



جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

بازنگری نشریه ضوابط و معیارهای فنی آبیاری تحت فشار

(مشخصات فنی عمومی) نشریه شماره ۲۶۱

فصل نهم

مشخصات فنی تجهیزات الکتریکی

و تاسیسات سیستم های آبیاری تحت فشار

مهندسین مشاور زرکشت پایدار

آذر ماه ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



یاد داشت

طی قرارداد شماره 1389/9/27 مورخ 22/ف/79792 مطالعات بازنگری نشریه ضوابط و معیارهای فنی آبیاری تحت فشار (مشخصات فنی عمومی) نشریه شماره 261 به این مهندسین مشاور واگذار گردید.

این مطالعات در 9 فصل بشرح زیر تنظیم خواهد شد. قبلاً" فصول اول، دوم و سوم تسلیم گردیده است و اینک فصل نهم - تجهیزات الکتریکی سیستم‌های آبیاری تحت فشار ارائه می شود.

فصل اول - کلیات

فصل دوم - حفاظت و ایمنی

فصل سوم - عملیات آماده سازی، تجهیز و برچیدن کارگاه

فصل چهارم - عملیات خاکی

فصل پنجم - کارهای فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرولیکی

فصل ششم - عملیات لوله گذاری

فصل هفتم - عملیات بتنی

فصل هشتم - روش های آبیاری تحت فشار

C

فصل نهم - تجهیزات الکتریکی سیستم های آبیاری تحت فشار



فصل نهم

مشخصات فنی تجهیزات الکتریکی و تاسیسات سیستم های آبیاری تحت فشار

9-1- کابل‌ها و تجهیزات الکتریکی، حفاظت مدارها بوسیله فیوزها و...

9-1-1- سیم‌های عایق‌دار و کابل‌های فشار ضعیف

برای برق‌رسانی به نقاط مختلف از سیم‌ها و کابل‌هایی استفاده می‌شود که در ساختمان آنها از فلزات هادی جهت انتقال جریان برق به نقاط مورد نظر و عایق‌های مناسب بمنظور جلوگیری از نشت جریان به نقاط دیگر استفاده شود. یک هادی با روکش، عایق سیم‌دار یا سیم‌عایق‌دار نامیده می‌شود و در صورتیکه چند هادی عایق‌بندی شده در داخل یک غلاف مشترک قرار گیرند این مجموعه کابل نامیده می‌شود. در برق‌رسانی هوایی از سیم‌های بدون روکش استفاده می‌شود که سیم‌لخت نامیده می‌شوند.

9-1-1-1- هادی‌های مورد استفاده در سیم‌ها و کابل‌ها

از بین فلزاتی که بعنوان هادی در ساختمان سیم‌ها و کابل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند مس از همه معمول‌تر است و باید مس با درجه خلوص بالاتر از 99/5 درصد باشد تا از فعل و انفعالات شیمیایی ناخالصی‌ها جلوگیری بعمل آید. مس در حرارت 20 درجه سانتی‌گراد مقاومت مخصوصی برابر $1,724 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ اهم‌متر در مقابل جریان مستقیم از خود نشان می‌دهد. علاوه بر داشتن مقاومت الکتریکی کم، مس در مقابل اثرات جوی مقاوم است و دارای استحکام مکانیکی مطلوب می‌باشد و به سهولت می‌توان آنرا به اشکال دلخواه در آورد. کابل‌های آلومینیومی که مقاومت مخصوص آن 1/65 برابر مس است و وزن مخصوص آن سه برابر کمتر از مس می‌باشد در بازار موجود است. لیکن عوامل جوی بخصوص رطوبت روی آن تأثیرات سوء، نظیر خوردگی می‌گذارد و در اثر اکسید شدن آن اکسید آلومینیوم حاصل می‌شود که جسمی عایق است. استحکام مکانیکی آلومینیوم و نرمش آن برای قبول اشکال دلخواه به خوبی مس نیست و به این دلایل از کابل‌های آلومینیوم نباید استفاده شود مگر در شرایط ویژه و با نظر دستگاه نظارت.

9-1-1-2- عایق‌های مورد استفاده در سیم‌های عایق‌دار و کابل‌های فشار ضعیف

برای عایق کردن سیم‌ها و کابل‌ها از کاغذ، کاغذ آغشته به روغن، لاستیک طبیعی، لاستیک مصنوعی و پلاستیک استفاده می‌شود. لاستیک به سهولت می‌سوزد، در نور آفتاب و گرما ترک می‌خورد و به سهولت رطوبت جذب می‌کند که خواص عایقی آن را از بین می‌برد. لذا در پروژه‌ها باید از کابل‌هایی با روکش کلروپلی‌وینیل (polyvinyl chloride) که به نام تجاری پی-وی-سی (PVC) معروف شده است استفاده کرد. PVC دارای استحکام مکانیکی خوب و قابلیت انعطاف بوده،

بسهولت نمی سوزد و رطوبت جذب نمی‌کند. نظریه اینکه PVC در درجه حرارت های بالا ارزش عایقی خود را از دست می‌دهد لذا در مواردی که درجه حرارت در حین کار از 70 درجه تجاوز می نماید، نباید مورد استفاده قرار گیرد. امروزه عایق کابلها فشار ضعیف و فشار متوسط حدود 11 کیلووات از نوع PVC می باشد و در ولتاژهای بالاتر باید از کابل‌هایی با عایق‌های دیگری و از جمله پلی اتیلن استفاده شود.

9-1-1-3- ساختمان سیم‌های عایق دار و اندازه‌های استاندارد

ولتاژهای مورد استفاده در برق رسانی یک فاز 220 و در سه فاز 380 ولت است که به فشار ضعیف معروف می‌باشد. هادی سیم‌های عایق دار فشار ضعیف باید از رشته‌های بهم تابیده تشکیل شده و روی آن عایق PVC قرار گرفته باشد. سطح مقطع هادی کابل باید طوری انتخاب شود که بتواند جریان لازم را بدون افزایش درجه حرارت از حد مجاز عبور دهد و ضخامت PVC نیز طوری انتخاب شود که بتواند ولتاژه موجود را تحمل کند. همچنین دارای استحکام مکانیکی کافی باشد. مشخصات سیم‌های عایق دار باید مطابق جدول شماره 1 باشد.

جدول شماره 1- مشخصات سیم‌های عایق دار استاندارد ایران

مقاومت در 70 درجه اه در (کیلو متر)	وزن سیم (کیلو متر/کیلو گرم)	قطر خارجی سیم (میلی متر)	ضخامت عایق (میلی متر)	سطح مقطع (میلی متر مربع)
21,2	16	2,7	0,8	1
14,2	21	3	0,8	1,5
15,9	21	3,1	0,8	1,5
8,54	31	3,4	0,8	2,5
8,70	33	3,6	0,8	2,5
5,41	49	4,2	0,8	4
3,61	69	4,7	0,8	6
2,14	116	6,1	1	10
1,35	176	7,1	1	16
0,852	276	8,8	1,2	25
0,615	368	10	1,2	35
0,453	500	11,7	1,4	50
0,313	706	13,5	1,4	70
0,226	975	15,8	1,6	95
0,179	1210	17,4	1,6	120
0,146	1489	19,4	1,8	150
0,116	1866	21,6	2	185
0,0885	2436	24,7	2,2	240
0,0706	3048	27,5	2,4	300
0,0552	3883	30,9	2,6	400
0,0366	4877	34,4	2,8	500
0,0339	6276	38,4	2,8	630

9-1-1-4- کابل های فشار ضعیف و اندازه های استاندارد

کابل های فشار ضعیف (تا 1000 ولت) باید با استفاده از هادی مس و عایق PVC ساخته شده باشند. در مکان‌هایی که خطر ضربات وجود ندارد باید از کابل بدون زره محافظ استفاده شود و در محل‌هایی که خطر صدمات مکانیکی موجود باشد از کابل های دارای زره محافظ استفاده شود.

این کابل ها باید تقریباً به شکل قطاعی از دایره باشند که راس آن در مرکز کابل وقاعده آن به موازات سطح خارجی قرار گیرد. هادی های عایق شده به هم تابیده شده باشند و در کابل های دایره‌ای شکل نیز باید با استفاده از پرکننده PVC شکل مجموعه به صورت دایره حفظ شود. در صورتی که هادی های کابل از نوع قطاعی باشند مجموعه خود به خود تقریباً "دایره شکل خواهد بود و در این صورت به جای پر کننده، باید آنها در نوار پلاستیک پیچیده شده باشد. در کابل بدون زره باید غلاف کابل از نوع PVC و در کابل دارای زره محافظ، باید به منظور افزایش استحکام مکانیکی زره ای از سیم فولاد گالوانیزه به دور کابل تابیده باشد و سپس غلاف PVC روی آن کشیده شده باشد. غلاف علاوه بر ایجاد استحکام مکانیکی از نفوذ آب به داخل کابل و از اثرات فعل و انفعال های شیمیایی بر روی کابل جلوگیری می کند. در کابل با عایق کاغذی که نسبت به رطوبت بسیار حساس می باشد باید از غلاف فلزی از جنس سرب یا آلومینیوم استفاده شود.

در کابل های چهار سیمی که در شبکه های توزیع سه فاز (سه فاز و نول) مورد استفاده قرار می گیرند باید با توجه به این که جریان سیم نول معمولاً از جریان فازها خیلی کمتر است سیم نول را با مقطعی در حدود نصف مقطع سیم فازها انتخاب کرد.

در جدول شماره 2 مشخصات برخی کابل های سه سیمی یا چهار سیمی بدون زره که برای کابل کشی در داخل یا خارج ساختمان ایستگاه پمپاژ، انتقال برق به دستگاه آبیاری بارانی ستر پیوت و... و در رو یا زیر زمین در اماکنی که خطر ضربات مکانیکی موجود نباشد می توان به کاربرد، مناسب هستند درج گردیده و در جدول شماره 3 مشخصات برخی کابل های چهار سیمی مسلح به زرهی از سیم های فولادی گالوانیزه با غلاف PVC آمده است

در این جداول تعداد سیم ها و مقطع هر یک از آنها داده شده است. در مورد کابل های چهار سیمی که مقطع سیم چهارم کمتر از سه سیم دیگر است مقطع سیم چهارم بعد از علامت ممیز آمده است. مشخصات کابل‌های که مورد استفاده در پروژه ها از نظر ضخامت عایق سیم‌های اصلی، ضخامت غلاف، قطر خارجی کابل، وزن کابل در هر کیلومتر طول کابل و مقاومت هر یک از سیم‌های اصلی در هر کیلومتر طول کابل باید با مشخصات مندرج در جداول شماره 2 و 3 تطبیق داشته باشد.

جدول شماره 2- مشخصات کابل های چهار سیمی بدون زره (استاندارد ایران)

مقاومت در 70 درجه (اهم در کیلومتر)	وزن کابل (کیلوگرم در کیلومتر)	قطر خارجی (میلیمتر)	ضخامت غلاف (میلیمتر)	ضخامت عایق (میلیمتر)	سطح مقطع (میلیمتر مربع)	دایره ای
2,16	850	18,2	1,8	1	4 × 10	
1,36	1233	21,3	1,8	1	4 × 16	
0,863	1558	27,3	1,8	1,2	3 × 25/16	
0,627	2011	30,3	1,8	1,2	3 × 35/16	قطری
0,863	1228	22,9	1,8	1,2	3 × 25/16	
0,627	1549	25,2	1,8	1,2	3 × 35/16	
0,464	2097	29,3	1,9	1,4	3 × 50/25	
0,321	2937	33	2	1,4	3 × 70/35	
0,232	3915	37,6	2,1	1,6	3 × 95/50	
0,184	4923	40,5	2,2	1,6	3 × 120/70	
0,15	5948	45,5	2,4	1,8	3 × 150/70	
0,12	7370	50	2,5	2	3 × 185/240	
0,092	9478	56,1	2,7	2,2	3 × 240/120	

جدول شماره 3- مشخصات کابل های چهار سیمی زره دار استاندارد ایران

مقاومت در 70 درجه (اهم در کیلومتر)	وزن کابل (کیلوگرم در کیلومتر)	قطر خارجی (میلیمتر)	ضخامت غلاف (میلیمتر)	ضخامت عایق (میلیمتر)	سطح مقطع (میلیمتر مربع)	دایره ای
0,863	2312	30,1	1,8	1,2	3 × 25/16	
0,627	2809	33,1	1,8	1,2	3 × 35/16	
0,863	1954	26,8	1,8	1,2	3 × 25/16	
0,627	2361	29,3	1,9	1,2	3 × 35/16	مشکلی
0,464	3019	33,2	1,9	1,4	3 × 50/25	
0,322	4199	37,4	2	1,4	3 × 70/35	
0,233	5361	42,2	2,3	1,6	3 × 95/50	
0,185	6901	49,5	2,4	1,6	3 × 120/70	
0,151	8115	50,9	2,4	1,8	3 × 150/70	
0,122	9746	55,4	2,5	2	3 × 185/240	
0,945	12230	61,7	2,7	2,2	3 × 240/120	

9-1-1-5- جریان مجاز سیم‌ها و کابل‌های فشار ضعیف

جریان برق در اثر عبور از سیم‌ها و کابل‌ها ایجاد حرارت می‌نماید و سبب افزایش درجه حرارت اجزاء متشکله آنها می‌گردد. در صورتی که این افزایش درجه حرارت ادامه یابد موجب خرابی عایق سیم‌ها و کابل‌ها می‌شود. بنابراین برای حفاظت عایق‌ها لازم است درحالت تعادل درجه حرارت آنها از حداکثر مجاز متجاوز نگردد. لازمه ثابت ماندن درجه حرارت این است که حرارت تولید شده به محیط خارج منتقل گردد و انتقال حرارت به خارج، از طریق هدایت، کنواکسیون و تشعشع صورت می‌گیرد و تابع درجه حرارت نهایی، درجه حرارت محیط، ضریب انتقال حرارت، مساحت و وضعیت سطح خارجی کابل و وضعیت استقرار آن می‌باشد بنابراین جریانی مجاز سیم‌ها و کابل‌ها نباید از مقادیر ذکر شده در جدول جریانی مجاز مندرج در جدول شماره 4 بیشتر باشد.

9-1-1-6- جریانی مجاز سیم‌های عایق دار مسی باعایق PVC

سیم‌های عایق دار بسته به وضعیت نصب آنها به سه گروه تقسیم می‌شوند:

گروه 1- سیم‌های داخل لوله

تعداد سیم‌ها در هر لوله نباید از چهار سیم بیشتر باشد.

گروه 2- سیم‌های دولا یا سه لا

این سیم‌ها آزادانه در هوا کشیده می‌شوند و معمولاً " برای تغذیه مصرف کننده‌های قابل حمل و نقل باید استفاده شوند.

گروه 3- تعداد سیم‌های یک لا

این سیم‌ها آزادانه در هوا کشیده شده و فاصله بین سیم‌های مجاور حداقل باید برابر قطر سیم انتخاب شود.

جدول شماره 4- جریان مجاز کابلها باهادی مسی و عایق غلاف PVC

کابل سه یا چهار سیمی		کابل دوسیمی		کابل یک سیمی		سطح مقطع (میلیمتر مربع)
هوای 30 درجه	زمین 20 درجه	هوای 30 درجه	زمین 20 درجه	هوای 30 درجه	زمین 20 درجه	
18	27	21	30	26	37	1,5
25	36	29	41	35	50	2,5
34	46	38	53	46	65	4
44	58	48	66	58	83	6
60	77	66	88	80	110	10
80	100	90	115	0,5	145	16
105	130	120	150	140	190	25
130	155	150	180	175	235	35
160	185	180	210	215	280	50
200	230	230	260	270	350	70
245	275	275	315	335	420	95
285	315	320	360	390	480	120
325	355	375	400	445	540	150
370	400	430	460	510	620	185
435	465	510	530	620	720	240
500	520	590	590	710	820	300
600	600	710	680	850	960	400
-	-	-	-	1000	1110	500

9-1-1-7- تعیین مقاطع سیم های عایق دار و کابل ها

سطح مقطع سیم های عایق دار و کابل ها براساس جریان مجاز و حداکثر افت ولتاژ مجاز باید انتخاب شود. انتخاب مقاطع صحیح براین اساس تنها مستلزم محاسبه جریان مصرف کننده یا مصرف کننده ها با استفاده از جدول شماره 4 می باشد. مصرف کننده های کوچک با قدرت کمتر از 3 اسب بخار عموماً از سیستم تک فاز تغذیه می شوند و برای قدرت های بالاتر از آن می بایستی از سیستم سه فاز استفاده نمود. لازم به ذکر است تعیین سطح مقطع سیم یا کابل با استفاده از جدول جریان مجاز برای فواصل کوتاه (کمتر از 100 متر) مناسب است.

9-1-1-7-1-1- روش محاسبه شدت جریان مصرف کننده در سیستم تک فاز

برای محاسبه جریان الکتروموتورهای تک فاز با ظرفیت اسمی (توان خروجی) P بر حسب وات باید از رابطه زیر استفاده گردد.

$$I = P / (V \cdot \eta \cdot \cos\theta)$$

در رابطه بالا P توان خروجی موتور بر حسب وات، V ولتاژ مدار تغذیه بر حسب ولت و η راندمان موتور و $\cos\theta$ ضریب قدرت موتور می باشد. راندمان این موتور ها حدود 90 درصد و ضریب قدرت آنها 0,6 تا 0,7 می باشد. تنها در یک نوع از این موتورها که در حالت کار، خازنی در مدار دارند ضریب قدرت تا 0,9 افزایش می یابد.

معمولا در ایستگاه های پمپاژ سیستم های آبیاری تحت فشار با مساحت کمتر از یک هکتار از الکتروموتورهای تک فاز از نوع القایی با رتور قفسی استفاده می شود.

9-1-1-7-2- روش محاسبه شدت جریان مصرف کننده در سیستم تک فاز

بیشترین الکتروموتورهای مورد استفاده در ایستگاه های پمپاژ سیستم های آبیاری تحت فشار را موتورهای القایی سه فاز با رتور قفسی تشکیل می دهند جریان یک موتور سه فاز در حالت کار در ظرفیت اسمی آن از رابطه زیر محاسبه میشود.

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot V \cdot \eta \cdot \cos\theta)$$

در رابطه بالا P توان خروجی موتور بر حسب وات، V ولتاژ مدار تغذیه بر حسب ولت و η راندمان موتور و $\cos\theta$ ضریب قدرت موتور می باشد. راندمان این موتور ها حدود 90 درصد و ضریب قدرت آنها 0,6 تا 0,7 می باشد.

راندمان موتور بستگی به ظرفیت و سرعت آن دارد و ضریب توان موتور نیز تابع قدرت و سرعت آن می باشد. تغییرات راندمان و ضریب توان موتور های سه فاز القایی با رتور قفسی با ظرفیت و سرعت های مختلف در جدول شماره 5 آمده است.

جدول شماره 5 - راندمان و ضریب موتورهای القایی سه فاز بار تور قفسی

موتور 6 قطبی 1000 دور در دقیقه		موتور 4 قطبی 1500 دور در دقیقه		موتور دو قطبی 3000 دور در دقیقه		خروجی موتور کیلووات
$\cos\theta$	η	$\cos\theta$	η	$\cos\theta$	η	
0,63	0,68	0,67	0,89	0,73	0,70	0,5
0,66	0,70	0,69	0,71	0,75	0,72	1
0,69	0,81	0,74	0,83	0,86	0,84	5
0,71	0,82	0,84	0,84	0,87	0,86	10
0,75	0,83	0,83	0,85	0,89	0,88	20
0,82	0,87	0,85	0,89	0,90	0,90	50
0,84	0,89	0,89	0,90	0,92	0,91	100
0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,93	1000

9-1-1-8- کابل های دستگاه آبیاری بارانی سنتر پیوت و لینیر

در دستگاه آبیاری بارانی سنتر پیوت و لینیر برای برقراری ارتباط بین قسمتهای مختلف، سیستم برق دستگاه باید از کابل‌هایی با مشخصات زیر استفاده شود:

الف - کابل اسپین ها

این کابل شامل 10-13 رشته سیم می‌باشد. (4 رشته مربوط به مدار سه فاز و 6 تا 9 رشته مربوط به مدار کنترل می‌باشد) و مابین تابلو برق اصلی دستگاه و تابلوهای اسپین قرار گرفته و شامل مدار قدرت و کنترل (فرمان) بوده و اساس سیستم الکتریکی دستگاه را تشکیل میدهد.

ب - کابل الکتروموتورها

این کابل که بین تابلوهای کنترل هر اسپین و الکتروموتور آن قرار گرفته شامل 4 رشته سیم بوده و ولتاژ سه فاز را به منظور حرکت دستگاه به الکتروموتورها منتقل می‌نماید. کلیه کابل‌های دستگاه به دلیل قرار گیری در شرایط مختلف آب و هوایی باید از جنس مقاوم ساخته شده باشند.

9-1-1-9- استانداردهای اجرایی

کلیه سیم‌ها و کابل‌های مورد استفاده در ایستگاه‌های پمپاژ و انتقال برق به دستگاه‌های آبیاری بارانی سنتر پیوت و لاینر و... و عملیات اجرایی آنها باید مطابق استاندارد های ملی و مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی (نشریه 110 معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری) باشد.

جهت سیم‌کشی رو کار یا تو کار باید از لوله‌های PVC سخت و یا لوله‌های فولادی گالوانیزه استفاده شود. لوله‌های فولادی و لوازم مربوط به آن باید منطبق با ضوابط و معیارهای مندرج در آخرین اصلاحیه نشریه استاندارد شماره 294 موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ساخته شده باشند.

لوله‌های PVC سخت باید براساس استانداردهای شناخته شده بین‌المللی مانند IEC یا VDE تولید شده باشند. تعداد مجاز هادی‌های روشنایی و قدرت و جریان ضعیف در داخل لوله‌های فولادی گالوانیزه و یا PVC سخت باید طبق جدول مربوطه انتخاب گردد. حداقل قطر داخلی لوله‌های فولادی گالوانیزه برق 16/4 میلیمتر و لوله‌های PVC سخت 16 میلیمتر (Pg11) باید باشد.

کلیه لوله‌کشی‌های برق باید از تابلوهای برق مربوطه شروع و به جعبه تقسیم یا جعبه کلید و پریرز ختم شود، بدین معنا که باقی‌گذارندن سرلوله به طور آزاد و یا استفاده از سر چپقی برای ختم لوله مجاز نیست. در مواردی که از لوله‌های غیر فلزی استفاده می‌شود باید کلیه لوازم اتصال آن نیز از همان نوع انتخاب شود.

در مکان‌های تر و مرطوب کلیه اتصالاتهای مجراها و لوله‌ها باید در برابر رطوبت عایق و کلیه درپوشهای جعبه تقسیم‌ها دارای واشر بوده و با پیچ به جعبه‌ها متصل شود.

کلیه لوله‌های روکار و یا توکار باید با خط الراس دیوارها و سقف، موازی و یا عمود بر آن، به طرز منظمی نصب شود. فواصل لوله‌ها از یکدیگر باید مساوی بوده و شعاع خمش لوله‌ها یکسان باشد. اتصال لوله‌های روکار به دیوار باید به وسیله پیچ و مهره فلزی مناسب انجام شود، به نحوی که ظاهر کار کاملاً تمیز و مرتب باشد.

در مواردی که لوله‌های برق از درز انبساط عبور می‌کند باید از بوش منبسط شونده استفاده شود و یا اینکه لوله اصلی را در داخل لوله بزرگتری قرار داد به نحوی که بتواند آزادانه منقبض و منبسط شود و انتهای دیگر لوله بزرگتر نیز به وسیله یک تبدیل لوله‌کشی وصل گردد و یک سیم رابط نیز به منظور حفظ مداومت اتصال زمین بین دو لوله کشیده شود

در لوله‌کشی توکار در دیوارهای بتنی برای نصب و عبور لوله‌های برق باید هنگام قالب‌بندی محل لازم در نظر گرفته شود. کندن شیپار روی این گونه دیوارها یا سقف و کف بتنی، پس از اتمام بتن‌ریزی، به هیچ وجه مجاز نخواهد بود. در دیوارهای آجری، شیپارکنی و یا جاسازی و ایجاد سوراخ برای نصب لوله‌های برق، باید پس از اجرای پلاستر و یا گچ و خاک دیوارها و یا سقف انجام شود. عمق این گونه شیپارها باید به نحوی باشد که اولاً، بیش از نصف ضخامت دیوار برداشته نشود. ثانیاً سطح خارجی لوله نصب شده، حداقل 1/5 سانتی‌متر زیر سطح تمام شده دیوار قرار گیرد. این شیپارها باید حتی‌المقدور با وسایل مکانیکی و در صورت عدم امکان دسترسی به وسایل مکانیکی با تیشه مخصوص انجام شود. عرض شیپار باید حتی‌الامکان متناسب با مجموع پهناهای لوله‌های مورد نظر باشد و در آوردن شیپار بیش از حد لزوم مجاز نمی‌باشد.

کلیه جعبه‌های تقسیم، کشش، کلید و پریز باید به نحوی نصب شود که لبه خارجی آن با سطح تمام شده دیوار کاملاً هم سطح و تراز باشد. در مواردی که این گونه جعبه‌ها پایین‌تر از سطح دیوار قرار گیرد، باید به وسیله حلقه‌های قابل تنظیم **Extension Rings** لبه‌های خارجی جعبه با سطح دیوار یکسان شود. کاربرد لوله‌های برگمان و خرطومی پی‌وی‌سی (pvc) به هیچ وجه مجاز نمی‌باشد.

لوله‌های توکار باید به طریقی نصب شود که از پیچ و خمهای اضافی امتناع شده و حتی‌المقدور از کوتاهترین فاصله استفاده شود. لوله‌های توکار باید حداقل 15 میلیمتر زیر سطح تمام شده دیوار یا سقف نصب شود.

در مواردی که لوله‌ها در کف نصب می‌شود، حداقل فاصله از روی لوله تا سطح تمام شده، باید سه سانتی‌متر باشد. جعبه‌های تقسیم و کشش و امثال آن، باید به نحوی نصب شود که سیمها و کابل‌های محتوی آن بدون تخریب ساختمان و یا خاکبرداری قابل دسترسی باشد ضمن این که حتی‌المقدور دور از انظار قرار گیرد.

اتصالات بدون رزوه باید به طور محکم انجام شود. در مکانهای مرطوب یا در جایی که لوله در بتن یا زیر خاک و امثال آن دفن می‌شود، اتصال باید از نوعی باشد که از ورود آب به داخل لوله‌ها جلوگیری کند.

در مکانهای تر و مرطوب لوله‌کشی روکار عادی، باید به نحوی انجام شود که بین لوله و سطح اتکایی حداقل پنج میلی‌متر فاصله وجود داشته باشد. در صورتی که کلیه لوله‌های برق از کف اطاقها عبور داده شوند، آسیب‌دیدگی کمتر خواهد بود.

در لوله‌کشی روکار کلیه اتصالات باید از نوع پیچی بوده و به وسیله پیچ و مهره و بوشن و زانو و سه راه به یکدیگر متصل شود. محکم کردن لوله‌ها باید به وسیله لوازمی انجام گیرد که سبب زدگی و یا فرورفتگی لوله نشود.

محل و فاصله بست های لوله‌های روکار نباید کمتر از 40 سانتی متر و از 100 سانتی متر بیشتر باشد.

بست ها باید به وسیله رول پلاک و پیچ به دیوار یا سقف محکم شود. در مواردی که لوله بر روی سطح فلزی نصب می‌شود باید از پیچ های فولادی مخصوص فلز استفاده شود و در صورتی که لوله روی سطح چوب نصب شود پیچ های مخصوص چوب باید به کار رود.

در صورت لزوم، خم کردن لوله ها باید به نحوی انجام شود که لوله‌های زخمی نشده و قطر داخلی آن به طور موثر نقصان نیابد. برای لوله‌های با قطر 25 میلی متر می‌تواند از لوله خم کن دستی استفاده کرد لیکن برای لوله‌های بیش از 25 میلی متر قطر باید از ماشین خم کن استفاده شود. شعاع داخلی انحناء لوله‌هایی که در کارگاه خم می‌شود، در صورتی که لوله حاوی هادی های بدون روکش سربی است، نباید از 8 برابر قطر لوله کمتر باشد و در صورتی که لوله حاوی هادی های دارای روکش سربی باشد 12 برابر قطر لوله باید در نظر گرفته شود.

تعداد خم ها، در مسیر لوله‌کشی بین دو نقطه اتصال مکانیکی مانند دو جعبه (اعم از جعبه تقسیم و یا جعبه کلید و پرینز) و یا یک جعبه و یک بوشن و یا دو بوشن در صورتی که تعداد خم ها از چهار ربع خم (مجموعاً 360 درجه) بیشتر گردد باید از جعبه کشش (Pull Box) استفاده شود. اندازه جعبه‌های تقسیم و کشش باید طوری انتخاب شود که فضای کافی برای سیم‌ها و کابل‌های داخل آن وجود داشته باشد.

در موارد اتصال لوله به جعبه در صورتی که از بوشن و مهره استفاده شود جعبه‌های مدور نباید به کار برده شود. جعبه‌های اتصال و جعبه تقسیم های فلزی مخصوص کشش (Pull Box) باید با مهره (Lock Nut) و بوشن مناسب با نوع لوله‌کشی به لوله متصل شود و دقت کافی به عمل آید که رزوه‌های سر لوله به قدر کافی به داخل جعبه وارد شود و در نتیجه محل لازم برای نصب بوشن و مهره و تامین اتصال الکتریکی محکم با جعبه مربوطه به وجود آید.

در لوله‌کشی فلزی، کلیه اتصالات اعم از لوله و جعبه‌ها و سایر لوازم مربوطه باید به نحوی انجام شود که اتصال موثر الکتریکی تحقق پذیرد.

مجاری فلزی، جعبه‌های تقسیم و کشش، کابینت‌ها، کابل‌های زره‌دار و لوازم لوله‌کشی مربوط، باید به سیستم زمین اتصال داده شود.

در مواردی که لوله‌ها به کانال فلزی یا تابلو و یا هر نوع ورقه فلزی ختم می‌شود، اتصال باید به وسیله بوشن برنجی و واشر سربی انجام شود.

کابل‌های مورد استفاده در پروژه باید طبق استاندارد **ISIRI 3569** ایران یا **IEC 60502** 1 بین‌المللی و یا **VDE- 0271** آلمان و ولتاژ اسمی آنها 600/1000 ولت باشد.

کلیه سیم‌های مورد مصرف در تأسیسات برقی کارهای ساختمانی باید دارای هادی مسی با پوشش **PVC** و ولتاژ حداکثر 750 ولت بوده و کاملاً بر طبق استاندارد ایران به شماره 607-1353 ساخته شده باشند. بدیهی است در صورت فقدان استاندارد ایرانی برای سیم مورد نیاز باید مشخصات آن سیم با مقررات مربوط به کمیته بین‌المللی الکتروتکنیکی **IEC** و یا **NEC** مطابقت کند.

نوع سیم **NYA** و **NYAF** که در مناطق خشک و برای برقراری ثابت به صورت معمول و در نقاط مرطوب با پوشش لوله باید به کار رود. به منظور تعیین قابلیت بار مجاز سیم‌ها و نیز سطح مقطع آن باید از جداول مندرج در نشریه استاندارد ایران به شماره 1357-1936 استفاده شود، و یا مطابق استاندارد شماره **ISIRI 607** ایران و **VED 0106/12-69** عمل شود.

سیم‌های مدارهای مختلف الکتریکی حامل ولتاژهای متفاوت باید از لوله‌های جداگانه عبور کند.

در محیط‌هایی که درجه حرارت محیط از 55 درجه سانتی‌گراد تجاوز می‌کند باید از سیم‌های نسوز در مقابل حرارت که در داخل لوله‌های فولادی معمولی یا نرم قرار خواهد گرفت استفاده شود.

سیم‌ها نباید به داخل لوازم یا دستگاه‌هایی وارد شود که به علت انتقال حرارت در شرایط عادی کار ممکن است سبب تجاوز دمای هادی‌ها از مقادیر منظور شده در محاسبه جریان و سطح مقطع جریان و سطح مقطع گردد.

توصیه می‌شود حتی‌الامکان از مصرف سیم‌های تک رشته در داخل لوله خودداری شود. در صورت عدم امکان لااقل سیم‌هایی که دارای مقطع بیش از 4 میلی‌متر مربع می‌باشد باید از نوع افشان بوده و مقاطع پایین‌تر ممکن است از نوع تک رشته‌ای باشد. اتصال سیم‌ها به شینه‌های تابلو، ماشین‌ها و مصرف‌کننده‌های دیگر فقط با پیچ و مهره مجاز می‌باشد.

9-2- سیستم های ایمنی و حفاظتی

9-2-1- لزوم حفاظت وسایل الکتریکی

برای اینکه استفاده از برق بطور صحیح و با ایمنی لازم انجام شود، استفاده از وسایل کنترل و حفاظت الزامی است. وسایل کنترل، قطع و وصل مدارها را در هر زمان امکان پذیر می کند و وسایل حفاظت در هنگام بروز خطر مدار را بطور خودکار قطع می کنند

سیمها و کابلها بسته به اندازه ونحوه نصب آنها قادرند جریان معینی را بدون ایجاد خطر حمل کنند که جریان مجاز نامیده می شود. در صورتیکه جریان بیشتر از جریان مجاز و برای مدت قابل ملاحظه‌ای از سیم عبور نماید حرارت اضافی تولید شده موجب افزایش درجه حرارت سیم یا کابل و خرابی عایق آن و اتصال کوتاه و ایجاد حریق می گردد. بنابراین باید یک وسیله حفاظتی که مانع افزایش جریان از حد مجاز گردد در مدارهای الکتریکی نصب گردد. جریان مدار بوسیله بارهای متصل به مدار معین می شود وسیله حفاظتی نمی تواند در تنظیم جریان نقش ایفا کند و باید در صورت افزایش جریان از حد مجاز مدار را قطع کرده و باین ترتیب مانع خرابی سیمها و یا کابلها گردد.

9-2-2- فیوزها

ساده ترین و قدیمی ترین وسایل حفاظتی فیوزها هستند. فیوزها سیم‌هائی از جنس مخصوص در سطح مقطع کوچک هستند که بطور متوالی در مدار برقی قرار می‌گیرند. اندازه سیم فیوز باید طوری انتخاب شوند که جریان اسمی مدار را بدون ایجاد حرارت خارج از حد و ذوب شدن حمل کند و در صورتیکه بدلیل بار اضافی یا اتصال کوتاه، جریان از حد مجاز افزایش یابد سیم فیوز گرم و ذوب شده و مدار را قطع کند. فیوزها امروزه به حد کمال رسیده و به روز شده اند. علاوه بر فیوزها باید برای حفاظت بیشتر از رله های حرارتی، رله ها الکترومکانیکی و رله های القایی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند که به کنتاکتورها و دیژنکتورها فرمان قطع می دهند در مدارهای الکتریکی استفاده می شوند. فیوزها و پایه آنها بایستی طبق استاندارد DIN49515 یا IEC 971 با ولتاژ اسمی 500 ولت باشد.

9-2-2-1- فیوزهای معمولی

فیوزها از سه قسمت تشکیل شده اند. قسمت اول پایه فیوز است که روی تابلو نصب می شود و سیم های مدار به دو طرف آن متصل می شوند. قسمت دوم حامل جزء ذوب شونده است که در داخل پایه فیوز قرار می گیرد و بالاخره قسمت سوم جزء ذوب شونده است که از یک سیم ساده و یا از یک استوانه ای که فلز ذوب شونده را در بر دارد تشکیل می شود.

9-2-2-2-2- فیوزهای تأخیری

فیوزهای معمولی بسته به میزان جریان، باید مدار را پس از گذشت مدت زمانی از شروع جریان اضافی قطع کنند برای بسیاری از کاربردها تأخیر زمانی بیشتری لازم است. یکی از این موارد فیوز محافظ مدار موتورهای الکتریکی است که در آنها در طول زمان راه اندازی نباید فیوز بسوزد.

9-2-2-3- استاندارد فیوزها

استاندارد شدت جریان فیوزها باید مطابق جدول شماره 6 باشد.

جدول شماره 6- اندازه استاندارد فیوزها - بر حسب آمپر

63	50	35	25	20	16	10	6	4	2
400	350	300	260	225	200	160	125	100	80
					1000	800	630	500	430

9-2-2-4- قدرت قطع فیوزها

حداکثر جریانی را که فیوز بدون آسیب رساندن به پایه و حامل خود می‌تواند حمل می‌کند قدرت قطع فیوز نامیده می‌شود و بر حسب کیلو آمپر اندازه گیری می‌شود. گاهی نیز با ضرب این مقدار جریان در مقدار اسمی ولتاژمدار قدرت قطع فیوز بر حسب کیلوولت آمپر یا مگا ولت آمپر مشخصی گردد. در انتخاب فیوز لازم است جریان اتصال کوتاه مدار در محل استقرار فیوز محاسبه شود و فیوزی که قدرت لازم را دارا می‌باشد انتخاب شود.

9-2-3- محافظت سیم ها و کابل های انشعاب های معمولی

برای حفاظت سیم ها و کابل های انشعاب های معمولی که موتورهای الکتریکی را تغذیه نمی‌کنند و در لحظه شروع جریان های زیادی برای مدت قابل ملاحظه ای از مدار نمی‌کند باید از فیوزها با اندازه مناسب و ضریب ذوب کم استفاده شود. برای این کار باید فیوز استاندارد دی که اندازه اسمی آن برابر جریان مجاز سیم یا کابل است یا کمی با آن اختلاف دارد انتخاب شود. چنین فیوزی باید در صورت بار اضافی یا بروز اتصال کوتاه ذوب شده و مدار را قطع کند و با جدا نمودن قسمت معیوب بقیه مدار یا شبکه را مصون نگاه دارد.

9-2-4- اصلاح ضریب قدرت

در جریان متناوب تمام وسایل الکتریکی شامل سیم‌ها، کابل‌ها و مصرف‌کننده‌ها بویژه الکتروموتورها علاوه بر مصرف توان اکتیو، توان راکتیو نیز مصرف می‌نمایند و میزان توان راکتیو مصرفی آنها با توجه به ضریب قدرت آنها تعیین می‌گردد. در مصرف‌کننده‌های با قدرت بالا توان راکتیو مصرفی توسط کنتور راکتیو اندازه‌گیری و بهای آن از مصرف‌کننده دریافت می‌گردد و از سوی دیگر وجود قدرت راکتیو باعث گرم شدن سیم‌ها و کابل‌های انتقال برق خواهد شد لذا در راستای صرفه‌جویی و کاهش هزینه‌های برق مصرفی و برطرف شدن مشکل یاد شده باید توان راکتیو مصرفی کاهش داده شود در این زمینه باید از خازن یا بانک خازن استفاده نمود.

خازن‌ها تولیدکننده توان راکتیو بوده و می‌توانند توان راکتیو مورد نیاز مصرف‌کننده‌های الکتروموتوری را تامین نمایند. بنابراین در ایستگاه‌های پمپاژ با توجه به تعداد الکتروپمپ‌ها و قدرت و ضریب قدرت هر یک از الکتروپمپ‌ها، باید بانک خازن مورد نیاز محاسبه و نصب گردد و با نصب رگلاتور مقدار و تعداد خازن‌های مورد نیاز با توجه به تعداد الکتروپمپ‌های در حال کار ضریب قدرت مورد نظر تامین گردد.

برای محاسبه قدرت بانک خازن مورد نیاز از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Q = P(tg\theta_1 - tg\theta_2)$$

در این رابطه Q قدرت بانک خازن مورد نیاز برحسب وار (VAR)، p قدرت اکتیو کل ایستگاه پمپاژ برحسب وات (w)، $tg\theta_1$ براساس ضریب قدرت ایستگاه پمپاژ قبل از نصب بانک خازن و $tg\theta_2$ براساس ضریب قدرت مورد نظر ایستگاه پمپاژ پس از نصب بانک خازن می‌باشد.

9-3- کلیدها، تابلوها و تجهیزات جانبی

9-3-1- کلیدهای راه‌اندازی

کلیدهای الکتریکی باید استحکام الکتریکی کافی برای حمل ولتاژ مدار و ظرفیت کافی برای حمل جریان مداری را که کنترل می‌کنند، دارا باشند. این بدان معنی است که کلیدها باید بدون افزایش درجه حرارت، جریان مدار را به طور دائم حمل کنند. علاوه بر این در صورت اتصال کوتاه، جریان زیادی را برای مدت کوتاهی تحمل کنند تا وسایل حفاظتی عمل کرده و مدار را قطع نمایند. بنابراین در انتخاب کلیدها باید به ولتاژ اسمی، جریان اسمی و قدرت قطع آنها توجه شود. کلیدها به دودسته کلید دستی و کلید خودکار تقسیم می‌شوند. از کلید دستی نباید جهت کنترل الکتروپمپ در ایستگاه‌های پمپاژ سیستم

های آبیاری تحت فشار (به دلیل عدم امکان حفاظت برای الکتروپمپ‌ها) استفاده نمود و باید از کلیدهای خودکار استفاده گردد، زیرا در صورت بروز هرگونه مشکل از قبیل کاهش ولتاژ، افزایش شدت جریان الکتروپمپ، افزایش فشار ناشی از کاهش آبدهی پمپ، قطع یکی از فازهای ورودی یا دو فاز شدن و... الکترو پمپ بصورت خودکار قطع شده و از وارد شدن آسیب به آن جلوگیری خواهد شد.

9-3-1-1-1- کلیدهای کنترل باقطع و وصل خودکار

در ایستگاه‌های پمپاژ کلیدهای بسیاری وجود دارند که باید فرمان قطع خود را از سیستم یا وسیله دیگری دریافت نمایند و در نتیجه وسایل متصل به مدار را به طور اتوماتیک کنترل کنند. انواع مهم این کلیدها عبارتند از:

9-3-1-2- تایمر های 24 ساعته

این کلیدها برای قطع و وصل اتوماتیک مدارها در ساعت معین به کار گرفته می شوند. در کاربرد این کلیدها باید به جریان مدار و ظرفیت کلید که برحسب آمپر داده می شود، توجه گردد. این کلیدها ساختمان‌های متفاوتی دارند. در یک نوع آن از موتور کوچک نوع سنکرون استفاده شده است که در صورت قطع برق برای مدت طولانی، از کار می ایستد.

9-3-1-3- کلیدهای حرارتی

این کلیدها از تغییرات درجه حرارت، فرمان قطع و وصل می گیرند و انواع مختلف دارند و عموماً از دو فلز با ضرایب انبساط مختلف تشکیل شده و در اثر حرارت خم می شود و به این ترتیب اتصال الکتریکی را وصل یا قطع می کند. در انتخاب این کلیدها نیز باید به شدت جریان کلید توجه شود.

9-3-1-4- کلیدهای فشاری

این کلیدها از تغییرات فشار آب در داخل لوله رانش پمپ، فرمان می گیرند و برای کنترل الکتروپمپ‌ها مورد استفاده قرار می گیرند. در کاربرد این نوع کلیدها علاوه بر شدت جریان کلید باید به فشار کارکرد آن نیز توجه شود.

9-3-1-5- کلید شناوری

این کلیدها از شناوری که در سطح مایع قرار دارد فرمان می‌گیرند و برای کنترل الکتروپمپ‌هایی که آب یا مایع دیگر به منبع ذخیره، تلمبه می‌کنند مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگر سطح مایع پایین‌تر از میزان معینی باشد شناور اهرمی را به حرکت در می‌آورد و کلید را می‌بندد و موتور شروع به کار میکند در کاربرد این نوع کلید باید به شدت جریان مجاز کلید توجه شود.

9-3-1-6- کلیدهای فیوزدار

این کلیدها در اندازه‌های استاندارد به صورت یک فاز و سه فاز ساخته می‌شوند. کاربرد آنها باید با توجه به شدت جریان مصرف‌کننده و جریان مجاز کلید فیوزدار باشد.

9-3-1-7- کلیدهای سه فاز

برای قطع و وصل مدارهای قدرت که غالباً سه فاز هستند باید از کلیدهای سه قطبی استفاده شود. (سیم نوترال این سیستم‌ها که در پست توزیع وصل به زمین شده است باید بطور دائم متصل باقی مانده و قطع و وصل نشود). در این کلیدها هر سه سیم مدار به طور همزمان قطع و وصل می‌شوند. در ولتاژ 380 ولت تا شدت جریان 630 آمپر میتوان از نوع گردان استفاده نمود و اندازه‌های آن باید مطابق استاندارد (630، 400، 200، 100، 63، 25، 40، 16، آمپر) باشد.

9-3-2- تابلوهای کنترل فشار ضعیف

تابلوهای الکتریکی فشار ضعیف شامل تابلوهای راه‌انداز، تابلوهای روشنایی، بانک خازن و تابلوهای توزیع می‌باشند.

9-3-2-1- تابلوهای راه‌انداز

تابلوهای راه‌اندازی (کلیدهای راه‌انداز خشک) با توجه به روش راه‌اندازی باید انتخاب گردد و شامل: راه‌اندازی اتصال مستقیم، راه‌اندازی ستاره (مثلث) و راه‌اندازی نرم می‌باشند.

9-3-2-1-1- روش راه‌اندازی اتصال مستقیم

در الکتروموتورهای سه فاز دو نوع اتصال ستاره و مثلث وجود دارد. در روش اتصال ستاره قدرت الکتروموتور $\frac{1}{3}$ (یک سوم) قدرت نامی ثبت شده روی پلاک الکتروموتور باید باشد، به عبارت



دیگر در روش اتصال ستاره قدرت الکترو موتور کاهش می‌یابد و در اتصال مثلث امکان دستیابی به حداکثر قدرت الکترو موتور فراهم می‌گردد بنابراین الکتروموتور سه فاز در ولتاژ استاندارد 380 ولت سه فاز برای کار دائم، اتصال آن باید مثلث باشد.

در صورتیکه قدرت الکترو پمپ‌های سه فاز کمتر از 11 کیلووات باشد مشروط به اینکه پمپ مربوطه از نوع **radial flow** (گریز از مرکز) بوده و در قسمت رانش پمپ از شیر فلکه دروازه‌ای استفاده شده باشد و در هنگام راه‌اندازی شیرفلکه در حالت بسته قرار داده شود می‌توان از روش راه اندازی اتصال مستقیم استفاده نمود. تابلوی راه انداز اتصال مستقیم باید دارای تجهیزات زیر باشد:

- فریم تابلو
- کلید حرارتی یا فیوز
- کنتاکتور (کلید مغناطیسی)
- رله حرارتی (بی متال)
- کنترل فاز
- کلید فشاری **start , stop**
- چراغ سیگنال
- ترمینالهای ورودی و خروجی

9-3-2-1-2- روش راه اندازی تابلوی اتصال ستاره (مثلث)

چنانچه قدرت الکتروپمپ مورد نظر بزرگتر از 7 کیلو وات باشد، باید به منظور کاهش شدت جریان راه اندازی و جلوگیری از صدمات مکانیکی احتمالی به پمپ، باید از روش راه اندازی ستاره (مثلث) استفاده نمود. در این روش راه اندازی ابتدا الکتروموتور با اتصال ستاره راه اندازی شده و پس از راه اندازی توسط تابلو راه انداز (کلید راه اندازی) اتصال الکتروموتور از حالت ستاره به حالت مثلث تغییر می‌یابد تجهیزات تابلوی راه انداز اتصال ستاره (مثلث) بشرح زیر می‌باشد:

- فریم تابلو
- کلید حرارتی یا فیوز
- کنتاکتور (کلید مغناطیسی)
- رله حرارتی (بی متال)

- چراغ سیگنال

- ترمینال های ورودی و خروجی

9-2-3-2- مشخصات فنی تجهیزات و تابلوهای الکتریکی دستگاه آبیاری بارانی سنترپیوت و لاینر

الف - تابلوی اصلی دستگاه

این تابلو باید روی پایه دستگاه آبیاری سنترپیوت یا ارابه دستگاه آبیاری لاینر نصب و توسط آن فرمان های لازم برای حرکت دستگاه ارسال شود. کابل برق ورودی (تغذیه) نیز به این تابلو متصل می گردد. در این تابلو کلیدها و شستی های مختلفی باید وجود داشته باشد تا امکان بهره برداری و استفاده صحیح از دستگاه را فراهم کند. عملکرد هر کدام از قسمت های مختلف این تابلو باید به شرح ذیل باشند.

کلید اصلی برق

کابل برق ورودی به دستگاه، ابتدا باید وارد این کلید شده و سپس به طرف سایر قسمت های تابلو توزیع گردد.

کلید تست ولتاژ

به منظور حصول اطمینان از میزان ولتاژ ورودی به دستگاه این کلید باید نصب گردد و با چرخش آن باید مقدار ولتاژ هر کدام از فازهای ورودی بطور مجزا بر روی ولت متر تعبیه شده در بالای این کلید، نمایش داده شود.

کلید دستگاه، روشن / خاموش / عیب یاب

این کلید جهت تأمین ولتاژ لازم جهت راه اندازی دستگاه و همچنین جهت عیب یابی هنگام بروز وضعیت اضطراری و توقف دستگاه، باید روی تابلو قراردادده شود.

کلید حرکت دستگاه، راست / توقف چپ

توسط این کلید باید جهت حرکت دستگاه انتخاب و تعیین شود.

کلید حرکت، بدون آب / با آب

دستگاه آبیاری بارانی سنتز پیوت یا لینپر باید دارای سیستم الکتریکی، توقف دستگاه به هنگام خاموش شدن پمپ آبرسان باشد. به عبارت دیگر در طی زمان آبیاری، اگر پمپ آبرسان به هر دلیل متوقف شود و یا فشار لازم برای کارکرد مناسب آپاشها تامین نگردد، دستگاه باید بطور اتوماتیک متوقف شده و در واقع بدون آنکه عملیات آبیاری انجام دهد، حرکت ننماید. این امر زمانی قابل دستیابی است که کلید یاد شده در وضعیت wet (با آب) قرار داده شده باشد. در زمان جابجائی دستگاه از نقطه‌ای به نقطه دیگر بدون انجام آبیاری، کلید در وضعیت dry (بدون آب) قرار داده می‌شود.

برای استفاده از این سیستم باید سوئیچ فشار (pressure switch) نیز بر روی دستگاه نصب شود و در مدار الکتریکی دستگاه قرار داده شود

دستگاه آبیاری بارانی سنتز پیوت باید دارای امکانات نصب بوستر پمپ و آپاش (گان) انتهائی داشته باشد. گان یا آب پاش تفنگی که بر روی آخرین لوله اورهنگ دستگاه نصب می‌شود، سطح زیر کشت دستگاه را به میزان طول پاشش خود افزایش می‌دهد. چنانچه فشار آب ورودی کمتر از فشار کارکرد آپاش انتهائی باشد. فشار آب را باید توسط یک بوستر پمپ تقویت کرد. محل نصب بوستر پمپ روی آخرین برج دستگاه و در کنار آخرین تابلوی کنترل دستگاه می‌باشد. فرمان لازم جهت راه اندازی و توقف بوستر پمپ باید توسط کلید پیش بینی شده در تابلوی اصلی دستگاه انجام پذیرد.

ساعت کارکرد

در روی دستگاه باید ساعتی نصب شده باشد که مدت زمان کارکرد دستگاه را در وضعیت عادی نشان دهد.

تایمر تنظیم سرعت (P.T.)

تنظیم سرعت حرکت دستگاه و در نتیجه میزان بارش و عمق آبیاری با قطع و وصل تناوبی حرکت برج آخر کنترل می‌شود. این عمل باید توسط تایمر در صدی (percentage timer) که در تابلوی اصلی دستگاه نصب می‌شود، انجام پذیرد.

مینای زمانی تایمر در صدی یک دقیقه یا 60 ثانیه می‌باشد با تنظیم آن که از صفر تا صد درصد می‌تواند متغیر باشد، سرعت حرکت دستگاه نیز متناسب با آن تغییر می‌کند. به طور مثال اگر این تایمر روی 60 درصد قرار داده شود، دهانه آخر دستگاه به مدت 36 ثانیه (60 درصد یک دقیقه) حرکت

کرده و به صورت تناوبی حرکت آن تکرار می‌شود و با تنظیم این تایمر بر اساس برنامه آبیاری از پیش تعیین شده می‌توان عمق آبیاری مورد نیاز را تامین نمود.

لازم به توضیح است که حرکت دستگاه آبیاری بارانی سنتر پیوت و لینیر باید بر مبنای حرکت دهانه آخر دستگاه صورت گیرد. با حرکت برج آخر دستگاه، اختلاف زاویه ناچیزی میان دهانه آخر و دهانه ماقبل آن بوجود آمده و توسط اهرم کنترل تعبیه شده در اتصال مفصلی دهانه آخر به تابلو کنترل دهانه ماقبل منتقل می‌شود و سبب حرکت برج ماقبل آخر می‌گردد. این سیستم حرکت برای سایر دهانه‌های دستگاه نیز باید وجود داشته باشد، یعنی حرکت هر دهانه بستگی به حرکت دهانه جلویی آن داشته باشد. مجموعه این حرکت‌های مجزا در دهانه‌های دستگاه باید حرکت خطی یا دایره ای دستگاه را بوجود آورد.

کلکتور

کلکتور (فقط در دستگاه آبیاری سنتر پیوت کاربرد دارد) نقش کلکتور ایجاد یک ارتباط دائم و صحیح بین قسمت‌های ثابت و متحرک دستگاه برای عبور جریان برق می‌باشد.

کلکتور شامل دو قسمت ثابت و متحرک است. محور میانی کلکتور باید به لوله عبور کابل متصل گشته و محل ورود کابل اصلی دستگاه (خارج از تابلوی اصلی) بوده و شامل 10-13 رینگ مسی و واسطه‌های عایق است، قسمت ثابت شامل جاروبک که به کابل خروجی از کلکتور متصل می‌شود و حامل ولتاژ لازم به طرف دهانه‌های دستگاه است، قسمت متحرک کلکتور باید همراه با دوران دستگاه شروع به چرخش نماید.

تابلو کنترل دهانه

بر روی هر کدام از برج‌های دستگاه باید یک دستگاه تابلوی برق وجود داشته باشد تا فرمان حرکت برای آن برج را صادر نماید. این تابلوها از نقطه نظر قرارگیری در دستگاه و عملکرد به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

الف - تابلو کنترل عمومی

بر روی تمامی برج‌های دستگاه به جزء برج‌های آخر و ماقبل آخر باید تابلوی کنترل عمومی نصب شود. این تابلو باید با یک مکانیزم و اهرم بندی به مفصل ما بین دهانه متصل شود و اختلاف زاویه موجود بین دهانه‌ها را دریافت کرده و با ارسال فرمان به الکتروموتور برجی که بر روی آن نصب شده

است ، موجب حرکت آن برج و در نتیجه، بر طرف شدن اختلاف زاویه ای بوجود آمده شود. اجزاء تابلو کنترل عمومی به قرار زیر است.

کلید ایمنی

این کلید باید در زیر تابلو تعبیه شود، به نوعی ، کلید حفاظت ایمنی در هر برج است به این معنی که با قرار دادن این کلید در وضعیت صفر، کلیه ولتاژهای مدار قدرت و فرمان قطع شده و می توان با اطمینان به بازرسی و یا تعمیر تابلوی کنترل اقدام نمود. باید توجه داشت که قبل از باز نمودن درپوش تابلو، حتما این کلید را در وضعیت صفر قرار داد. همچنین توسط این کلید اپراتور باید بتواند در صورت مشاهده هر گونه وضعیت اضطراری در هر نقطه ای از دستگاه اقدام به متوقف نمودن دستگاه نماید.

میکروسوییچ راه انداز

در حالت کار عادی دستگاه ، حرکت دهانه بعدی باعث اختلاف زاویه ای در مفصل دهانه شده و این اختلاف زاویه باید توسط اهرم کنترل به بادامک درون تابلو منتقل شده و بادامک نیز با دوران خود باعث تحریک شدن این میکروسوییچ شود. این تحریک ، فرمان لازم را به کنتاکتور تابلو منتقل کرده و سبب روشن شدن الکتروموتور و در نتیجه حرکت برج گردد. پس از مقداری حرکت ، با چرخش بادامک به وضعیت اولیه (جبران شدن اختلاف زاویه ای) میکروسوییچ باید از حالت تحریک درآمده و در نتیجه الکتروموتور خاموش شود.

میکروسوییچ ایمنی

اگر بنا به هر دلیلی ، با وجود ارسال فرمان حرکت توسط میکروسوییچ راه انداز ، برج حرکت نکند ، اختلاف زاویه ای بوجود آمده در دهانه نه تنها جبران نمی شود ، که به مرور زمان و با حرکت دهانه بعدی ، بیشتر نیز می شود. به منظور جلوگیری از خسارت به دستگاه ، باید میکروسوییچ ایمنی در تابلوهای کنترل پیش بینی شده باشد تا در چنین وضعیتی تحریک شده و دستگاه را به طور کامل متوقف کند.

متعلقات الکتریکی

در هر تابلوی کنترل باید متعلقاتی نظیر ترمینال های برق ، کلید حرارتی، کنتاکتور و بی متال وجود داشته باشد تا مدار الکتریکی تابلو کامل گردد. علاوه بر آن وجود قطعاتی نظیر نوار آب بندی و گلندهای کابلها نیز موجب شوند تا تابلو در برابر رطوبت و ریزش مداوم آب نفوذ ناپذیر باشد.

ب- تابلو کنترل ماقبل آخر

بر روی برج ماقبل آخر باید نصب شده و از نظر ظاهر و عملکرد ، مشابه تابلو های عمومی است. تفاوت آن با تابلو های عمومی، تغییرات در سیم بندی قطعات الکتریکی آن بوده و نیز امکان نصب سیستم ایمنی دهانه آخر (over watering timer) را باید دارا باشد.

ج - تابلو کنترل انتها

این تابلو بر روی آخرین برج دستگاه باید نصب گردد و فاقد اهرم بندی ، بادامک و میکروسوییچ باشد. همانگونه که پیشتر نیز توضیح داده شد ، فرمان حرکت دستگاه باید توسط تابلوی اصلی صادر شود و به این تابلو منتقل و باعث حرکت این برج و در نتیجه سایر دهانه های دستگاه گردد. علاوه بر آن در این تابلو باید پیش بینی های لازم به منظور نصب چراغ کارکرد و بوستر پمپ نیز انجام پذیرد.

تجهیزات جانبی دستگاه ها

تابلوی اصلی دستگاه آبیاری بارانی ستیریوت و لینیر باید به گونه ای طراحی و ساخته شود تا امکانات جانبی متفاوتی را بتوان به آن متصل کرده و کارائی آن را در مجموع بالا برد. این امکانات عبارتند از :

- 1- توقف خودکار (auto stop)
- 2- برگشت خودکار (auto reverse)
- 3- بوستر پمپ (booster pump)

9-3-2-3- مشخصات فنی تجهیزات و تابلوهای الکتریکی فشار ضعیف (تابلو های اصلی)

- قبل از ساخت تابلو بایستی نقشه های ساخت (shop drawing) تهیه و به تایید دستگاه نظارت برسد.

- تابلوها بایستی از نوع ثابت و بدنه آنها از نوع واحد *Modular Design* با سلولهای مورد نیاز برای جایگیری کلیه لوازم باشند. کلیه اتصالات بایستی بوسیله پیچهای آب داده شده مخصوص کارهای برقی اجرا شود.
- اسکلت تابلوهای ایستاده باید از ورق آهن به ضخامت حداقل 2 میلیمتر ساخته شود. اسکلت تابلوهای دیواری باید از ورق آهن به ضخامت حداقل 1/5 میلی متر ساخته شود.
- رنگ آمیزی تابلو باید به روش الکترواساتیک انجام شود و قبل از رنگ آمیزی، بایستی قطعات چربی زدایی، فسفاته کاری، شستشو و کاملاً تمیز و خشک گردد.
- کلیدهای مینیاتوری بایستی متناسب با استاندارد IEC 947-2 با حداقل قدرت قطع 10 کیلو آمپر باشند.
- کلیدهای اتوماتیک طبق استاندارد - DIN-VDE0660 یا IEC 947-1/2 ولتاژ اسمی 500 ولت باشد. درایوهای AC بایستی مجهز به فیلترهای EMC باشد.
- ترمینالهای پیچی باید از نوع مرغوب و قابل نصب روی ریلهای استاندارد باشد. درجه حفاظت تابلوها بایستی حداقل IP54 باشد.
- تابلوها باید مجهز به فن و فیلتر مناسب، المنت برقی ضد تعریق استاندارد و مخصوص تابلو برق باشند.
- تابلوها باید دارای چراغ روشنایی مناسب، جیب نقشه، شین نول و ارت جداگانه باشند.
- سطح مقطع شین نول و ارت بایستی کمتر از نصف سطح مقطع شین فازهای اصلی باشد. سایر قطعات و لوازم بکار رفته در تابلوها بایستی مطابق استانداردهای ملی یا استانداردهای معتبر بین المللی باشند.
- تابلوهایی که برای نصب در داخل اتاق کنترل استفاده می‌شوند باید با توجه به شرایط محیط نصب، دارای کلاس حفاظت IP42 و یا بالاتر بوده و تابلوهایی که برای نصب در خارج یا در داخل اتاق شیرها و دریچه‌ها استفاده می‌شوند باید دارای درجه حفاظت حداقل IP54 باشند. تابلوها و سلولهای ایستاده که در روی زمین نصب می‌شوند باید دارای بدنه‌ای از جنس ورق فولادی با حداقل ضخامت 2 میلی متر بوده و بدنه سایر تابلوهای فرعی بایستی دارای حداقل ضخامت 1/5 میلی متر باشند.
- کلیه تابلوها بایستی به درهای لولدار مجهز شده تا امکان دسترسی آسان به تجهیزات نصب شده در داخل آنها فراهم گردد. درها طوری باید با نوارهای لاستیکی آب‌بند، تجهیز گردند که از ورود

- گرد و غبار به داخل تابلو جلوگیری شود. تمهیدات لازم برای جلوگیری از هرگونه تماس اتفاقی با هادی های برق‌دار در زمان باز بودن درها بایستی پیش‌بینی گردد. کلیه تابلوها باید از قسمت جلو قابل دسترس باشند و به طریق کوره‌ای رنگ‌آمیزی شده و کلیه تمهیدات لازم جهت جلوگیری از پوسیدگی و مقاومت در برابر رطوبت در آنها پیش‌بینی گردد.
- شینه‌های مدار قدرت باید از جنس مس بوده و مقطع شینه‌ها براساس شرایط محیطی و جریان نامی و جریان اتصال کوتاه محاسبه گردد و شینه‌های سه فاز با سه رنگ استاندارد قرمز، آبی و زرد رنگ‌آمیزی (کوره‌ای) گردد.
 - همچنین کلیه تابلوها بایستی مجهز به شینه ارت و نول از جنس مس باشند و قسمت‌های متحرک از قبیل درها نیز بایستی توسط کابل مناسب به شینه ارت متصل گردند. حداقل ضخامت شینه ارت بایستی براساس جریان اتصال کوتاه مجاز در شبکه محاسبه گردد. لیکن بایستی از 16 میلی متر مربع کمتر گردد.
 - کلیه ورودی و خروجی ها باید از پایین تابلو بوده و کابلها بایستی از طریق صفحه گلتد به داخل تابلو اتصال یابند. تمامی کابل‌ها و سیم‌های داخلی مجهز به سرسیم و کابلشو مناسب بوده و مطابق با دیگرام اتصالات شماره‌گذاری گردند و سپس اتصال نهایی توسط چسب مقاومت در مقابل نفوذ آب، محافظت گردد.

9-3-4- تابلوهای فرعی (تابلو روشنایی، تابلو خازن و تابلو کنترل محلی)

تابلوهای فرعی باید از نوع کاملاً بسته بوده و برای نصب روی دیوار با پایه‌های از پیش تعیین شده تطبیق داشته باشد. تابلوهای فرعی برای تغذیه الکتریکی، سیستم کنترل و به طور مشترک استفاده می‌شوند. قسمت‌های مجزای آن باید به در لولادار مجهز گردد. حداقل ضخامت ورق جهت این نوع تابلو 1/5 میلی متر می‌باشد. کلاس عایقی تابلو در حالت در باز برابر IP 20 مطابق استاندارد IEC باید باشد. هرکجا که لازم باشد بایستی چفت و بست های داخلی (Interlock) برای جلوگیری از باز شدن درها در زمان بسته بودن کلید اصلی تغذیه الکتریکی پیش‌بینی گردد.

تابلوها باید در برگیرنده کلیه وسایل لازم برای تغذیه، اعلام خبر و کنترل تجهیزات باشند. همچنین بایستی هر تابلو به یک ولت متر یا کلید سلکتور و فیوز حفاظتی مجهز شود. یک لامپ سیگنال وضعیت قطع و وصل هر فاز ولتاژ ورودی را مشخص کند. همچنین سیگنال‌های خطر به همراه فرمان های لازم جهت ارتباط با تابلو کنترل مرکزی باید تعبیه گردد و یک شینه زمین با اندازه مناسب برای

اتصال قسمت های فلزی تابلو و سایر تجهیزات به سیستم زمین و هادی زمین (PE) در تابلو نیز باید تعبیه شده باشد .

تابلوها بایستی مجهز به صفحه‌های متحرک (Gland Plate) برای نصب گلند (Gland) باشند تا تمامی کابل‌های ارتباطی از این طریق به داخل تابلو وارد و یا از آن خارج گردند. در تابلوهای فرعی تک فاز و سه فاز، کلیه مدارهای خروجی، که برای روشنایی، پریزها و غیره به کار می‌رود، باید ترجیحاً به وسیله کلیدهای مینیاتوری یا فیوز فشنگی با ظرفیت اسمی نامبرده در زیر محافظت گردند:

- برای مدارهای زنگ اخبار و احضار حداکثر 4 آمپر.

- برای مدارهای روشنایی 10 آمپر.

- برای مدارهای پریزها حداقل 16 آمپر.

کلیه سیم‌کشی‌های داخل تابلو از کلید اصلی به فیوز اصلی و از فیوز اصلی به شینه توزیع و از شینه توزیع به کلیدهای مینیاتوری یا فیوزها و از کلیدهای مینیاتوری یا فیوزها به ترمینال باید با سیم مسی حداقل 1000 ولت و با سطح مقطع مناسب (حداکثر چهار آمپر برای هر میلی متر مربع سطح مقطع سیم) اجرا شود.

فرم‌بندی سیم‌کشی‌ها باید به نحوی انجام شود که در صورت نیاز به تعویض هر یک از سیم‌ها، بدون تداخل با کار سایر مدارها، امکان‌پذیر بوده و یا از نوع نسوز باشد.

سطح مقطع ترمینال‌های مورد استفاده باید با سطح مقطع هادی‌های داخلی تابلو یکسان باشد و به علاوه به هر ترمینال باید فقط یک هادی وصل شده و اتصال دو یا چند هادی به یک ترمینال تک سوارخ مجاز نمی‌باشد.

9-3-5- نکاتی که در انتخاب قطعات و ساخت تابلوهای برق (اصلی و فرعی) بایستی رعایت گردد

کلیه تجهیزات الکتریکی پروژه، اعم از سیستم کنترل، برق رسانی و برق اضطراری و روشنایی و سایر مواردی که در محدوده کار پروژه می‌باشد باید به طور کامل تهیه و نصب و راه‌اندازی گردد. کلیه تجهیزات الکتریکی از قبیل موتورها، سیستم کنترل، تابلوها و سایر تجهیزات تابلو و وسایل ابزار دقیق و اندازه‌گیری و ملحقات آنها به جهت همسانی و یکنواختی مصالح و مشخصات فنی ساخت و نصب آنها با اولویت مورد توجه قرار گیرد.

کلیه نقشه‌های الکتریکی شامل دیاگرام منطقی سیستم کنترل، شماتیک و دیاگرام ارتباطات و لیست مواد و لیست لوازم یدکی و دستورالعمل‌های لازم جهت تست، نصب و راه‌اندازی و تعمیر و نگهداری و سایر موارد لازم در پروژه باید توسط سازندگان تدوین و پس از تایید دستگاه نظارت ساخت آن شروع گردد. نقشه‌ها و مدارک بایستی گویای اصول عملکرد و جزئیات ساخت تجهیزات بوده و محدوده کار روی نقشه‌ها و دیاگرام‌ها مشخص باشد.

کلیه تجهیزات الکتریکی انتخابی باید در مقابل هرگونه آسیب یا تغییر شکل اساسی که در اثر افزایش ولتاژ و یا از حداکثر کشش دینامیکی ناشی از جریان اتصال کوتاه و در بدترین شرایط حاصل می‌گردد مقاومت نماید.

9-4- رعایت عایق و ایزوله کردن قسمت‌هایی که دارای ولتاژ است، حفاظت با کاهش ولتاژ، حفاظت با روش اتصال زمین و.....

انرژی الکتریکی در مقایسه با سایر دیگر انرژی‌ها پاکیزه و به سهولت قابل کنترل و انتقال بوده و به آسانی به سایر انواع دیگر انرژی تبدیل می‌شود. اما در صورتی که تحت کنترل صحیح نباشد، خطرات و خرابی‌های زیاد به بار می‌آورد. مهمترین خطرات برق، ایجاد حریق و برق‌گرفتگی است که در زیر پیش‌بینی‌هایی که در اجرا باید بعمل آید، ارائه می‌شود:

9-4-1- خطر ایجاد حریق

جریان الکتریسیته به هنگام عبور از هادی‌ها و دیگر وسایل برقی حرارت تولید می‌کند. این حرارت در شرایط عادی به محیط اطراف داده می‌شود و درجه حرارت وسایل نباید از حد مجاز تجاوز نماید و در صورتی که وسایل مناسب انتخاب نشده باشد ممکن است درجه حرارت از حد مجاز بیشتر گردیده و این افزایش درجه حرارت سبب فرسوده شدن واز بین رفتن عایق‌های سیم‌ها و وسایل دیگر گردد. از بین رفتن عایق‌ها باعث اتصال سیم‌ها و ایجاد جرقه الکتریکی شده و حرارت ناشی از جرقه‌ها می‌تواند در شرایط مساعد به سهولت سبب بروز حریق گردد.

حفاظت در مقابل خطر ایجاد حریق از طریق انتخاب کابل‌ها و تجهیزات مناسب و حفاظت مدارها به وسیله فیوزها با اندازه صحیح و نیز رله‌های مناسب امکان‌پذیر است.

9-4-2- خطر برق گرفتگی

برق گرفتگی، اثر سوء برق روی بدن انسان است. فرمان‌ها برای حرکات عضلات بدن از مغز بوسیله جریان‌های الکتریکی بسیار ضعیف از طریق سلسله اعصاب به عضلات انتقال می‌یابد. در صورتی که جریان‌های الکتریکی قوی روی اعصاب اثر گذارند، موجب حرکات ناگهانی و بسیار شدید عضلانی گردیده که برق گرفتگی یا شوک نامیده می‌شود و ممکن است که فعالیت بعضی از قسمت‌های بدن را بطور موقت یا دائم متوقف کند. بدیهی است که مختل شدن کار بعضی قسمت‌های مغز، قلب یا شش‌ها می‌تواند سریعاً سبب مرگ شود. برای جلوگیری از خطر برق گرفتگی در اجرا باید موارد زیر رعایت گردد:

9-3-4- حفاظت با عایق کردن

در این روش کلیه قسمت‌های دارای ولتاژ از جمله تابلوهای راه‌انداز داخل ایستگاه‌های پمپاژ، تابلوی اصلی دستگاه آبیاری ستر پیوت و... باید توسط عایق‌های الکتریکی از محیط اطراف جدا شده و احتمال تماس افراد با این قسمت‌ها از بین برود این روش در الکتروپمپ‌های نصب شده در ایستگاه‌های پمپاژ امکان پذیر نمی‌باشد.

9-4-4- حفاظت با کاهش ولتاژ

در این روش باید توسط ترانسفورماتور ایزوله کننده ارتباط دستگاه با قسمت‌های دارای ولتاژ خطرناک از بین برود. این ترانسفورماتور ولتاژ مدار را به ولتاژی کمتر از ولتاژ اولیه کاهش می‌دهد که در صورت تماس خطری ایجاد نگردد. از این روش حفاظت باید در مدار کنترل دستگاه آبیاری بارانی ستر پیوت ولینیر استفاده شود. در مدار کنترل دستگاه‌های آبیاری یاد شده باید ولتاژ ورودی توسط ترانسفورماتور ایزوله از 220 ولت به 110 ولت کاهش داده شود تا در صورت بروز مشکل، اپراتور دستگاه آبیاری دچار برق گرفتگی نگردد.

9-4-5- حفاظت با روش اتصال زمین

این روش به دلیل داشتن مزیت‌های فنی زیاد و اطمینان از کارآئی باید به طور گسترده در ایستگاه‌های پمپاژ و دستگاه‌های آبیاری مورد استفاده قرار گیرد. در این روش در صورت وقوع اتصال و قرار گرفتن ولتاژ روی قسمت‌هایی از دستگاه‌ها که مستقیماً در مدار الکتریکی قرار ندارند (مثل بدنه الکتروموتورها) سیستم حفاظتی آن دستگاه عمل نموده و ولتاژ تغذیه دستگاه را قطع می‌نماید و در نتیجه خطرات جانی ناشی از اتصالی از میان برود.

9-4-6- طراحی سیستم اتصال زمین

در این سیستم در محدوده تاسیساتی که می بایست اتصال زمین گردند، باید یک شبکه اصلی اتصال زمین ایجاد شود این شبکه اتصال زمین باید از یک یا چند چاه اتصال زمین و یک مجموعه از هادی های مسی که به هم متصل می شوند و در کل تاسیسات پخش می شوند تشکیل گردد. نقطه نول ترانسفورماتور نیز در مجاورت آن توسط یک یا چند چاه اتصال زمین، باید به زمین اتصال یابد. چاه های اتصال زمین احداث شده برای ترانسفورماتور و نیز تاسیسات توسط شبکه اصلی زمین باید بهم متصل باشند.

تعداد و محل چاه های اتصال زمین و نیز نوع و سطح مقطع هادی های مورد نظر باید با توجه به جنس زمین، ظرفیت ترانسفورماتور، قدرت الکتروموتورها و اجراء شود.

در کلیه تابلوهای الکتریکی، باید علاوه بر شین ها (تسمه های مسی) فازها و نول، یک شین اتصال زمین نیز پیش بینی شود که دارای سطح مقطع برابر با شین نول باشد. این شین باید با بدنه تابلوهای مورد نظر تماس الکتریکی داشته باشد.

در تابلوهای اصلی باید شین نول و شین اتصال زمین بهم متصل شوند اما در سایر تابلوها باید از هم جدا باشند.

پس از احداث شبکه زمین، کلیه تجهیزاتی که می بایست اتصال زمین شوند از قبیل الکتروموتورها و تجهیزات عمومی ساختمان ایستگاه پمپاژ (پریزها، چراغها، فن ها و...) باید توسط هادی های مسی به این شبکه متصل شوند.

به دلیل سهولت در اجراء باید بدنه الکتروموتورها بطور مستقیم به شبکه زمین متصل شود. اما بدنه تجهیزات عمومی ساختمان و ارت پریزها باید به شین اتصال زمین تعبیه شده در تابلویی که از آن تغذیه می شود اتصال یابند.

9-4-7- اجرای سیستم حفاظت با روش اتصال زمین

اصول مشروح زیر باید در اجرای سیستم اتصال زمین حفاظتی در ایستگاه پمپاژ آبیاری رعایت شود.

1- در سیستم اتصال زمین فشار ضعیف و فشار قوی می بایست از یکدیگر کاملاً مجزا باشند و استفاده از یک شبکه اتصال زمین و یا چاه اتصال زمین مشترک مجاز نمی باشد.

- 2- در صورتی که ایستگاه پمپاژ مجهز به سیستم حفاظتی برقی (ففس فاراده) باشد سیستم اتصال زمین مربوط به برقی باید از سیستم اتصال زمین تأسیسات برقی فشار ضعیف ایستگاه کاملاً مجزا باشد.
- 3- نقطه نول سیم پیچ ترانسفورماتور در نزدیکی آن و سیم نول شبکه هوایی فشار ضعیف در ابتدا و انتهای خطوط تا 200 متر می بایست به الکتروود زمین متصل شود. در خطوطی به طول 200 متر علاوه بر ابتدا و انتهای خط، در هر فاصله 200 متری، نول خطوط توسط الکتروود اتصال زمین شود.
- 4- کلیه هادی های مورد مصرف در سیستم اتصال زمین و همچنین تمامی اتصالات و متعلقات مربوط به آن باید از آلیاژ مسی ویژه کاربرد در تأسیسات برق ساخته شده باشند.
- 5- هادی های اتصال زمین بین الکتروود ها و نیز شبکه اصلی سیستم زمین باید در صورت امکان از تسمه مسی باشند ولی در صورت عدم امکان، استفاده از سیم بدون روکش نیز بلامانع است.
- 6- بدنه کلیه الکتروودها باید توسط سیم بدون روکش به شبکه اصلی زمین اتصال یابند. سطح مقطع سیم مورد استفاده جهت اتصال به زمین الکتروودها می بایست حداقل به اندازه نصف سطح مقطع کابل ورودی به موتور باشد. در صورتی که کابل ورودی به الکتروود از 3×25 میلی متر مربع کوچکتر باشد سطح مقطع سیم زمین مورد استفاده می بایست 16 میلی متر مربع انتخاب شود.
- 7- شین زمین نصب شده در تابلوها می بایست دارای سطح مقطعی برابر با شین نول آن تابلو باشد. سطح مقطع سیم استفاده شده جهت اتصال شین زمین تابلو به شبکه اصلی زمین باید برابر با نصف سطح مقطع سیم فاز تغذیه کننده تابلو باشد. در صورتیکه کابل ورودی به تابلو از 3×25 میلی متر مربع کوچکتر باشد، سطح مقطع سیم زمین مورد استفاده می بایست 16 میلی متر مربع انتخاب شود.
- 8- کلیه پریزهای (یک فاز یا سه فاز) می بایست از نوع ارت دار باشند. سیم اتصال زمین پریزها، چراغ های روشنایی و آگزوزفن با سیم فاز و نول می بایست در یک لوله کشیده شود
- 9- سطح مقطع سیم اتصال زمین استفاده شده باید مساوی با سطح مقطع سیم های فاز و نول باشد و می بایستی از سیم مسی روکشدار جهت سیم اتصال زمین استفاده نمود. غلاف سیم اتصال زمین برای مشخص شدن از سایر سیم ها می بایستی به رنگ سبز - زرد باشد. سیم زمین در تابلو تغذیه کننده توسط کابلشو به شین اتصال زمین اتصال می یابد. عبور سیم مسی روکشدار از لوله فلزی مجزا بعنوان سیم اتصال زمین مجاز نمی باشد.

9-4-8- انواع الکترودهای سیستم اتصال زمین

الکترودهای سیستم اتصال زمین در فرم میله ای، صفحه ای و مشبک ساخته می‌شوند که مناسبترین آنها از نظر سهولت نصب میله ای می‌باشد.

الکترودها از یک میله مسی با مغز فولادی به قطرهای 13، 16، 20 و 25 میلی متر و به طول 1/2 و 3 متر ساخته می‌شود. این الکترودها باید به کمک کلاهک مخصوص قابل کوبیدن مستقیم در زمین باشند و بوسیله یک بوشن مخصوص بتوان آنها را به تعداد لازم به یکدیگر بست و در زمین قرار داد.

9-4-9- محاسبه تعداد چاه اتصال زمین

حداکثر مقاومت مجاز سیستم اتصال زمین در یک ایستگاه پمپاژ براساس استاندارد DIN VDE 0100 معادل پنج اهم می‌باشد

برای تعیین تعداد /چاه اتصال زمین لازم برای رسیدن به این مقاومت، باید مقاومت الکتریکی یک چاه محاسبه شود و سپس تعداد چاه اتصال زمین تعیین گردد.