تقریباً $1M\Omega$
- مقاومت برای پوست مرطوب یا مجروح تا 1 % مقاومت پوست خشک کاهش می یابد.
- مقاومت داخلی بدن در حدود 200Ω برای هر عضو و در حدود 100Ω برای تنه
- نمونه هایی از روش های پزشکی برای کاهش مقاومت:
- ژل الکتروود های پتانسیل حیاتی
- ترمومتری های الکترونیکی کار گذاشته شده در دهان یا روده بزرگ

آثار فیزیولوژیکی الکتریسیته

- اثرات فیزیولوژیک الکتریسیته ی حد استانه یا تخمین مقدار متوسط جریان برای اثرات مختلف ناشی از عبور جریان 60 هرتز که طی 1 تا 3 ثانیه از دو دست یک فرد 70 کیلوگرمی توسط سیم مسی جریان پیدا کرده است.
- تأثیرات فیزیولوژیکی حسی-حرکتی که در انسان ها با افزایش دامنه جریان رخ می دهند عبارتند از:



- آستانه ادراک
- جریان let-go
- لرزه تنفسی، درد و خستگی
- فیبریلاسیون بطنی
- انقباض تقویت شده عضله قلبی
- صدمات فیزیکی و سوختگی ها

آستانه ادراك

- حداقل جریانی که فرد می تواند احساس کند که دچار برق گرفتگی شده است.
- حداقل جریانی که به ازای آن فرد بتواند به صورت ارادی خود را از برق جدا کند.
- جریان در آستانه ادراك، کمترین مقدار جریانی است که فرد می تواند حس کند پس با توجه به افراد و شرایط اندازه گیری تغییر میکند.
- وقتی جریان به اندازه ای بزرگ باشد که بتواند انتهای عصب های پوست را تحریک کند که باعث احساس سوزش می شود.
- در صورت لمس با دستان مرطوب، آستانه ادراك حدود 0/5 میلی آمپر در جریان 60 هرتز می باشد.
- آستانه احساس برای پوست سالم 1 میلی آمپر است.
- آستانه برای جریان های dc حدود 2 تا 10 میلی آمپر می باشد که سبب گرمایش جزئی پوست می شود.
- میزان تحریک با جریان ac بیشتر است.

جریان let-go

- جریان از آستانه ادراک بالاتر است.
- برای سطوح بالاتر جریان اعصاب و عضلات به شدت تحریک شده و در نتیجه درد و خستگی احساس میشود. در این حالت انقباضات غیر ارادی عضلات ممکن است موجب حوادث دیگری از جمله سقوط از ارتفاع شود.
- هر چه جریان افزایش پیدا کند انقباض عضلانی بیشتر شده و امکان جدا سازی ارادی فرد مصدوم از جریان برق کاهش مییابد.
- جریان let-go حداقل جریانی است که تحت آن فرد مصدوم میتواند به طور ارادی خود را از جریان برق جدا کند
- حداقل مقدار این جریان 6 میلی آمپر است.
- حداقل جریانی که فرد مصدوم بتواند به طور ارادی خودش را از برق جدا کند و به حالت اولیه برگردد 6 میلی آمپر در فرکانس 60 هرتز است.
- بیشترین جریانی که در آن فرد می تواند به طور ارادی به حالت اولیه برگردد. میلی آمپر است. کمترین آستانه برای جریان رهايش

فلج و لرزه تنفسی، درد و خستگی

• فلج و لرزه تنفسی:

- از آنجا که جریان های بالاتر باعث انقباض غیرارادی ماهیچه های تنفسی می گردد، در صورتی که جریان قطع نشود، باعث خفگی خواهد شد. در خلال آزمایشات، توقف تنفسی، در جریان 18 تا 22 میلی آمپر مشاهده می شود.

• درد و خستگی:

- انقباض غیر ارادی شدید ماهیچه ها می تواند دردناک باشد و در صورتی که طولانی مدت شود، باعث خستگی می گردد.
- انقباض های قوی باعث پاره شدن فیبرهای عضلانی و احساس درد میشود.
- انباشته شدن اسید لاکتیک

فیبریلاسیون بطنی

- قلب به جریان الکتریکی حساس است که بخشی از جریان که از میان قفسه سینه عبور می کند، از قلب می گذرد . اگر مقدار جریان به اندازه ای بزرگ باشد که بتواند بخشی از عضله های قلب را تحریک کند، تحریک الکتریکی نرمال عضله های قلب مختل خواهد شد.
- اگر دامنه جریان برای تحریک تنها بخشی از ماهیچه قلب کافی باشد، انتشار عادی فعالیت ماهیچه الکتریکی در قلب، دچار وقفه می گردد.
- اگر فعالیت الکتریکی قلب به میزان کافی قطع بماند، ضربان قلب در هر دقیقه به 300 بار می رسد. در نتیجه، پمپاژ قلب از فعالیت باز ایستاده و مرگ فرا می رسد.
- این ریتم سریع و نامنظم قلبی به نام فیبریلاسیون بطنی شناخته می شود.
- در فیبریلاسیون بطنی مرگ در عرض چند دقیقه رخ میدهد.
- آستانه فیبریلاسیون بطنی برای يك انسان معمولی از حدود 75 تا 400 میلی آمپر تغییر می باشد.

فیبریلاسیون بطنی

- متاسفانه فیبریلاسیون بطنی با قطع جریان متوقف نمی شود و دلیل اصلی مرگ ناشی از شوک الکتریکی است. (شوک الکتریکی موجب درد، جراحی یا مرگ می شود)
- مقدار جریان گذرنده از بدن شدت شوک را تعیین می کند که این جریان به امپدانسهای بدن و سطوح تماس بستگی دارد.
- ریز شوک ها، جریان های زیر آستانه حس اند که اگر از قلب بگذرند باعث فیبریلاسیون بطنی می شوند.
- ریز شوک ها در واحد مراقبتهای قلبی می توانند خطرناک باشند.
- فعالیت ریتمیک و عادی تنها در صورتی باز می گردد که یک جریان بالای کوتاه از دفیبریلاتور به همه سلول های ماهیچه قلب به طور همزمان اعمال شود.

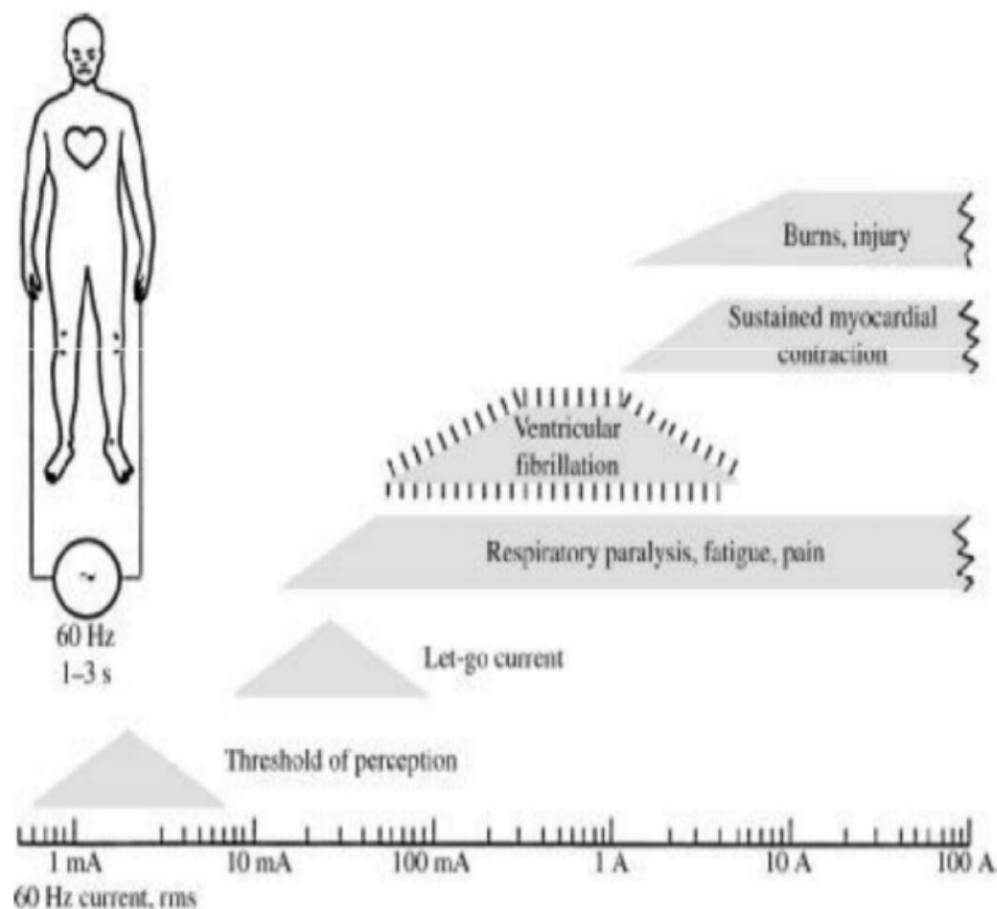
انقباضات تقویت شده عضله قلبی

- انقباض میوکارد (بین بطن چپ و راست قلب)
- هنگامی که جریان به اندازه کافی بزرگ باشد، عضلات درونی قلب منقبض می شود.
- قلب از ضربان باز می ایستد و با قطع جریان به ریتم نرمال خود باز می گردد که این تنها با دی فیبرسلاسیون ایجاد خواهد شد.
- اطلاعات تجربی به دست آمده از فیبریلاسیون ac بر روی حیوانات نشان داد که کمترین جریان برای انقباض کامل عضلات قلب از 1 تا 6 آمپر متغیر می باشد.

صدمات فیزیکی و سوختگی

- اطلاعات کمی در مورد اثرات جریان در بیش از 10 امپر به ویژه برای جریان مدت زمان کوتاه وجود دارد. معمولاً بر روی پوست مخصوصاً در نقاط اتصال بدن به برق، حرارت مقاومتی باعث سوختگی سطح پوست میشود.
- گرمادهی مقاومتی، باعث ایجاد سوختگی روی پوست شده
- در ولتاژهای بزرگتر از 240 ولت میتواند پوست را سوراخ می کند.
- با عبور جریان های بالا مغز و بافت های عصبی، تحریک پذیری کاری خود را به طور کامل از دست می دهند.
- جریان بیش از حد ممکن است باعث تحریک انقباضات عضلانی به اندازه ای شود که عضلات از استخوان جدا شوند.

پارامترهای مهم حساسیت

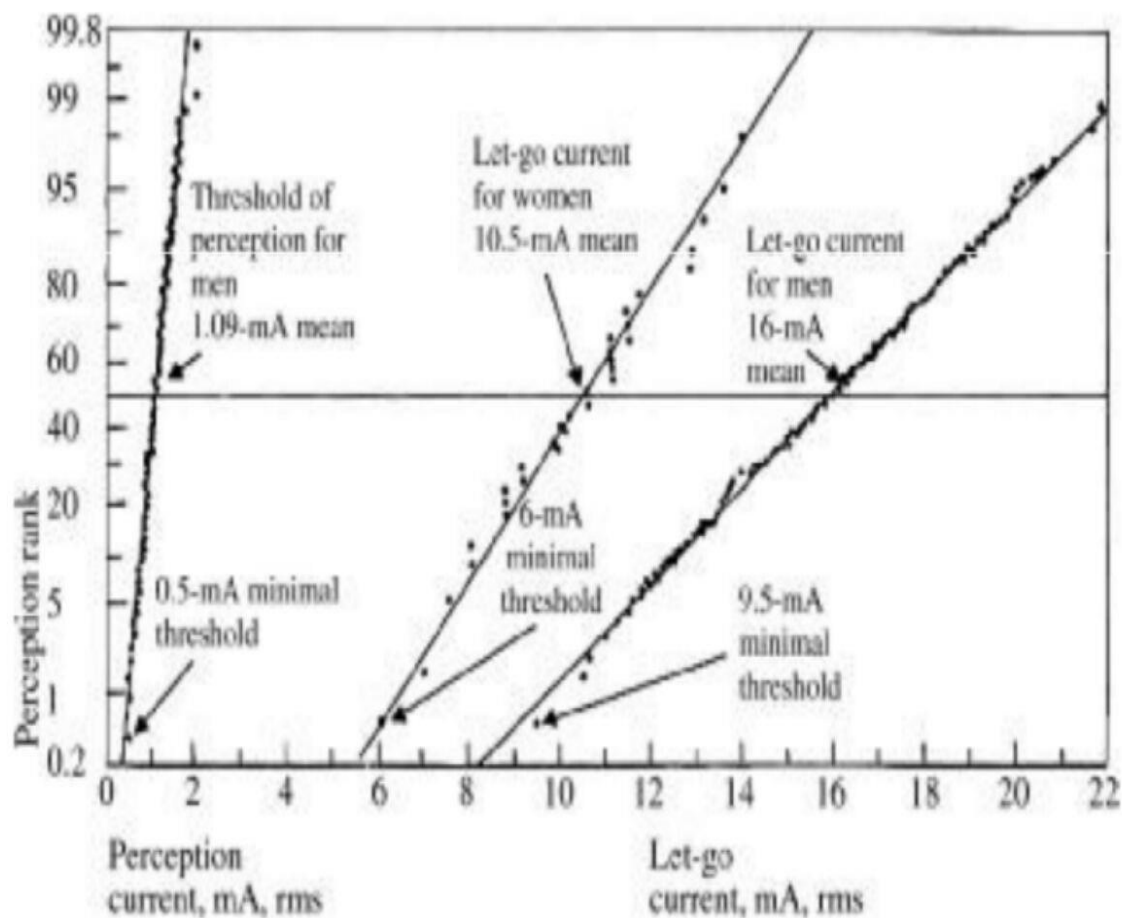


- اثرات فیزیولوژی شرح داده شده برای فردی با وزن متوسط کیلوگرم بود که با دست های مرطوب سیم مسی حاوی برق با فرکانس 60 هرتز را به مدت- زمان 1 تا 3 ثانیه در دست گرفته باشد.
- جریان مورد نیاز برای ایجاد هر یک از اثرات ذکر شده به همه این شرایط بستگی دارد.
- ملاحظات ایمنی : برای هر یک از اثرات فیزیولوژی ذکر شده، مقداری کمتر از آنچه گفته شد را در نظر بگیریم.

پارامترهاي مهم حساسيت

- تغييرات جريان آستانه تحريك
- تغييرات جريان let go يا جريان آزاد يا رهايش
- فرکانس
- مدت زمان
- وزن بدن
- نقاط ورود جريان به بدن

پارامترهای مهم حساسیت

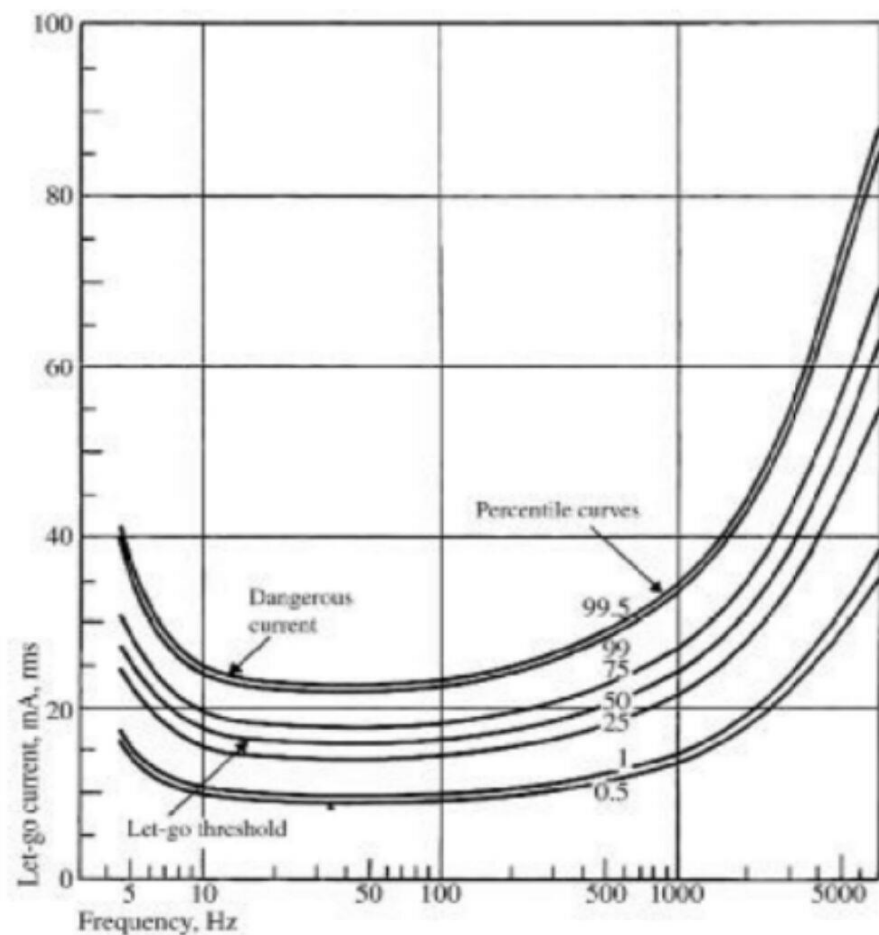


- تغییرات جریان آستانه تحریک
- متوسط آستانه ادراک در مردان 1.1 میلی آمپر
- و در زنان میانگین تخمینی 0.7 میلی آمپر است.
- حداقل مقدار جریان آستانه تحریک 0.5 میلی آمپر در نظر گرفته میشود.
- زمان استفاده از ژل در الکترودهای ECG باعث کاهش مقاومت پوست میشود.
- میانگین آستانه ادراک 83 میلی آمپر است.

پارامترهاي مهم حساسيت

- تغيرات جريان let-go
- برای مردان به طور متوسط 16 میلی امپر
- برای زنان به طور متوسط 10.5 میلی امپر
- حداقل جريان let-go در مردان 9.5 میلی امپر و در زنان 6 میلی امپر در نظر گرفته میشود.
- رنج تغییرات برای جريان let-go خیلی بیشتر از رنج تغییرات برای جريان آستانه تحریک است.
- حدود تغییرات برای جريان رهائش بسیار بزرگتر از این حدود برای آستانه ادراک جريان است.

پارامترهاي مهم حساسيت



- فرکانس
- حداقل مقدار جریان رهایش در فرکانس هاي 50 الی 60 هرتز می باشد
- براي فرکانس هاي زیر 10 هرتز جریان رهایش افزایش پیدا مي کند.
- در فرکانس هاي بالاي چند صد هرتز دوباره جریان رهایش افزایش پیدا مي کند.
- فرکانس 60 هرتز براي ایجاد انقباضات لرزش دار بطني فرکانس بهينه است که با افزایش یا کاهش آن براي ایجاد فیبریلاسیون به جریان بیشتری نیاز است.
- 50 الی 60 هرتز خطرناک ترین محدوده برای برق گرفتگی است
- هرچقدر فرکانس برود بالاتر برق گرفتگی کم تر خواهد شد و سوختگی بیستر خواهد شد.

پارامترهاي مهم حساسيت

- طول مدت زمان

- يك پالس الكتريكي واحد در صورتي كه در خلال دوره آسيب پذيري قلب اعمال گردد ميتواند فيبريلاسيون بطني به وجود آيد.
- تجربه نشان داده است كه كاهش مدت زمان برق گرفتگي باعث كاهش خطر فيبريلاسيون ميشود

پارامترهای مهم حساسیت

- وزن بدن:

- مطالعات متعدد که بر روی حیوانات صورت گرفته نشان داده است که آستانه فیبریلاسیون افزایش وزن بدن افزایش می یابد.

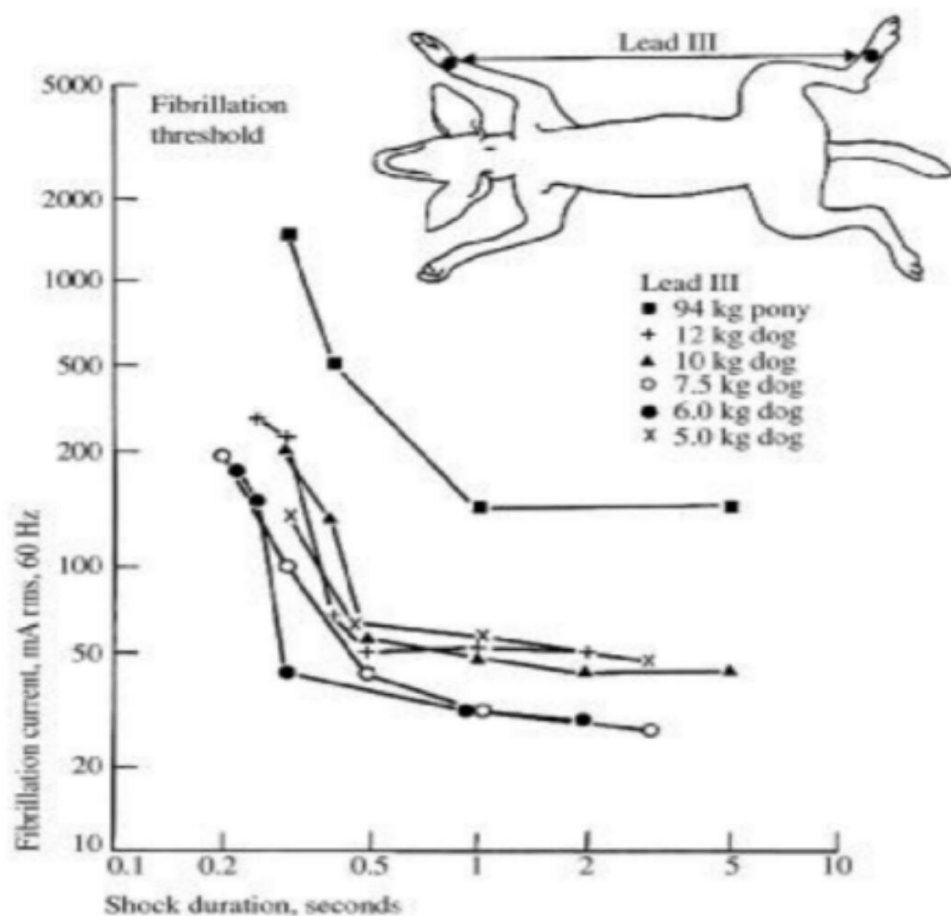
- افراد چاق دیرتر دچار فیبریلاسیون می شوند.

- انجام آزمایش :

- آستانه فیبریلاسیون بطنی برای حیوانات فرکانس 60 هرتز و سائز و وزن های مختلف

- برای سگهای 6 کیلوگرمی، 50 میلی آمپر

- برای سگهای 24 کیلوگرمی، 130 میلی آمپر

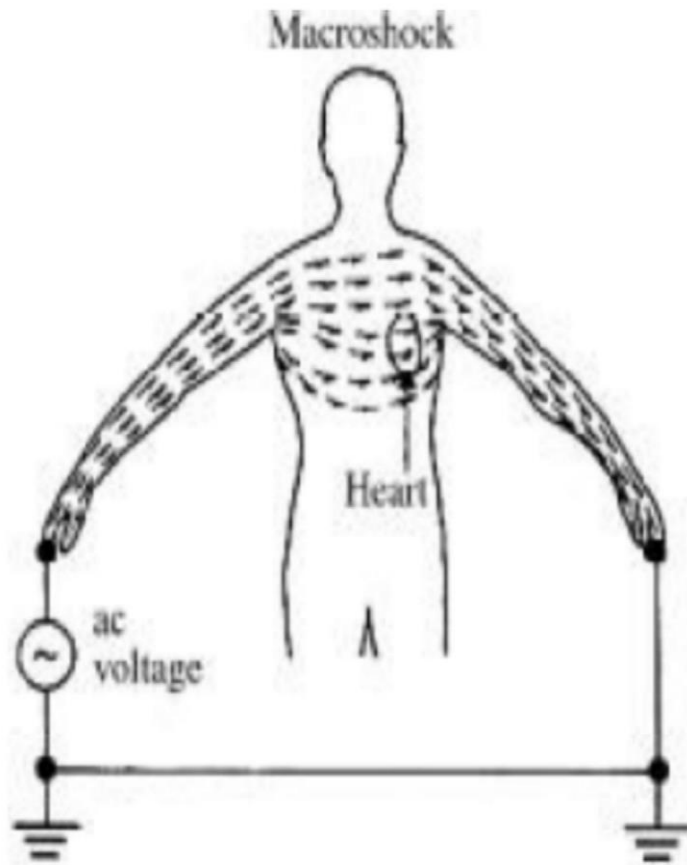


پارامترهاي مهم حساسيت

- نقاط ورودی جریان به بدن:
- شدت جریان مورد نیاز برای فیبريله کردن قلب زمانی که جریان از سطح بدن عبور می کند بسیار بیشتر از زمانی است که جریان به صورت مستقیم به قلب اعمال شود.
- ماکرو شوک
- میکرو شوک

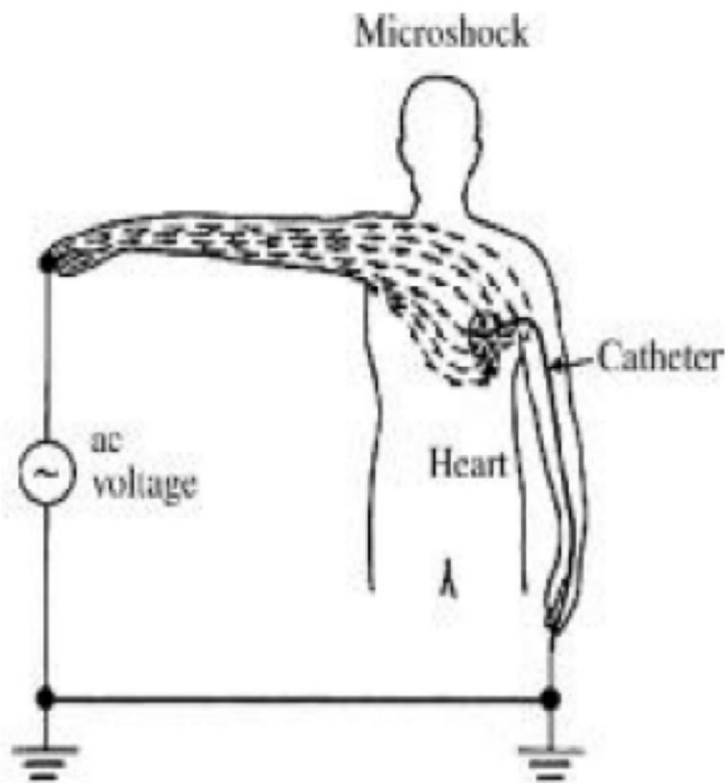
پارامترهای مهم حساسیت

- **ماکرو شوک:** هنگامی که جریان به دو قسمت از سطح بدن اعمال می شود، تنها کسری از آن از قلب عبور می کند. این جریان بزرگ بیرونی ماکرو شوک نامیده می شود. شدت جریان مورد نیاز برای فیبریله کردن قلب زمانی که جریان از سطح بدن عبور میکند بسیار بیشتر از زمانی است که جریان به صورت مستقیم به قلب اعمال میشود.



- جریان در کل بدن را توزیع میشود یا قسمت عمده بدن را در بر میگیرد و مسیر طولانی را طی میکند در بدن و پر مقاوم ترین بافت بدن (پوست مرده که خیلی مرطوب نیست و ضخامت بالایی دارد) در طول مسیر است.
- حدود 2 قسمت از 3 قسمت مقاومت بدن مربوط به پوست است.
- هر چقدر که مقاومت پوست ها بیشتر باشند پس جریان شوک الکتریکی کاهش می یابد.
- اهمیت دو محل اعمال ماکرو شوک: چنان چه هر دو محل اعمال ماکرو شوک در یک انتها باشند انگاه فیبریلاسیون بطنی کم است حتی اگر مقدار جریان زیاد باشد.

پارامترهای مهم حساسیت



- **میکروشوک:** اگر مقاومت پوست از میان برداشته شود انگاه برای تولید هر یک از اثرات فیزیولوژیکی برق ولتاژ کمتری مورد نیاز خواهد بود.
- نقطه شروع جریان الکتریکی در داخل بدن است که یکی از مقاومت های پوست را نداریم و با ولتاژ کم تر جریان الکتریکی شدیدتری را داریم
- با افطایش جریان بدن پس مقاومت اندام های داخلی بدن هم کاهش مییابد و باعث چندین برابر شدن آثار شوک الکتریکی میشود
- زمانی که دستگاه های درمانی به طور مستقیم به عضله های قلبی متصل باشند بیماران بیشتر در معرض شوک الکتریکی قرار میگیرند.
- چنان چه یک دستگاه که یک مسیر رسانا برای قلب ایجاد میکند از سایر قسمت ها مجزا شده باشد در نتیجه یک جریان بسیار کم که میکروشوک نامیده میشود میتواند موجب فیبریلاسیون بطنی شود.
- میکروشوک بسیار خطرناک و کشنده است
- نقطه شروع شوک الکتریکی: الکترودهایی که وارد بدن میشوند (EMG) و دیالیز و پمپ های تزریقی که کاشته میشوند زیر پوست و نوسان سازهای قلب و اندازه گیری فشار خون از داخل رگ (IVP)

پارامترهای تاثیر گذار در میزان برق گرفتگی و تاثیرات جریان بر بدن انسان

- عوامل روحی و روانی مثل خوشحالی و غم و استرس و اعتیاد و.....
- موقعیت الکترودها و اندازه ی الکتروود و چگالی و جریان عبوری
- میزان اکسیژن خون
- ولتاژ
- نقطه شروع
- سن افراد
- ساعت رخ دادن برق گرفتگی در شبانه روز
- شرایط جسمی مثل خستگی و گرسنگی و تشنگی و.....
- نوع شوک الکتریکی (AC یا DC)
- رطوبت
- طول مدت اعمال جریان (زمان)
- فرکانس
- وزن بدن
- جنسیت
- مسیر عبور جریان از بدن
- مقاومت الکتریکی بدن
- اندازه ی قلب و وضعیت عضلات و دریچه قلب
- درجه حرارت بدن
- زخم و التهاب
- میزان سوخت و ساز سلولی و هورمونی
- شدت جریان مجاز برای بدن انسان
- حساسیت اندام های مختلف

سیستم زمین

- وجود ارت در مراکز درمانی جزء الزامات اساسی است. استاندارد دی که در این خصوص وجود دارد به دلیل تماس و ارتباط الکتریکی تجهیزات پزشکی با بدن بیماران کاملاً با استاندارد مراکز صنعتی تفاوت دارد.
- وجود سیستم ارتینگ مناسب و اتصال به زمین بدنه تجهیزات در مراکز درمانی علاوه بر حفاظت الکتریکی پرسنل و بیماران و مراجعان در مقابل جریان های نشتی ، پارازیت ها و نویزهای ناشی از خود بیمار ، تخت ها و تجهیزات اطراف بیمار را نیز که از طریق امواج الکترومغناطیسی موجود در فضا (موبایل ، تلوزیون و ...) القاء می شوند ، از بین می برد.
- **اهداف بکارگیری سیستم ارتینگ**
 - الف - حفاظت و ایمنی جان انسان
 - ب - حفاظت و ایمنی وسایل و تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی
 - ج - فراهم آوردن شرایط ایده‌ال جهت کار
 - د - جلوگیری از ولتاژ تماسی
 - ه - حذف ولتاژ اضافی
 - و- جلوگیری از ولتاژهای ناخواسته و صاعقه
 - ز - اطمینان از قابلیت کار الکتریکی

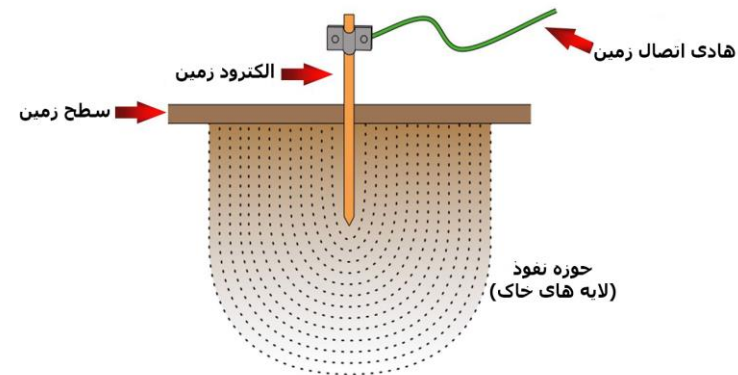
• روش اجرای سیستم زمین که سه روش شناخته شده داریم

- ۱-میله کوبی
- ۲-حفرچاه ارت
- ۳-استفاده از هادی بیگانه برای برقراری اتصال به زمین

هادی های بیگانه

- هادی ها یا رساناهایی هستند که ممکن است با پتانسیل زمین به طریقی در ارتباط باشند و با الکتروود اصلی زمین اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد نمایند. آنها بخش یا قسمتی از یک سیستم الکتریکی و تجهیزات الکتریکی نیستند.
- نمونه های هادی های بیگانه
 - فلزات بکار رفته در ساختمان و اسکلت فلزی ساختمان
 - کانال های فلزی و لوله های آب، گاز، سرمایش، گرمایش
 - داکت های فلزی کابلها و سیمکشی ها و رایزر های فلزی
- استفاده از هادی بیگانه برای برقراری اتصال به زمین در هیچ شرایطی توصیه نمیکنیم.

میله کوبی



• مراحل کار:

- انتخاب مکان مناسب جهت اجرای سیستم ارتینگ
- حفر مسیر سیم مسی جهت همبندی میله‌های ارت
- قرار دادن یا نحوه کوبیدن میله ارت در زمین
- اتصال میله‌های ارت به یکدیگر توسط سیم مسی
- ارت و اتصال سیم به میله توسط جوش احتراقی یا کلمپ انگشتی
- پرکردن روی میله ارت و مسیر همبندی از مواد گاهنده
- نصب تست باکس ارت یا حوضچه ارت
- اندازه‌گیری و تست مقاومت الکتروود زمین

• استفاده از میله های فولادی روکش مسی

استفاده از فولاد به دلیل استحکام

استفاده از روکش مس به دلیل رسانایی

• طول هر میله 2 متر است

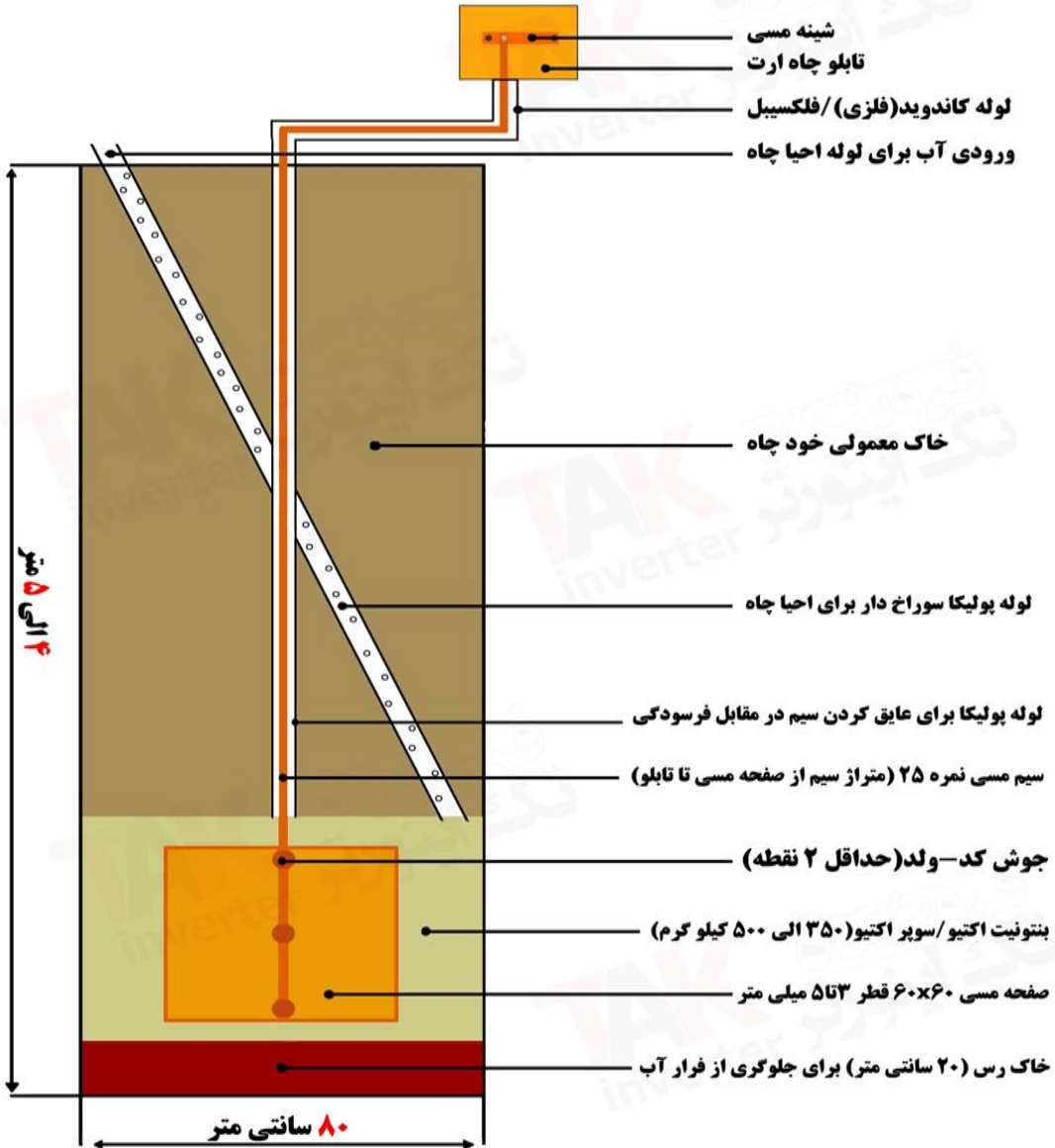
• فاصله دو میله باید حداقل به اندازه طول یک میله باشد.

• جنس و رطوبت خاک و محیطی که داریم از آن استفاده میکنیم به شدت تاثیرگذار در مقاومت زمین است.



چاه ارت

- حفر چاه تا رسیدن به خاک دست نخورده و رطوبت مناسب
- تخلیه نخاله های چاه حداقل ۲ الی ۳ متر دورتر از چاه
- قرار دادن صفحه مسی در چاه به صورت عمودی (۵۰×۵۰ یا ۷۰×۷۰)
- پر کردن اطراف صفحه توسط مواد بهبود دهنده ی مقاومت
- اتصال صفحه مسی به سیم مسی بدون روکش (توسط جوش انفجاری یا کلمپ های تمام مسی)
- قرار دادن لوله ی سوراخ دار (از جنس فلزی یا پلیکا)
- عبور سیم مسی از درون لوله (میتوان اطراف ان را با شن شسته پر کرد)
- پر کردن اطراف لوله با خاک سرند شده
- ساخت و یا قرار دادن حوضچه در سطح چاه
- قرار دادن شینه مسی در حوضچه و اتصال سیم مسی به شینه
- شارژ رطوبت خاک



پُر کردن اطراف صفحه مسی توسط مواد بهبود دهنده ی مقاومت

- سنتی: ترکیب خاک رس (دارای نیترات بالا) و خاک زغال (وجود کربن) و نمک (وجود رطوبت باعث هدایت الکتریکی)



- بنتونیت ها (یک ماده معدنی است): دو دسته ی سدیم و کلسیم داریم که هیچ فرقی باهم نمیکنند و تفاوت آنها در میزان سایش آنها است و مشکل ان شسته شدن ان است.

- CBM:concrete based material: پایه بتنی دارند و نوع خاصی از سیمان هستند که هدایت الکتریکی بالایی دارند و برای مناطق رطوبت بالا توصیه میشود.

- LOM:(LOW ohm material): مواد شیمیایی هستند و چسبندگی بالا دارند و خوردگی هم ایجاد نمی کنند و بسیار سازگار با محیط زیست و بیشتر در مناطق جنوب کشور استفاده میشوند

- GRM,GIM: ترکیبی از مواد معدنی و شیمیایی و استفاده در مناطق سنگلاخی و جایی که مقاومت بالا

- Tk1 و Tk2: گران قیمت که Tk1 را در هر منطقه ای می توان استفاده کرد ولی Tk2 را فقط در مناطق گرم و خشک استفاده می کنند

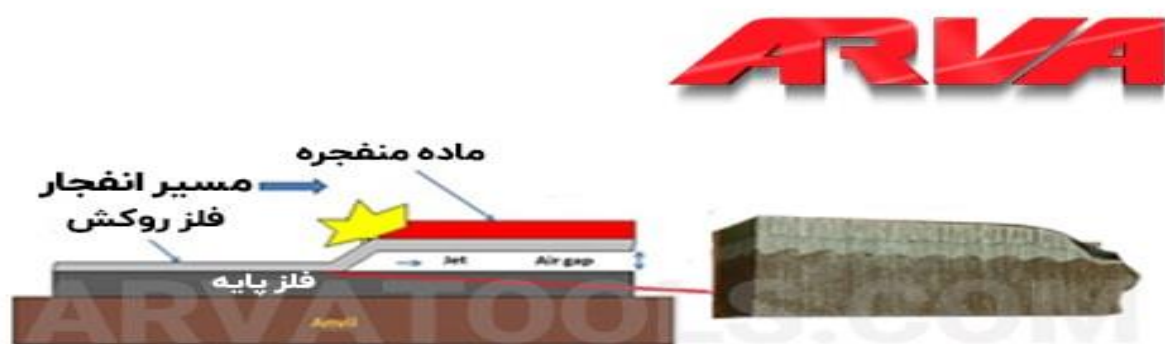


جوش انفجاری

- جوشکاری انفجاری به فرآیندی گفته می شود که اتصال بین دو یا چند فلز از طریق انرژی تولید شده از انفجار یک ماده منفجره صورت می گیرد.

- از جوشکاری انفجاری برای اتصال لوله به صفحه، لوله به لوله، مقاطع توخالی و لبه صفحات مسطح و برای روکش دهی سیم ها، مفتول ها، استوانه ها و صفحات مسطح مورد استفاده قرار می گیرد.

- تقریباً بیشتر فلزات و آلیاژهای هم نوع را می توان با استفاده از جوشکاری انفجاری به یکدیگر متصل نمود. در جوشکاری دو فلز غیر هم نوع نیز مانند مس به فولاد، نیکل به فولاد، تیتانیوم به فولاد، آلومینیوم به فولاد و مس به آلومینیوم نیز می توانید از جوشکاری انفجاری استفاده نمایید.



جوشکاری انفجاری

کلمپ

- وسیله ای بسیار کاربردی که جهت ایجاد و نگهداری از اتصالات مختلف بکار گرفته می‌شود. هر کلمپ با توجه به نوع و ویژگی‌هایی که دارد از قطعات مختلفی تشکیل شده است. کلمپ، سیم‌ها و میله‌های سیستم ارتینگ را در مکان مناسب و با فشار معین ثابت می‌نماید. کارکرد درست کلمپ‌ها به حفظ متناوب جریان اهم در سیستم ارتینگ منجر می‌شود.
- در شبکه‌های فشار ضعیف و فشار متوسط برای اتصال کابل‌های آلومینیومی و مسی به یکدیگر از کلمپ استفاده می‌شود.
- کلمپ یک نوع اتصال جدا شدنی است.
- برای اتصال؛ هر سیم را در شکاف خود قرار داده و پیچ‌ها را محکم می‌کنیم.
- داخل شکاف‌ها دندان‌هایی تعبیه شده تا استقامت مکانیکی اتصال را افزایش دهد.
- انتخاب کلمپ بسیار مهم بوده و بر اساس سائز و جنس سیم انجام می‌شود.
- کلمپ‌ها ممکن است بعلت برقرار نشدن اتصال کامل و ایجاد اتصال سست قسمتی از آن بسوزد.
- این گونه موارد باعث بریده شدن سیم‌ها و جمپر‌ها و عملکرد حفاظت‌ها می‌شود



روش مش

• مراحل انجام کار:

- حفر زمین
- پر کردن کف با مواد کاهنده ی مقاومت
- قرار دادن شبکه مسی
- مجدد ریختن مواد کاهنده مقاومت
- ریختن خاک رس
- لوله گذاری تا بیرون حوضچه (سوراخ کردن لوله برای احیای سیستم ارت)
- ریختن خاک
- آب رسانی به حوضچه
- پر کردن کامل حوضچه

- استفاده در مناطق کوهستانی و پایه ی کوه ها که ما امکان میله گویی و حفر چاه را نداریم.
- از روش مش حفاظتی نمی توان برای ساختمان های پیچیده استفاده کرد.
- اندازه مشبک کاملاً به سطح حفاظت در نظر گرفته شده بستگی دارد.

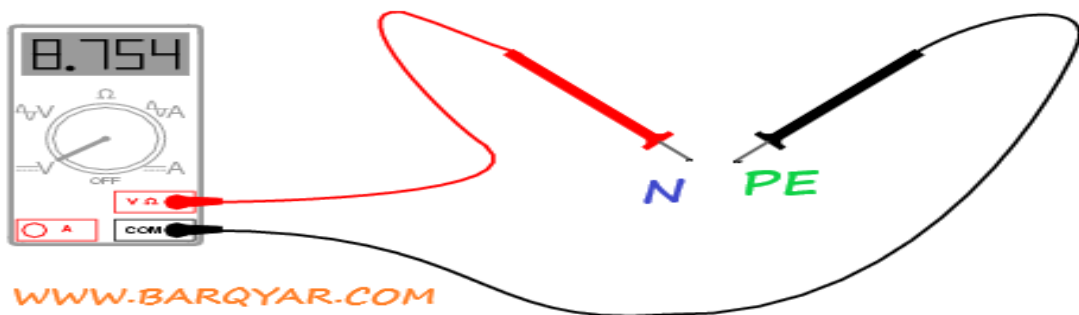


روش های اندازه گیری مقاومت زمین

- محل اتصالات سیم ارت باید به روشی ، هر چند وقت یکبار بازدید و مقاومت سیم زمین اندازه گیری شود.
- ارت تستر های میله ای
- ارت تستر های کلمپی
- اندازه گیری اختلاف پتانسیل بین سیم زمین و نول

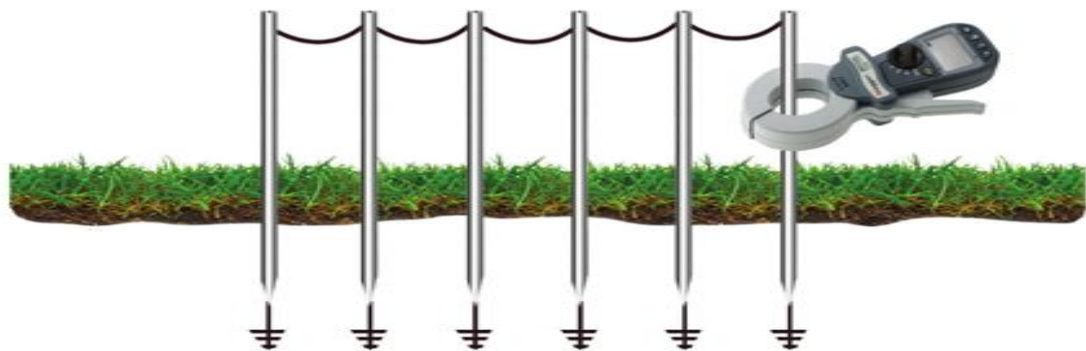
اندازه گیری اختلاف پتانسیل بین سیم زمین و نول

- روش قابل اعتمادی نیست
- در این روش علاوه بر اینکه سیم زمین دخالت دارد نول هم دخالت دارد
- بررسی اختلاف پتانسیل یا ولتاژ بین سیم زمین و نول
- احتمال خطا به دلیل : برق دار شدن نول و یا قطع اتصال نول
- مقدار این اختلاف ولتاژ به راحتی به وسیله یک مولتی متر استاندارد اندازه گیری می شود
- اختلاف ولتاژ بین نول و ارت در هر نقطه ای از تاسیسات الکتریکی شما باید بسیار پایین باشد، معمولاً چیزی کمتر از یک ولت باشد.



ارت تستر های کلمپی

- یک قلاب در ساختمان خود دارند که ان را دور سیم ارت می اندازیم و مقاومت تقریبی سیم ارت را برای ما مشخص میکند
 - قیمت بسیار بالا
 - برای اندازه گیری جریان نشتی سیستم به کار می رود
 - محدودیت استفاده دارند و هر جایی نمی توانیم از آنها استفاده کنیم
 - مقاومت ویژه خاک را نمیتوان اندازه گرفت
 - میتواند ارت مجموع چاه ها را اندازه گیری کند
- روش کلمپی تنها مناسب سیستم های چند ارتی میباشد و برای محاسبه ارت تک استفاده نمیگردد. لذا وجود حداقل سه ارت در حلقه الزامی است.



ارت تستر های میله ای



- میله کوبی انجام می دهیم و تعدادی میله فولادی که معمولاً روکش مس یا آلومینیوم دارند را در زمین با شرایط مشخص می کوبیم.

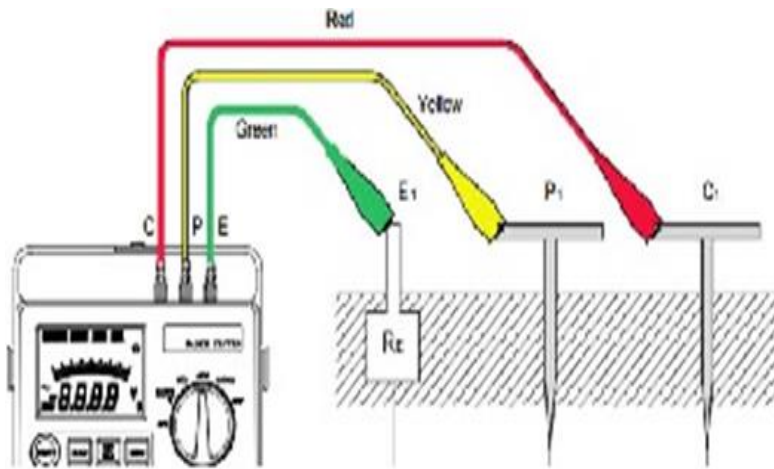
- ارت تستر های میله ای به دو دسته تقسیم می شوند.

۱- سه میله ای (سه نقطه اتصال)

۲- چهار میله ای (چهار نقطه اتصال)



ارت تستر های میله ای



۱- سه میله ای (سه نقطه اتصال)

- اندازه گیری مقاومت سیستم اتصال به زمین
- دو میله را به زمین میکوبیم
- بین دوتا از میله ها یک جریان متناوبی را تزریق می کنیم با فرکانس قابل تنظیم
- فاصله بین میله ها باید مقدار مشخص باشد (استفاده از سیم های رابط با طول مشخص)
- یکی از اتصال ها به ارت متصل است و یکی از اتصالات اختلاف پتانسیل بین ارت و اتصال را اندازه میگیرد و یکی به صورت مشترک برای تزریق جریان استفاده میشود
- دستگاه خودش برای ما اندازه گیری مقاومت را انجام میدهد.



۲- چهار میله ای (چهار نقطه اتصال)

- کاربردشان فقط اندازه گیری مقاومت ویژه ی خاک است