

سیستم ارتینگ یا گراندینگ

ایجاد ارت جهت حفاظت افراد و وسایل و تجهیزات الکترونیکی و ابزار و لوازم حساس صنعتی از دو بابت حائز اهمیت می باشد :

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 ایده‌آل 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 پایین ترین 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 متری 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 الی ۵۰
رسی	۸ الی ۵۰
مخلوط رسی ، ماسه ای و شنی	۲۵ الی ۴۰
شن و ماسه	۶۰ الی ۱۰۰
سنگلاخی و سنگی	۲۰۰ الی 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 برقگیر	میله برقگیر به طول ۱/۵ متر و قطر آن ۱۶ میلیمتر و جنس آن مس خالص و نوک تیز باشد
۲	بست میله برقگیر به سیم ارت	جهت اتصال میله برقگیر به سیم ارت در نقاطی که ارتفاع دکل حدوداً ۲۰ متر باشد
۳	یونولیت	جهت استفاده در میله برقگیر
۴	بست سیم به دکل	سیم نمره ۵۰ را به اندازه های لازم بریده و رشته رشته کرده جهت اتصال سیم ارت به دکل استفاده می نمایم
۵	تسمه آلومینیومی یا مسی	در اندازه ۳*۳۰*۱۰۰ میلیمتر عدد بکار گیری با یوبولیت جهت بستن میله برق گیر در دکل های مهاری
۶	سیم مسی نمره ۵۰ متر	۷ رشته
۷	کابلشو نمره ۵۰	جهت اتصال سیستم ارت به شینه داخل سایت و یا اتصال پای دکل های مهاری و خود ایستا به سیستم ارت
۸	لوله پلی اتیلن ۱۰ اتمسفر	برای ایجاد پوشش عایق روی سیم مسی در محوطه و محل تردد
۹	بست لوله پلی اتیلن همراه پیچ و رولپلاک	جهت اتصال لوله پلی اتیلن به دیوار
۱۰	پودر انفجاری cadweld	جهت جوش دادن سیم به صفحه یا سیم به میله ROD یا اتصال سیمها به یکدیگر در نقاطی که دسترسی به جوش نقره یا جوش برنج وجود ندارد .
۱۱	شینه مسی به ابعاد ۳*۳۰*۲۵۰ میلیمتر	برای نصب در داخل سایت و اتصال دستگاهها به آن
۱۲	صفحه مسی ۵*۵۰*۵۰	مورد استفاده در روش عمقی ×
۱۳	مقره همراه پیچ و رولپلاک	جهت اتصال شینه مسی به دیوار
۱۴	پیچ و مهره نمره ۸ با واشر فنری و تخت	جهت استفاده شینه مسی - پلیت - شینه پای دکل و ...

۱۵	بست سیم به صفحه مسی	به منظور محکم کردن اتصال سیم روی صفحه مسی
۱۶	بست دو سیم نمره ۵۰	جهت اتصال دو سیم نمره ۵۰ روی زمین
۱۷	پلیت مخصوص اتصال میله برقگیر به دکل	برای دکل های خود ایستای ۶۰ متری استفاده می گردد.
۱۸	شینه مسی مخصوص پای دکل ۳*۳۰*۱۰۰	برای وصل نمودن پای دکل های خود ایستای ۶۰ متری به سیستم ارت
۱۹	میله ROD	در روش سطحی استفاده می گردد.
۲۰	بست مربوط به سیم مسی و میله ROD	برای اتصال سیم به میله برقگیر یا ROD
۲۱	کرپی ابروئی همراه پیچ و مهره	برای بستن میله برقگیر به دکل های ۱۰۰ فوتی و دکل های خود ایستای لوله ای
۲۲	بنتونیت اکتیو کیلو	برای روش عمقی و سطحی
۲۳	بست میله برقگیر به پلیت	جهت اتصال میله برقگیر به پلیت در دکل های خود ایستای ۶۰ متری

× : صفحه مسی به ابعاد ۵/۴۰*۴۰*۴۰ سانتیمتر برای مناطق شمالی کشور و ۵/۵۰*۵۰*۵۰ 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 نمائید. در صورتی که مسیر ۲ سیم مشترک باشد بهتر است مسیر دو سیم ایزوله گردند. همینطور مسیر سیمها باید کوتاهترین مسیر بوده و سیم میله برقیگیر 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 برگیرد 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 میدهیم این سیمها یکی به میله برقیگیر 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 پلیکای 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 . روی 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 برقیگیر

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 حالیکه دکل روی ساختمان قرار داشته باشد سیم میله برقگیر نبایستی 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

۲- RING

۳- پنجه ای (شعاعی)

۴- مختلط

۵- حلزونی

۶- الکتروشیمیایی

۷- شبکه ای

اجرای ارت به روش ROD کوبی

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

۱۳۸۰

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 : شیارهایی 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 نمائیم . طول کانال یا کانالها باید به اندازه ای باشد که مقاومت اندازه گیری شده زیر ۳ اهم گردد. برای گرفتن نتیجه مطلوب میبایستی داخل کانال بصورت مصنوعی دائماً مرطوب نگهداشته شود.

روش دوم:

روش شبکه ای است بدین صورت که ابتدا شبکه شطرنجی با سیم مسی به طول $X+3$ و عرض $Y+3$ 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 ونقاط 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 ۶ CM باشد و جهت اتصالات و جوشکاری رعایت گردد (در مواردی کدولد توصیه میشود).
- ۲- از هر پایه دکلهای خود ایستا 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 مستقیماً 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 ۴۵ درجه) بطوریکه تجهیزات را کاملاً پوشش دهد، قرار گیرد و جنس آن تمام مس با آلیاژ استاندارد به قطر ۱۶ mm و طول آن بستگی به ارتفاع نصب آنتنهای روی دکل دارد.
- ۵- شعاع خم سیم مسی حداقل ۲۰ CM و زاویه قوس حداقل ۶۰ درجه رعایت گردد (رعایت زاویه خم سیم مسی)
- ۶- پایه‌ها و نقاط ابتدا و انتهای 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 پنجره‌های 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- پر کردن کانال باید با خاک سرند شده کشاورزی یا خاک نرم انجام گردد.
- ۱۳- ارتفاع نصب شینه مسی ۵۰ CM از کف تمام شده باشد.
- ۱۴- شینه داخل اتاق حداقل مقدور به چیدمان دستگاهها نزدیک باشد.
- ۱۵- از هر دستگاهی جداگانه سیم ارتی به شینه متصل گردد (قطر و طول شینه گراند بستگی به تعداد انشعابات آن دارد).
- ۱۶- در دکل‌های مهاری پر 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 نبایستی اختلاف ولتاژ وجود داشته باشد.
- ۲۰- در دکل‌های پر ظرفیت که ابعاد قسمت بالای دکل بیشتر از ۲ m می باشد نیاز به نصب یک عدد برقیگیر

اضافی در سمت مقابل برقگیر اول می‌باشد.

۲۱- در سیم‌کشی 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 سایتهای کوچک زیر ۱۰ اهم و برای سایت های بزرگ و مهم زیر ۳ اهم می‌باشد.

