

تاریخ: ۱۳۹۱/۰۲/۲۴  
شماره: ۳۹۹۱  
پیوست:

بنام خدا

## ارت:

در سایتهای کامپیوتری زمین مناسب از دو بابت حائز اهمیت می باشد :  
الف - حفاظت در مقابل صاعقه و ولتاژها  
ب - هم پتانسیل بودن تجهیزات نصب شده در سایت و کارکرد صحیح آنها بخصوص تجهیزات دیجیتال و انتقال دیتا  
با توجه به بکارگیری تجهیزات کامپیوتری جدید لازم است به موضوع ارت و روش اجرای اصولی آن اهمیت بیشتری داده شود تا در آینده از آسیب رسیدن به نیروی انسانی و تجهیزات کامپیوتری پیشگیری شده و از عملکرد صحیح تجهیزات اطمینان داشته باشیم .

## لزوم استفاده از سیستم ارت :

به منظور حفاظت افراد و دستگاهها ، اضافه ولتاژهای تولید شده در بدنه که باعث صدمه دیدن دستگاهها و افراد می شود ، همچنین ولتاژهای بسیار زیاد و خطرناک ناشی از برخورد صاعقه با دکل های کامپیوتری را باید در جایی خنثی نمائیم . به همین منظور استفاده از سیستم ارت و حفاظت از تجهیزات بسیار لازم و ضروری است بعلاوه با افزایش استفاده از سیستمهای دیجیتالی و حساس ، لزوم بازنگری در طراحی ، نصب و نگهداری سیستمهای حفاظتی گراندینگ وجود دارد

## به طور خلاصه اهداف بکارگیری سیستم ارتینگ یا گراندینگ عبارتند از :

- الف - حفاظت و ایمنی جان انسان
- ب - حفاظت و ایمنی وسایل و تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی
- ج - فراهم آوردن شرایط ایده آل جهت کار
- د - جلوگیری از ولتاژ تماسی
- ه - حذف ولتاژ اضافی
- و - جلوگیری از ولتاژهای ناخواسته و صاعقه
- ز - اطمینان از قابلیت کار الکتریکی

## روشهای اجرای ارت یا زمین حفاظتی :

بطور کلی جهت اجرای ارت و سیستم حفاظتی دو روش کلی وجود دارد که ذیلاً ضمن بیان آنها ، موارد استفاده و تجهیزات مورد نیاز هر روش و نحوه اجرای هر یک بیان می گردد .

### ۱- زمین عمقی :

در این روش که یک روش معمول می باشد از چاه برای اجرای ارت استفاده می شود.

### ۲- زمین سطحی:

در این روش سیستم ارت در سطح زمین (برای مناطقی که امکان حفاری عمیق در آنها وجود ندارد) و یا در عمق حدود ۸۰ سانتیمتر اجرا می گردد.



در چه شرایطی از روش سطحی برای اجرای ارت استفاده نمائیم ؟  
در مکانهایی که :

- فضای لازم و امکان حفاری در اطراف سایت وجود داشته باشد .
- ارتفاع از سطح دریا پائین باشد مانند شهرهای شمالی و جنوبی کشور .
- پستی و بلندی محوطه سایت کم باشد .
- فاصله بین دکل و سایت زیاد باشد .
- با توجه به مزایای روش سطحی اجرای ارت به این روش ارجحیت دارد .

اجرای ارت به روش عمقی :

الف - انتخاب محل چاه ارت :

چاه ارت را باید در جاهایی که پایینترین سطح را داشته و احتمال دسترسی به رطوبت حتی الامکان در عمق کمتری وجود داشته باشد و یا در نقاطی که بیشتر در معرض رطوبت و آب قرار دارند مانند زمینهای چمن ، باغچه ها و فضاهای سبز حفر نمود.

ب- عمق چاه

با توجه به مقاومت مخصوص زمین ، عمق چاه از حداقل ۴ متر تا ۸ متر و قطر آن حدوداً ۸۰ سانتیمتر می تواند باشد. در زمین هایی که با توجه به نوع خاک دارای مقاومت مخصوص کمتری هستند مانند خاکهای کشاورزی و رسی عمق مورد نیاز برای حفاری کمتر بوده و در زمینهای شنی و سنگلاخی که دارای مقاومت مخصوص بالاتری هستند نیاز به حفر چاه با عمق بیشتر می باشد. برای اندازه گیری مقاومت مخصوص خاک از دستگاههای خاص استفاده می گردد. در صورتی که تا عمق ۴ متر به رطوبت نرسیدیم و احتمال بدهیم در عمق بیشتر از ۶ متر به رطوبت نخواهیم رسید نیازی نیست چاه را بیشتر از ۶ متر حفر کنیم . بطور کلی عمق ۶ متر و قطر حدود ۸۰ سانتیمتر برای حفر چاه پیشنهاد می گردد.

محدوده مقاومت مخصوص چند نوع خاک در جدول زیر آمده است.

نوع خاک	مقاومت مخصوص زمین ( اهم متر )
باغچه ای	۵ الي ۵۰
رسی	۸ الي ۵۰
مخلوط رسی ، ماسه ای و شنی	۲۵ الي ۴۰
شن و ماسه	۶۰ الي ۱۰۰
سنگلاخی و سنگی	۲۰۰ الي ۱۰۰۰۰

ج - مصالح مورد نیاز

مصالح مورد نیاز و مشخصات آن برای اجرای چاه ارت ( روش عمقی ) و Rod کوبی ( روش سطحی ) در جدول زیر آمده است.

ردیف	نوع جنس	توضیحات
۱	میله برقیگیر خالص و نوک تیز باشد	میله برقیگیر به طول ۱/۵ متر و قطر آن ۱۶ میلیمتر و جنس آن مس
۲	بست میله برقیگیر به سیم ارت حدوداً ۲۰ متر باشد	جهت اتصال میله برقیگیر به سیم ارت در نقاطی که ارتفاع دکل

جهت استغاده در میله برقگیر	یوبولیت	۳
سیم نمره ۵۰ را به اندازه های لازم بریده و رشته رشته کرده در اندازه	بست سیم به دکل	۴
تسمه آلومینیومی یا مسی	جهت اتصال سیم ارت به دکل استفاده می نمایم ۵	جهت اتصال سیم ارت به دکل استفاده می نمایم ۵
۳*۳۰*۱۰۰ میلیمتر عدد بکار گیری با یوبولیت جهت بستن میله برق گیر در دکل های مهاری	سیم مسی نمره ۵۰ متر	۶
۷ رشته	کابلشو نمره ۵۰	۷
جهت اتصال سیستم ارت به شینه داخل سایت و یا اتصال پای	دکل های مهاری و خود ایستا به سیستم ارت	۸
برای ایجاد پوشش عایق روی سیم مسی در محوطه و محل تردد	لوله پلی اتیلن ۱۰ اتمسفر	۸
جهت اتصال لوله پلی اتیلن به دیوار	بست لوله پلی اتیلن همراه پیچ و رولپلاک	۹
جهت جوش دادن سیم به صفحه یا سیم به میله ROD یا اتصال	پودر انفجاری cadweld	۱۰
جوش نقره یا	سیمها به یکدیگر در نقاطی که دسترسی به جوش برنج وجود ندارد .	
برای نصب در داخل سایت و اتصال دستگاهها به آن	شینه مسی به ابعاد ۳*۳۰*۲۵۰ میلیمتر	۱۱
مورد استفاده در روش عمقی X	صفحه مسی ۵*۵۰*۵	۱۲
جهت اتصال شینه مسی به دیوار	مقره همراه پیچ و رولپلاک	۱۳
جهت استفاده شینه مسی - پلیت- شینه پای دکل و ...	پیچ و مهره نمره ۸ با واشر فنری و تخت	۱۴
به منظور محکم کردن اتصال سیم روی صفحه مسی	بست سیم به صفحه مسی	۱۵
جهت اتصال دو سیم نمره ۵۰ روی زمین	بست دو سیم نمره ۵۰	۱۶
برای دکل های خود ایستای ۶۰ متری استفاده می گردد.	پلیت مخصوص اتصال میله برقگیر به دکل	۱۷
برای وصل نمودن پای دکل های خود ایستای ۶۰ متری به سیستم	شینه مسی مخصوص پای دکل ۳*۳۰*۱۰۰	۱۸
	ارت	
در روش سطحی استفاده می گردد.	میله ROD	۱۹
برای اتصال سیم به میله برقگیر یا ROD	بست مربوط به سیم مسی و میله ROD	۲۰
برای بستن میله برقگیر به دکل های ۱۰۰ فوتی و دکل های خود	کرپی ابرویی همراه پیچ و مهره	۲۱
	ایستای لوله ای	
برای روش عمقی و سطحی	بنتونیت اکتیو کیلو	۲۲
جهت اتصال میله برقگیر به پلیت در دکل های خود ایستای ۶۰ متری	بست میله برقگیر به پلیت	۲۳

X : صفحه مسی به ابعاد ۵/۴۰\*۴۰\*۵ سانتیمتر برای مناطق شمالی کشور و ۵/۵۰\*۵۰\*۵ سانتیمتر برای مناطق نیمه خشک مانند تهران و ۵/۷۰\*۷۰\*۷۰ سانتیمتر برای مناطق کویری استفاده شده و محصول کارخانه مس شهید باهنر باشد . از صفحه مسی با ضخامت ۳ یا ۴ میلیمتر نیز می توان استفاده نمود.

#### د - اتصال سیم به صفحه مسی

اتصال سیم به صفحه مسی بسیار مهم می باشد و هرگز و در هیچ شرایطی نباید این اتصال تنها با استفاده از بست ، دوختن سیم به صفحه و یا ... برقرار گردد. بلکه حتما باید سیم به صفحه جوش داده شود و برای استحکام بیشتر با استفاده از ۲ عدد بست سیم به صفحه ( ردیف ۱۵ جدول مصالح مورد نیاز ) بسته شده و محکم گردد. برای جوش دادن قطعات مسی به یکدیگر از جوش برنج یا نقره استفاده شود و در صورت عدم دسترسی به این نوع جوش از جوش (Cadweld) استفاده گردد .

#### ه - حفر چاه ارت

با توجه به شرایط جغرافیایی منطقه چاهی با عمق مناسب و در مکان مناسب (با توجه با راهنمای انتخاب محل چاه ارت ) حفر گردد. شیار به عمق ۶۰ سانتیمتر از چاه تا پای دکل برای مسیر سیم چاه ارت تا برقگیر روی دکل همچنین برای سیم ارت داخل ساختمان حفر نمایند. در صورتی که مسیر ۲ سیم مشترک باشد بهتر است مسیر دو سیم از لوله گردند. همچنین مسیر سیمها باید کوتاهترین مسیر بوده و سیم میله برقگیر و ارت حتی الامکان مستقیم و بدون پیچ و خم باشد و نایستی خمهای تند داشته باشد و در صورت نیاز به خم زدن سیم در طول بیش از ۵۰ سانتیمتر انجام گردد.

#### و - پر نمودن چاه ارت

-ابتدا حدود ۲۰ لیتر محلول آب و نمک تهیه و کف چاه میریزیم بطوریکه تمام کف چاه را در برگرد بعد از ۲۴ ساعت مراحل زیر را انجام می دهیم .

۲-به ارتفاع ۲۰ سانتیمتر از ته چاه را با خاک رس و یا خاک نرم پر مینمائیم.

۳- به مقدار لازم (حدود ۴۵۰ کیلو گرم معادل ۱۵ کیسه ۳۰ کیلو گرمی) بنتونیت را با آب مخلوط کرده و بصورت دوغاب در میاوریم و مخلوط حاصل را به ارتفاع ۲۰ سانتیمتر از کف چاه میریزیم هر چه مخلوط حاصل غلیظ تر باشد کیفیت کار بهتر خواهد بود.

۴-صفحه مسی را به ۲ سیم مسی نمره ۵۰ جوش میدهم این سیمها یکی به میله برقگیر روی دکل و دیگری به شینه داخل ساختمان خواهد رفت بنابراین طول سیم ها را متناسب با طول مسیر انتخاب می نمائیم.

۵- صفحه مسی را بطور عمودی در مرکز چاه قرار می دهیم

۶- اطراف صفحه مسی را با دوغاب تهیه شده تا بالای صفحه پر می نمائیم

۷- لوله پلیکاکی سوراخ شده را بطور مورب در مرکز چاه و در بالای صفحه مسی قرار می دهیم و داخل لوله پلیکا را شن میریزیم تا ۵۰ سانتیمتر از انتهای لوله پر شود این لوله برای تامین رطوبت ته چاه می باشد و در فصول گرم سال تزریق آب از این لوله بیشتر انجام گردد. لازم بذکر است در مواردی که چاه ارت در باغچه حفر شده باشد و یا ته چاه به رطوبت رسیده باشد و یا کلا در جاهایی که رطوبت ته چاه از بالای چاه یا از پایین چاه تامین گردد نیازی به قراردادن لوله نمی باشد .

۸- بعد از قراردادن لوله پلیکا به ارتفاع ۲۰ سانتیمتر از بالای صفحه مسی را با دوغاب آماد شده پر مینمائیم.

۹-الباقی چاه را هم تا ۱۰ سانتیمتر بر سر چاه مانده ، با خاک معمولی همراه

با ماسه یا خاک سرند شده کشاورزی پر می نمائیم و ۱۰ سانتیمتر از چاه را برای نفوذ آب باران و آبهای سطحی به داخل چاه با شن و سنگریزه پر می نمائیم روئ چاه مخصوصا در مواقعی که از لوله پولیکا استفاده نمی گردد نباید آسفالت شده و یا با سیمان پر گردد.

۱۰-داخل شیار های حفاری شده را با خاک سرند شده کشاورزی یا خاک نرم معمولی

و یا خاک معمولی مخلوط با بنتونیت پر نمائید

### نصب شینه و میله برقگیر

شینه داخل ساختمان باید توسط مقره هایی از دیوار ساختمان ایزوله گردد. قطر و طول شینه بستگی به تعداد انشعابات داخل ساختمان دارد . (تمامی تجهیزات داخل ساختمان بایستی بطور جداگانه و موازی به این شینه متصل گردد.)

در حالتیکه دکل روی ساختمان قرار داشته باشد سیم میله برقگیر بایستی از داخل ساختمان برده شود بلکه باید خارج از ساختمان سیم کشیده شود و همینطور مسیر عبوری سیم ارت به داخل ساختمان تا شینه ورودی ساختمان باید عایق دار باشد.

در پای دکل توسط بست ، سیم میله برقگیر به یکی از پایه های دکل خیلی محکم متصل شود و تا بالای دکل به میله برقگیر متصل گردد. لازم بذکر است مسیر میله برقگیر از کابلهایی که به آنتنها می روند باید جدا باشد .

### اجرای ارت به روش سطحی

هفت روش برای اجرای زمین سطحی وجود دارد که عبارتند از :

۱- ROD 2-RING 3- پنجه ای (شعاعی) ۴-مختلط ۵- حلزونی ۶- الکتروشیمیایی ۷- شبکه ای

### اجرای ارت به روش ROD کوبی

#### مصالح مورد نیاز

مصالح مورد نیاز همانند روش عمقی می باشد با این تفاوت که به جای صفحه مسی از میله های مغز فولادی ۱/۵ متری و با قطر ۱۴ میلیمتر و با روکش مس استفاده می نمائیم.

#### روش اجرا

کانالی به عمق ۸۰ سانتیمتر و عرض ۴۵ سانتیمتر و طول X حفر می نمائیم

طول کانال را به دو روش میتوان تعیین نمود.

الف - اندازه گیری مقاومت مخصوص خاک و انجام محاسبات لازم

ب - به روش تجربی که در ادامه شرح داده می شود.

ج- چنانچه سایت دارای دکل خود ایستا می باشد برای حفر کانال از فاصله بین اتاق تجهیزات و دکل و همچنین اطراف دکل استفاده شود. (شکل ۲)

د- چنانچه دکل روی ساختمان قرارداشته حفاری با در نظر گرفتن اتاق دستگاه و دکل در مسیری که زمین رطوبت بیشتری دارد انجام گیرد.

ه - پس از آماده شدن کانال ۲ میله به فاصله ۳ متر از یکدیگر در زمین میکوبیم به گونه ای که حدود ۱۵ سانتیمتر از میله ها بیرون بمانند سپس ۲ میله را با کابل مسی یا کابل برق به هم وصل نموده و با دستگاه ارت سنج مقاومت زمین ایجاد شده را اندازه میگیریم ، چنانچه مقاومت نشان داده شده با دستگاه بالای ۴ اهم بود میله دیگری به فاصله ۳ متر از میله دوم میکوبیم و با اتصال

۳ میله به هم مقاومت زمین ایجاد شده را اندازه گیری می نمائیم . اینکار را تا زمانی که مقاومت اندازه گیری شده به زیر ۴ اهم برسد ادامه می دهیم بعد از آنکه به تعداد کافی میله کوبیده شد سیمی را که به شینه مسی نصب شده در اتاق دستگاه متصل است به تک تک میله ها جوش داده و به سمت دکل میبریم.

و - برای پر نمودن کانال ابتدا با بنتونیت روی سیم مسی را پوشانده (در زمینهایی که رطوبت کافی ندارند) و سپس با خاک سرند شده کشاورزی یا خاک نرم کانال را پر می نمائیم.

ز - مقاومت زمین اجرا شده را اندازه گیری نموده و ثبت مینمائیم ( بعد از پر کردن کانال مقاومت زمین اندازه گیری شده کاهش خواهد داشت و باید کمتر از ۳ اهم باشد).

نکته : در مناطق سردسیر عمق کانال حفاری شده و بطور کلی مسیر عبور کابل مسی خیلی مهم می باشد و نباید در معرض یخبندان قرار گیرد . تاثیر کاهش درجه حرارت بر افزایش مقاومت سیستم زمین به شرح زیر می باشد .

دما بر حسب درجه سانتیگراد میزان مقاومت بر حسب اهم بر متر

۷۲ +۲۰

۹۹ +۱۰

۱۲۸ ۰

۷۹۰ -۵

سایر روش ها:

روش های دیگر در مناطق کوهستانی و سنگلاخی و مکانهای خاص کاربرد دارد که بنا به مورد با بازدید از محل و اندازه گیریهای لازم میتواند طرح مناسب تهیه گردد

اجرای ارت در ارتفاعات

ارتفاعات کشور را با توجه به نوع زمین و خاک میتوان به سه دسته تقسیم کرد.  
ارتفاعات خاکی که امکان حفاری و کوبیدن میله مغز فولادی در آنها وجود دارد.  
ارتفاعات سنگلاخی که امکان حفاری عمیق در آنها وجود ندارد ولی میتوان شیار ایجاد کرد.

ارتفاعات صخره ای

برای حالت اول : به یکی از روش های حفر چاه یا کوبیدن ROD میتوان سیستم ارت را اجرا نمود در حالت دوم شیاری بصورت ستاره و پنجه ای ایجاد نموده و تسمه مسی را در داخل شیار ها خوابانده و برای کاهش مقاومت روی تسمه را با مخلوط خاک و بنتونیت می پوشانیم .  
نکته : کلیه اتصالات در زیر خاک باید به یکدیگر جوش داده شود .

## روش اول :

در زمینهای صخره ای که امکان حفاری وجود ندارد با مصالح ساختمانی کانال ساخته، تسمه مسی را در کف کانال خوابانده و کانال را با بنتونیت پر می نمایم . طول کانال یا کانالها باید به اندازه ای باشد که مقاومت اندازه گیری شده زیر ۲ اهم گردد. برای گرفتن نتیجه مطلوب میبایستی داخل کانال بصورت مصنوعی دائما مرطوب نگهداشته شود.

## روش دوم:

روش شبکه ای است بدین صورت که ابتدا شبکه شطرنجی با سیم مسی به طول  $x+2$  و عرض  $y+2$  بطوریکه نقاط اتصال به هم جوش داده شده درست کرده سپس با مصالح ساختمانی آنرا در زمین با بنتونیت به ارتفاع  $cm40$  بطوریکه ابتدا  $cm20$  بنتونیت ریخته سپس شبکه ساخته شده را قرار داده و روی آنرا هم تا  $cm20$  با بنتونیت می پوشانیم و انشعابهای لازم جهت دکل و سایت و نقاط دیگر از آن گرفته میشود متغییر های  $x$  و  $y$  به میزان مقاومت خوانده شده بستگی دارد .

## نکات عمومی و مهم در خصوص سیستمهای ارت

- ۱- کلیه اتصالات با مفتول برنج یا نقره جوشکاری گردد. سطح جوش باید  $CM 6$  باشد و جهت اتصالات و جوشکاری رعایت گردد (در مواردی کدولد توصیه میشود).
- ۲- ازهرپایه دکلهای خودایستا هم فونداسیون دکل توسط سیم مسی و بست مخصوص به سیستم ارت و هم پای دکل به سیستم ارت جوشکاری گردد.
- ۳- سیم میله برقی از پایه ای که آنتنهای کمتری نصب می شود و با کابلهای روی لدر حداکثر فاصله را داشته باشد، بدون خمش در مسیر و مستقیما به رینگ داخل کانال و از کوتاهترین مسیر توسط جوش متصل گردد.
- ۴- میله برقی روی دکل در بالاترین نقطه دکل (با رعایت مخروط حفاظتی با زاویه  $45$  درجه ) بطوریکه تجهیزات را کاملا پوشش دهد، قرار گیرد و جنس آن تمام مس با آلیاژ استاندارد به قطر  $mm 16$  و طول آن بستگی به ارتفاع نصب آنتنهای روی دکل دارد.
- ۵- شعاع خم سیم مسی حداقل  $CM20$  و زاویه قوس حداقل  $60$  درجه رعایت گردد (رعایت زاویه خم سیم مسی )
- ۶- پایه ها و نقاط ابتدای آنتنهای لدر افقی به سیستم گراند متصل گردد.
- ۷- کلیه کابلهای ورودی به سالن دستگاه توسط بست گراند به بدنه دکل و ابتدای لدر افقی (بعد از محل خم شدن کابل) گراند شوند.
- ۸- به هیچ عنوان در روی دکل، جوشکاری صورت نگیرد.
- ۹- اتصال از شبکه گراند سیستم اجرا شده به تانکر سوخت دیزل ژنراتور، تانکر آب هوایی ، اسکلت فلزی ساختمان و در و پنجره های اتاق دستگاه صورت گیرد.
- ۱۰- اگر سیستمی از قبل اجرا شده باشد، سیستم قدیم به جدید در عمق خاک متصل گردند.
- ۱۱- سیم ارت در روی زمین باید باروکش و سیم داخل کانالها باید بدون روکش و مستقیم کشیده شود.
- ۱۲- پرکردن کانال باید با خاک سرند شده کشاورزی یا خاک نرم انجام گردد.
- ۱۳- ارتفاع نصب شینه مسی  $CM 50$  از کف تمام شده باشد.
- ۱۴- شینه داخل اتاق حدالمقدور به چیدمان دستگاهها نزدیک باشد.
- ۱۵- ازهر دستگاهی جداگانه سیم ارتی به شینه متصل گردد ( قطر و طول شینه گراند بستگی به تعداد انشعابات آن دارد).
- ۱۶- در دکلهای مهاری بر ظرفیت ، مهارهای دکل بایستی توسط بست مخصوص به گراند اتصال یابد.
- ۱۷- جهت استفاده ترانس برق شهر در ایستگاههای مخابرات بایستی گراند جداگانه اجرا گردد.
- ۱۸- در سایتهای کامپوتری جهت اجرای سیستم زمین حتی المقدور بایستی از یک زمین با سطح یکنواخت ( بدون شیب ) استفاده نمود.
- ۱۹- در ایستگاهها بین نول و گراند بایستی اختلاف ولتاژ وجود داشته باشد.
- ۲۰- در دکلهای بر ظرفیت که ابعاد قسمت بالای دکل بیشتر از  $m 2$  می باشد نیاز به نصب یک عدد برقی اضافی در سمت مقابل برقی اول می باشد.
- ۲۱- در سیم کشی داخل محوطه سایت های کامپوتری برای چراغهای روشنایی و سایر موارد باید از کابل زمینی استفاده گردد و در ایستگاههای بالای کوه و نقاط دور از شهر نباید از چراغهای روشنایی خیابانی استفاده شود.
- ۲۲- استاندارد قابل قبول آزمایش و تحویل اتصال زمین برای سایت های کوچک زیر  $10$  اهم و برای سایت های بزرگ و مهم زیر  $3$  اهم می باشد.



تهیه شده در دفتر شرکت شیراز آنلاین  
با تشکر از معاونت پژوهشی دانشگاه علو پزشکی مشهد