جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو
امور برق

استاندارد سازه ها و گنتری های فلزی و بتنی پستهای انتقال نیرو

مشخصات فنی سازه ها و بارگذاری تجهیزات و آزمون های مربوط به آنها

نشریه شماره ۶۴/۲۰۲

تحقیقات و فن آوری
استانداردها

محقق : شرکت مهندسین مشاور غرب نیرو

Mashidnirro.com

استاندارد سازه ها و گنتری های فلزی و بتنی پستهای انتقال نیرو

کمیسیون فنی نشریه " مشخصات فنی سازه ها و بارگذاری تجهیزات و آزمون های مربوط به آنها "

رئیس	سمت یا نمایندگی
ابراهیم نمازی (فوق لیسانس مدیریت)	سازمان مدیریت توانیر - دفتر استانداردها

محقق	
هاشم دوزبخشان (فوق لیسانس مهندسی برق)	مهندسین مشاور غرب نیرو
مجید الستی (فوق لیسانس مهندسی عمران)	مهندسین مشاور غرب نیرو
مهرداد حسن شعبانی (فوق لیسانس مهندسی عمران)	مهندسین مشاور غرب نیرو

اعضاء	
عباس داوری	سازمان مدیریت توانیر - دفتر استانداردها
محمدرضا حاج زمان	سازمان توسعه برق ایران
اسدا... امیدواری نیا	شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان
مهوش گلشن	شرکت برق منطقه ای تهران
جواد رجبی	شرکت برق منطقه ای باختر
رضا بخردی	شرکت برق منطقه ای هرمزگان
علی صدرزاده	شرکت برق منطقه ای فارس
احمد عباسی	شرکت برق منطقه ای خراسان
سیدمسعود چاوشی	شرکت برق منطقه ای زنجان
مسعود مرصعی	شرکت برق منطقه ای زنجان
مرتضی رحیمی دانش	شرکت مشانیر
احمد رباط جزی	شرکت مهندسین مشاور نیرو
مهران زینلیان	شرکت مهندسین مشاور دانشمند

Mehrshidniroo.com

فهرست مندرجات

موضوع	صفحه
۱- هدف	۱
۲- دامنه کاربرد	۱
۳- نیازهای عمومی	۱
۴- طراحی و ساخت	۳
۴-۱- سازه های فولادی	۳
۴-۲- سازه های بتنی	۸
۴-۳- بارگذاری سازه ها	۹
۵- لوازم یدکی و وسایل مخصوص	۲۰
۶- آزمون ها	۲۱
۶-۱- آزمون های سازه های فولادی	۲۱
۶-۲- آزمون های سازه های بتنی	۲۱
۷- نقشه ها و مدارک	۲۲
۷-۱- مدارکی که باید پیشنهاد دهندگان ارائه نمایند	۲۲
۷-۲- مدارکی که باید پیمانکار یا سازنده ارائه نماید	۲۲
۸- برنامه تضمین کیفیت	۲۳
۹- زبان	۲۳
۱۰- مراجع	۲۴
جدول سازه (I)	۲۵
جدول سازه (II)	۲۷

Mehrshidniroo.com

پیشگفتار

استاندارد برحسب مورد عبارتست از تعیین تمام یا برخی از خصوصیات و مشخصات هر جوهره (محصول ، فرآیند ، سازمان یا فرد) و اطمینان از کیفیت آن از قبیل :

کالا (Material) شامل : اجزاء تشکیل دهنده ، ترکیب ، مواد اولیه ، جنس ، منشاء ، کمیت ، رنگ ، وضع ظاهر ، وزن ، ابعاد ، عیار ، فهرست مقادیر ، نحوه استفاده ، شرایط کاری ، شرایط محیطی و آب و هوایی ، مشخصات فنی ، توانائی ها ، قابلیت ها ، فهرست اطلاعات داده شده توسط خریدار ، فهرست اطلاعات خواسته شده از سازنده ، اطلاعات شرایط محیطی و آب و هوایی ، بسته بندی ، حمل و نقل و نگهداری.

مهندسی (Engineering) شامل : معیارها ، مبانی ، نیازها و خواسته ها ، اطلاعات مورد نیاز جهت طراحی و انتخاب ، نرم افزارها ، شاخص ها و پارامترهای مشخص کننده طراحی ، روش قدم به قدم طراحی ، یک نمونه طراحی ، جداول طراحی ، مشخصات فنی و قابلیت ها ، خواص ، ایمنی ، بهداشت، اقتصاد ، نقشه ها ، طرح تفصیلی ، محاسبات ، دستورالعمل ها ، راهنمای کاربردی، معیارهای طراحی ، شرایط محیطی و ضرایب اطمینان.

اجرایی (Construction) شامل : ساخت ، نشانه و علامت گذاری ، بسته بندی ، حمل و نقل، نصب، فونداسیون ، سازه ، ساختمان ، تاسیسات ، راه اندازی ، راهبری و بهره برداری ، ابزار و وسائل خاص ، فصل مشترک ها ، نگهداری و تعمیرات ، دستورالعمل نصب ، ابزار مخصوص و تنظیمات.

بازرسی (Inspection) شامل : کیفیت ، بازرسی ، آزمایش در طول ساخت ، آزمایش راه اندازی ، آزمایش دوره ای ، فرم های کنترل کیفی ، روش کنترل کیفی و تاییدها.

عمومی (General) شامل : فرم ها ، نحوه یکنواخت کردن اوراق اداری ، اسناد بازرگانی و مالی ، اولویت ها ، روش ها ، توصیه ها ، تفسیرها ، ملزومات ، مقررات و قوانین ، سیاست ها و استانداردهای مورد استفاده.

ساختار (Structure) شامل : طرح و ساختار گزارش و خلاصه آن ، تهیه و تدوین کنندگان منابع ، مراجعه و استانداردهای مورد استفاده ، عناوین ، هدف و دامنه کاربرد ، تعاریف ، متن اصلی ، عبارات ، جداول ، ... ، نظرات و پیشنهادات ، آمار و اطلاعات ، اشکال ، جداول ، منحنی ها ، نقشه ها ، فرمول ها ، نمودارها ، نتیجه ، واژگان ، پیوسته و سبک نگارش.

این استاندارد جهت استفاده در صنعت برق تهیه و به تصویب مقام محترم وزارت نیرو رسیده است بنابراین رعایت آن برای کلیه شرکت های تابعه و وابسته به وزارت نیرو الزامی می باشد.

این استاندارد توسط گروهی مرکب از متخصصین و کارشناسان مجرب در زمینه های سازه های پستهای انتقال نیرو که دارای تجارب طولانی در صنعت برق و صنایع دیگر می باشند بر مبنای استانداردهای معتبر جهانی ، مراجع منتشره علمی ، مدارک فنی و تجارب کارشناسان ، متخصصین و

Mehrshidnroo.com

صنعتگران تهیه شده و سپس بـه منظـور بررسـی و اظـهار نظـر بـرای اشـخاص علاقمنـد و ذینفـع شـامل مهندسین مشاور ، شرکت های تابعه و وابسته ، صاحبان صنایع و حرف و اساتید دانشگاه ها ، مراکز علمـی و تحقیقاتی ارسال و نظرات و پیشنهادات اصلاحی آنها جمع آوری گردیده است. و در مرحله بعدی جلساتی با حضور متخصصین و صاحب نظران فوق الذکر تشکیل و در نهایت نظرات و پیشنهادات اصلاحی مـورد تـایید اعضاء جلسه در آن اعمال و بدین ترتیب این استاندارد حاصل شده است.

علیرغم تلاش های فوق الذکر بهیچ وجه ادعا نمی گردد استاندارد حاضر بدون عیب و کاستی باشـد لـذا هرگونه نظرات اصلاحی در جهت ارتقاء کیفیت آن در تجدید نظر بعدی مورد استقبال قرار خواهد گرفت.

Mehrshidniroo.com

استاندارد سازه ها و گنتری های فلزی و بتنی پستهای انتقال نیرو

مرحله اول (شناخت)

جلد اول	تجزیه و تحلیل اطلاعات آماری ، حوادث و اتفاقات سازه ها و گنتری های پست موجود ۶۴/۱۰۱
جلد دوم	عوامل موثر در انتخاب و طراحی سازه ها فونداسیون ها ، استانداردها و آئین نامه ۶۴/۱۰۲
جلد سوم	مبانی بارگذاری و ترکیب بارها ۶۴/۱۰۳
جلد چهارم	بررسی اطلاعات در مورد ابعاد ، اوزان ، نیروهای مجاز و نحوه نصب تجهیزات فشار قوی ۶۴/۱۰۴

مرحله دوم (استاندارد)

جلد اول	مبانی و معیارهای طراحی و انتخاب سازه ها و فونداسیون ها ۶۴/۲۰۱
جلد دوم	مشخصات فنی سازه ها و بارگذاری تجهیزات و آزمون های مربوط به آنها ۶۴/۲۰۲
جلد سوم	نقشه های فونداسیون سازه گنتری ها پایه تجهیزات بجز کلیدها ۶۴/۲۰۳
جلد چهارم	نقشه های فونداسیون سازه کلیدها و پایه های روشنایی ۶۴/۲۰۴

Mehrshidniroo.com

۱- هدف

هدف از این استاندارد ارائه مشخصات سازه های فولادی و بتنی و همچنین ضوابط بارگذاری سازه ها می باشد.

۲- دامنه کاربرد

این استاندارد برای سازه های پستهای انتقال نیرو با ولتاژ مختلف کاربرد دارد.

۳- نیازهای عمومی

برای برآورد کردن نیازهای طراحی از لحاظ باربری و مقاومت و از لحاظ کارآیی و طول عمر ، نیاز است که در طراحی و ساخت هر سازه ای یک سری خصوصیات فنی در نظر گرفته شود. متن حاضر مشخصات فنی مورد نیاز را بیان می نماید.

انتخاب مصالح ، نحوه ساخت و آزمون سازه ها باید براساس آخرین نسخه استانداردها و آیین نامه های ایران انجام گردد.

آیین نامه بتن : کلیه ضوابط در مورد ساخت سازه های بتنی.

مقررات ملی ساختمانی : (مبحث ۱۰) طرح و اجرای ساختمان های فولادی.

A36 ASTM : مشخصات مکانیکی فولاد بکار رفته در سازه ها

17100 DIN : مشخصات مکانیکی فولاد بکار رفته در سازه ها

A123 ASTM : روش های گالوانیزه گرم قطعات

A153 ASTM : روش های گالوانیزه گرم ملحقات

A325 ASTM : پیچ های پرمقاومت و مهره و واشر مربوطه

A394 ASTM : پیچ های پرمقاومت و مهره و واشر مربوطه

267 DIN : پیچ های پرمقاومت گالوانیزه

DIN 6914-6916 : ابعاد ظاهری پیچ و مهره

A307 ASTM : پیچ های معمولی

A490 ASTM : پیچ های خاص با مقاومت خیلی بالا

آیین نامه AISC : ضوابط مربوط به طراحی و ساخت سازه های فولادی

D1.1 AWS : ضوابط مربوط به جوش های ساختمانی

استاندارد ISO : مباحث مربوط به آزمون های بتن

مصالح بکار رفته شامل نیمرخ ها ، ورق ها ، تسمه ها ، نبشی ها ، میلگردها ، پرچ ها ، واشرها ، مهره ها ، میل مهارها ، الکترودها و ... باید با استانداردهای ملی ایران مطابقت داشته باشد. در صورتیکه برای بعضی از مصالح ، استاندارد ایران تهیه نشده باشد می توان یکی از استانداردهای معتبر بین المللی مورد تصویب مقررات ملی ساختمانی ایران – مبحث ۱۰ را مورد استفاده قرار داد.

Mehrshidroo.com

فولاد مصرفی در اسکلت هـای فـولادی بـاید مطـابق یکـی از اسـتانداردهای DIN,.ASTM آلمـان و یـا استاندارد روسی استفاده شده در کارخانه ذوب آهن اصفهان ساخته شده باشد. فولادهای به کار رفته باید بـا ضوابط استاندارد ۱۶۰۰ ایران مطابقت داشته باشند.

پیچ و مهره بکار رفته در اتصالات باید از جنس پرمقاومت براساس استاندارد ASTM A325 (کـلاس 8 & 5) باشند ، همچنین برای سرپیچ ها و مهره ها باید از نوع شش گوش استفاده شود. پیچ و مـهره هـای معمولـی که در موارد کم اهمیت و از نوع کم مقاومت استفاده می شوند باید مطابق با استاندارد ASTM A307 باشند.

استانداردهای آزمون های مربوط به بتن به صورت جداول طبقه بندی شده پیوست آیین نامه بتن ایـران می باشند. تا زمانی کـه اسـتانداردهای منـدرج در ایـن جـدول بـه وسـیله دفترهـای سـازمان بیـن المللـی استاندارد (ISO) ، یا استاندارد ASTM برای آزمون و مصالح تحقیقـات و معیارهـای فنـی سـازمان برنامـه و بودجه تدوین و ارائه نشده اند ، باید از دستورالعمل استانداردهای رسـمی منتشـر شـده بـه وسـیله موسسـه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران استفاده شود.

Mehrshidniroo.com

۴- طراحی و ساخت

طراحی و ساخت سازه های فولادی و بتنی در بخش های مجزا آورده شده اند.

۴-۱- سازه های فولادی

سازه های فولادی باید دقیقا" مطابق با نقشه های ارائه شده توسط مهندس ساخته شوند و هرگونه تغییر در ابعاد یا پروفیل های سازه باید با تایید مهندس صورت پذیرد. ساخت سازه باید به نحوی صورت گیرد که تا حد امکان ، حمل و نقل ، نصب و بازرسی سازه به راحت ترین نحو ممکن انجام شود.

نحوه اتصالات و صلبیت سازه باید به اندازه ای باشد که تجهیزات موجود در سازه ها در اثر بارهای استاتیکی و دینامیکی که به سازه وارد می شود، دچار انحراف نگردند.

۴-۱-۱- نقشه های کارگاهی و نصب

نقشه های کارگاهی حاوی کلیه اطلاعات و جزئیات لازم برای ساخت و مونتاژ قطعات سازه باید قبل از عملیات ساخت ، تهیه و آماده شود. این اطلاعات و جزئیات باید ابعاد عناصر سازه و محل آنها ، نوع و اندازه پیچ ها و یا پرچ ها را شامل شود. دراین نقشه ها باید نوع اتصال پیچ های پرمقاومت (اتکایی یا اصطکاکی) به وضوح مشخص و حد سفت کردن پیچ ها قید شده باشد ، نقشه های کارگاهی باید با درنظر داشتن مناسبترین نوع اجرا و باتوجه به سرعت اجرا و شرایط اقتصادی ، ساخت و نصب ، تهیه شود.

مدارک اجرایی سازه ها بایستی شامل نقشه های نصب ، نقشه های جزئیات کارگاهی و لیست مواد مصرفی باشد . نقشه های نصب بایستی کاملا" برای نصب تمامی اعضای مربوط به سازه گویا باشد . تمامی کدهای قطعات بایستی بر روی نقشه ها مشخص باشد. تمامی سایزها و ابعاد قطعات اضافی دیگر ازجمله ورق های پرکننده[1] و پیچ و مهره ها در محل نصب خود روی نقشه ها مشخص باشد.

۴-۱-۲- اتصالات

اتصال در سازه های فلزی اغلب بوسیله پیچ ، پرچ یا جوش انجام می پذیرد. استفاده از پیچ به دلیل سهولت نصب ، عدم نیاز به جوشکاری در محل و همچنین حمل آسانتر ، توصیه می گردد.

۴-۱-۲-۱- اتصالات پیچ و مهره ای

برای طراحی قطر پیچ و سوراخ و حداقل و حداکثر فواصل پیچ ها از یکدیگر و همچنین فاصله از لبه قطعه ، باید ضوابط موجود در مقررات ملی ساختمانی ایران – مبحث ۱۰- رعایت گردند. می توان ضوابط مربوط به فواصل پیچ ها را بطور خلاصه بشرح زیرعنوان نمود :

حداقل فاصله مرکز به مرکز سوراخهای استاندارد یا سوراخهای بزرگ شده و یا سوراخ های لوبیایی نباید از ۳ برابر قطر پیچ کمتر باشد و فاصله خالص بین سوراخها نباید از قطر پیچ کمتر شود. حداقل فاصله مرکز سوراخ استاندارد تا لبه بریده شده با قیچی باید ۱/۷۵ برابر قطر پیچ باشد و حداقل فاصله مرکز سوراخ تا لبه نورد شده ورق ، نیمرخ ، تسمه و نیز لبه بریده شده با شعله یا اره باید ۱/۳۵ برابر قطر پیچ باشد. حداکثر

[1]- Filler plates

Mehrshidiroo.com

فاصله از مرکز هرپیچ و یا پرچ تا نزدیکترین لبه قطعات در تماس ، ۱۲ برابر ضخامت قطعه متصل شونده می باشد ولی نباید از ۱۵۰ میلی متر تجاوز کند. فاصله پیچ تا لبه نباید از ۸ برابر ضخامت نازکترین قطعه و یا ۱۲۵ میلیمتر تجاوز کند. طول پیچ باید به میزانی باشد که مهره پس از بسته شدن ، کاملا" داخل پیچ محفوظ بماند یا به عبارت دیگر مقداری از پیچ از طرف دیگر مهره بیرون بیاید. هرپیچ شامل یک کله پیچ ، حداقل یک مهره ، دو واشر تخت و یک واشر فنری می باشد. ابعاد ظاهری پیچ بایستی براساس جداول DIN6916, DIN6915, DIN6914 باشد . طول گیر پیچها بایستی براساس جدول DIN6914 باشد.

۴-۱-۲-۲- اتصالات جوشی

بعد جوش نباید از ضخامت نازکترین قطعه متصل شونده تجاوز کند و برای حداقل بعد جوش باید از جداول موجود در مقررات ملی ساختمانی ایران – مبحث ۱۰- استفاده شود. طول موثر قطعات جوش نباید از ۴ برابر بعد جوش و از ۴۰ میلیمتر کمتر شود. فاصله آزاد بین دو جوش متوالی نباید از ۱۶ برابر ضخامت نازکترین قطعه متصل شونده وقتی که در فشار است و از ۲۴ برابر این ضخامت وقتی در کشش است ، بیشتر شود. در اتصال دو قطعه ای که روی هم می آیند ، طول روی هم آمدگی نباید از ۵ برابر ضخامت قطعه نازکتر کمتر باشد و در هیچ حالتی از ۲۵ میلیمتر کمتر نشود.

۴-۱-۳- مواد مصرفی

فولاد مصرفی بایستی حداقل از نوع ST 37 و نورد گرم باشد در صورتیکه فولاد اعلا مورد نیاز باشد ، آزمایش جهت تعیین مقاومت فولاد الزامی است.

استفاده از نیمرخ های خارج از جداول اشتال و یا به هر صورت خارج از عرف منوط به تایید مهندس مشاور می باشد.

۴-۱-۴- عملیات ساخت قطعات

عملیات ساخت قطعات شامل برشکاری ، سوراخکاری ، جوشکاری ،خمکاری ، کدزنی قطعات و گالوانیزه می باشد که در مورد هریک به تفصیل بحث شده است.

۴-۱-۴-۱- برشکاری

عملیات برشکاری شامل بالزنی ، گوشه زنی ، برش قطعات ، پخ زنی و ... می باشد. به صاف و پرداخت کردن لبه های بریده شده توسط قیچی یا شعله ، احتیاجی نیست مگر اینکه لزوم آن در مدارک طرح و محاسبه برای قسمت های ویژه ای مشخص شده باشد.

Mehrshidniroo.com

۴-۱-۴-۲- سوراخکاری

درحالتی که ضخامت قطعه از قطر اسمی پیچ به اضافه ۱/۵ میلیمتر بیشتر نباشد ، می توان سوراخ پیچ را توسط منگنه کردن ایجاد کرد. اگر ضخامت قطعه از قطر پیچ به اضافه ۱/۵ میلیمتر بیشتر باشد باید سوراخ ها با مته ایجاد شود و یا با قطری کوچکتر پیش منگنه شده ، سپس برقو زده شود. بطور کلی سوراخ کردن ورق های ضخیم تر از ۱۲ میلیمتر و یا از فولاد مخصوص قوی و سخت باید با مته ایجاد شود. قطر سوراخ در حالت های پیش منگنه و یا پیش مته کردن باید حداقل ۱/۵ میلیمتر از قطر اسمی پیچ کوچکتر باشد.

سوراخ هایی که به صورت اشتباه سوراخکاری شده اند ، به هیچ وجه نباید با پرکردن توسط جوش اصلاح گردند، همچنین سوراخ بوجود آمده توسط مته یا منگنه باید کاملا" دایره باشد و هیچگونه زائده و برآمدگی و یا لبه تیز نداشته باشد.

۴-۱-۴-۳- جوشکاری

کلیه جوشکاری ها اعم از کارگاهی و کارخانه ای باید منطبق بر آئین نامه های معتبر جوشکاری باشند. نشریه مقررات ملی ساختمانی ایران - مبحث ۱۰ - برای جوشکاری ضوابطی را ارائه کرده است که درکلیه جوشکاری ها لازم الاجرا است . درتکمیل مطالب ارائه شده در مقررات ملی ساختمانی ایران باید از آئین نامه جوشکاری A.W.S استفاده نمود.

تکنیک جوشکاری ، مهارت جوشکار، ظاهر کار، خواص جوش و روشهایی که برای تصحیح جوش و جوشکاری معیوب بکار می رود باید مطابق با مقررات جوشکاری باشد. جوشکاری باید به صورت ممتد صورت گیرد و بر روی جوش قبلی همپوشانی داشته باشد و در نهایت باید در تمام طول جوشکاری ضخامت تقریبا" یکنواختی ایجاد گردد.

جوش ها باید خالی از هرگونه مواد غیرفولادی بوده و همچنین عاری از تخلخل، ترک ، رگه ، حفره و ... باشند ، همچنین جوش باید به داخل فولاد سازه نفوذ کرده و بافولاد کاملا" مخلوط شده باشد و دراثر جوش آسیبی اعم از ترک و سوراخ به فولاد نرسد. تعمیر جوش که با کوبیدن و ضربه زدن صورت می گیرد، نباید به نحوی انجام پذیرد که باعث کنده شدن یا کاهش ضخامت فولاد گردد.

آمپر جوشکاری نباید آنچنان زیاد باشد که باعث ذوب شدن فولاد اصلی گردد و نیز نباید آنقدر کم باشد که باعث پراکنده شدن ذرات الکترود و غیریکنواختی جوش شود.

قبل از جوشکاری باید رنگ کارخانه ای یا مواد اضافی دیگر را از روی سطوحی که جوش انجام می گیرد کاملا برطرف و پاک کرد و پس از انجام جوشکاری ، لازم است که جوش مورد نظر از لحاظ کیفیت مورد بازرسی و کنترل قرار گیرد. لازم به ذکر است که کلیه جوشکاری ها باید قبل از عمل گالوانیزه نمودن صورت گیرد و پس از گالوانیزه نمودن فقط استفاده از پیچ و مهره یا پرچ برای اتصالات مجاز است.

اطلاعات کاملتر درباره جوشکاری در بخش ۱-۱۷ نشریه شماره ۷۴ سازمان برنامه و بودجه می باشد.

۴-۱-۴-۴- خمکاری

کلیه قطعات فولادی باید به صورت راست و کشیده و در سر جای خود همانطور که در نقشه ها ذکر شده است ، ساخته شوند ، زاویه نصب قطعات باید کاملا دقیق باشد و باید دقت گردد که قطعات بدون تغییر

شکل و اعوجاج باشند. به کار بردن روش های گرم کردن موضعی و یا تغییر مکانیکی برای ایجاد انحنا و یا راست کردن قطعات مجاز است. دمای موضع های گرم شده نباید از ۵۶۵ درجه سانتیگراد برای فولادهای قوی مخصوص و ۶۵۰ درجه سانتیگراد برای فولادهای نرمه بیشتر باشد.

۴-۱-۴-۵- کدزنی قطعات

تمامی قطعات بایستی قبل از گالوانیزاسیون کدزنی شوند ، ارتفاع کدها بایستی از ۱۲ میلیمتر کمتر نباشد. کدزنی قطعاتی مانند انکربولت ها که امکان کدزنی بوسیله پرس برای آنها وجود ندارد بایستی بوسیله رنگ صورت پذیرد. این نوع کدزنی بایستی بادوام و ضدآب باشد. در قطعاتی که از فولاد مقاومت بالا ساخته می شود بایستی در انتهای هر کد یک حرف H نیز اضافه گردد تا از سایر قطعات فولادی متمایز باشد. کدزنی بوسیله رنگ بایستی بعد از عملیات گالوانیزه صورت پذیرد.

۴-۱-۴-۶- گالوانیزه

کلیه قطعات فولادی شامل اسکلت سازه ، صفحات اتصال ، انکربولت ها و مهره ها باید گالوانیزه گرم شوند. نیازی به گالوانیزاسیون قسمتی از قطعاتی از سازه که در داخل بتن قرار می گیرد مانند استاب ها و انکربولت ها و یا قطعات دیگری مانند شابلون ها که به صورت موقت مورد استفاده قرار می گیرند ، نمی باشد ، ولی بایستی سطح مورد نظر عاری از هرگونه کثیفی و آلودگی باشد. بعد از گالوانیزه شدن ، قطعات بایستی تطابق خصوصیات گالوانیزه آنها با استاندارد ، مورد بازرسی و آزمون قرار گیرد قبل از عملیات گالوانیزه کردن ، قطعات باید کاملا ساخته شده و کلیه جوشکاری ها در مورد قطعه انجام گیرد و نیز زبری سطوح جوشکاری و سوراخکاری گرفته شود. همچنین سطح فولاد باید از هرگونه مواد خارجی مانند رنگ ، روغن ، ضدزنگ آهن ، پوسته و یا هر ماده دیگری که مانع گالوانیزه کردن می شود کاملا پاک گردد.
مقدار پوشش روی که بر سطح قطعات فولادی می نشیند باید مطابق جدول (۴-۱) باشد.

جدول ۴-۱- پوشش گالوانیزه اعضا برحسب ضخامت قطعه فولادی

ضخامت قطعه برحسب میلیمتر	متوسط پوشش گالوانیزه برحسب میکرون	حداقل پوشش گالوانیزه برحسب میکرون	متوسط وزنی روی برحسب گرم بر مترمربع
< 1.6	45	45	320
1.6 – 3.2	65	45	460
3.2 – 6.4	85	65	600
> 6.4	100	85	705

تعداد نمونه های آزمایش شده باید مطابق جدول (۴-۲) باشد.

Mehrsharoo.com

جدول ۴-۲- تعداد نمونه های لازم برای آزمایش گالوانیزه

تعداد کل	تعداد نمونه های آزمایشی
< 3	همه
4-500	36
501-1200	5
1201-3200	8
3201-10,000	13
> 10,001	20

مقدار پوشش روی که بر سطح پیچ و مهره ها می نشیند باید حداقل ۳۰۵ گرم بر مترمربع و بطور متوسط ۳۸۱ گرم بر مترمربع باشد.

هر گرم بر مترمربع پوشش روی معادل ۰/۱۴۱ میکرون ضخامت روی می باشد.

بعد از عملیات گالوانیزه کردن ، کلیه اعمالی که باعث آسیب رسیدن به سطح پوشش و محافظ فولاد می شوند از جمله پانچ کردن ، سوراخکاری ، جوشکاری و یا هرکار دیگری از این قبیل باید متوقف گردد.

۴-۱-۵- کنترل قطعات

قبل از بسته بندی بایستی کلیه قطعات بازرسی و کنترل گردد این کنترل ها ممکن است روی هر قطعه از نوع سوراخکاری ، جوشکاری ، برشکاری ، گالوانیزه و یا روی بسته شدن قطعات به یکدیگر باشد.

۴-۱-۵-۱- کنترل قطعات گالوانیزه

کنترل قطعه گالوانیزه شده شامل مراحل زیر می باشد و در هر مرحله ای از کار قابل انجام می باشد :

الف – بررسی ضخامت پوشش گالوانیزه که باید مطابق بند ۴-۱-۴-۶ باشد.

ب – پوشش گالوانیزه باید به صورت یک آلیاژ ، پیوسته با فلز مبنا باشد به طوری که با وسایل تیز نظیر چاقو از سطح فلز اصلی جدا نشود.

ج – سطح گالوانیزه شده باید یکنواخت باشد.

د – حتی الامکان باید شره های کمی روی سطح باشند.

ضمنا گالوانیزه سرد حتی برای ملحقات سازه نیز مجاز نمی باشد.

گالوانیزه سرد دارای پوشش بسیار یکنواخت تر و ضخامت کمتری نسبت به گالوانیزه گرم می باشد و به راحتی قابل تشخیص است.

۴-۱-۵-۲- مونتاژ آزمایشی

جهت اطمینان کامل از انطباق صحیح قطعات در هنگام نصب و اطمینان از طراحی ، لازم است یک نمونه از هر تیپ سازه قبل از تولید نهایی براساس نقشه های کارگاهی مونتاژ و کنترل گردد. پس از مونتاژ یک سازه نمونه ، مهندس باید اقدام به کنترل برخی قطعات به صورت تصادفی نماید ، این کنترل شامل موارد زیر می باشد :

Mehrsnidiroo.com

الف – قطعه به راحتی باز و در جای خود مجدد بسته شود.

ب – سایز قطعه کاملا مطابق نقشه باشد.

ج – فاصله سوراخ های احتمالی موجـود روی هـر عضـو مطـابق نقشـه باشـد ، در ایـن قسـمت کنـترل سوراخ های U-BOLT ها و سوراخ های اتصالات تجهیزات الزامی می باشد.

د – قطر سوراخ های احتمالی موجود روی هر عضو مطابق نقشه باشد.

ه – در مقاطع بحرانی نظیر محل اتصال تیر به ستون و یا محل اتصال ستون به استاب ها ، کنـترل ابعـاد بیرونی سازه نیز الزامی می باشد.

در ضمن مهندس باید بررسی کند که کلیه پیچ ها هنگام مونتاژ با سایز اصلی بسته شده باشد.

۴-۱-۶- بسته بندی و حمل

پس از گالوانیزاسیون و آماده سازی قطعات بایستی تمـام قطعـات بـه خوبـی بسـته بنـدی شـوند. ابعـاد بسته ها بایستی براساس مقررات راه و ترابری باشد. در بسته بندی توصیه می گردد کـه قطعـات روی پـالت فلزی سوار شده و تمامی قطعات با تسمه فلزی به همراه پالت بسته شود به گونه ای که امکـان کـم یـا زیـاد کردن قطعات پس از بسته بندی نباشد و پالت و قطعات در هنگام حمل و نقل از هم جدا نشود.

صدمات کوچک به پوشش گالوانیزه که در حین حمل و نصب سازه اتفاق مـی افتـد مـی توانـد بـا رنـگ آغشته به روی تعمیر شود. این رنگ باید حداقل دارای ۹۲ درصد وزنی پودر نرم روی باشد. برای تعمیر نقاط آسیب دیده ، پیمانکار باید به قدر کافی از رنگ مزبور تامین نماید.

۴-۱-۷- نصب

سطح مونتاژ بایستی کاملا مسطح باشد و بستن پیچ و مهره به صورت یکنواخت صورت پذیرد ، پیچ ها به نحوی محکم گردد که واشر فنری تخت شود. قبل از برپایی باید کلیـه قطعـات بسـته شـده باشـد و کسـری نداشته باشد.

۴-۲- سازه های بتنی

کیفیت مصالح ، طرح اختلاط و نحوه ساخت قطعات بتنی باید منطبق بر ضوابط آییـن نامـه بتـن ایـران باشد ، همچنین نوع سیمان و حداقل پوشش بتنی آرماتور باید مطابق با نظریات ارائه شده مهندس باشد.

قطعات پیش ساخته بتنی باید مطابق با نقشه های ساخت ، دقیقا" با همان ابعاد و مشخصات سـاخته شـوند. پیش بینی های لازم برای انبساط و انقباض ، متناسب با شرایط بهره برداری مشخص شده باید بعمل آید. در محاسبات ، ضریب انبساط و انقباض حرارتی بتن بر $۱۱/۵ \times ۱۰^{-۶}$ به ازای هر درجه سانتیگراد در نظر گرفته می شود.

Mehrshidiroo.com

قبل از بتن ریزی باید سطح آرماتورها را از مواد خارجی پاک نمود ، ضمنا" سطح آرماتورهایی که خیلی زنگ زده اند باید با برس سیمی یا روش مناسب تر تمیز گردد. در ضمن آرماتورهای بکار رفته در بتن باید بصورت کاملا" راست و کشیده بکار روند.

دیوارهای قالب باید سرجای خود کاملا" محکم باشند واستحکام آرماتورها در جای خود به نحوی باشد که در هنگام بتن ریزی جابجا نگردند. قبل از بتن ریزی باید دیواره های قالب روغنکاری شود تا هنگام جدا کردن قطعه ، به بتن آن آسیبی وارد نشود. در قطعه پیش ساخته باید به مقدار کافی قلاب ، جهت حمل به کارگاه در نظر گرفته شود.

برای ساخت سازه های بتنی بادوام و مقاوم در مقابل خوردگی ، آیین نامه بتن ایران ضوابطی را در هنگام ساخت ارائه داده است که لازم به اجرا است. مهمترین موارد در دوام بتن در ادامه آمده است.

خرابی ناشی از یخ زدن و آب شدن های مکرر بتن که بیشتر در مناطق سردسیر روی می دهد در اثر مواد شیمیایی ضدیخ شدتی بیشتر می یابد ، لذا در مناطقی که در خطر یخ زدن و آب شدن مکرر قرار دارند نباید از ضدیخ استفاده شود. ساختن بتن با سنگدانه های خوب ، نسبت آب به سیمان کم و استفاده از مواد افزودنی حباب ساز مقاومت آن را در برابر یخ زدن های متناوب افزایش می دهد. بتن با کیفیت خوب در برابر عوامل خورنده ضعیف مقاوم است ، مقابله با اثر خورنده اسیدهای قوی (یا مواد خورنده دیگر) مستلزم اتخاذ تدابیر ویژه حفاظتی می باشد.

نسبت آب به سیمان مناسب از جمله مهمترین موارد دوام بتن است. نسبت آب به سیمان زیاد باعث می شود که پس از گیرش سیمان و تکمیل واکنش های شیمیایی ، آب اضافی از داخل بتن خارج شود و در مسیر خروج ، لوله های مویین را به جا بگذارد. این لوله های مویین باعث نفوذ پذیری بیشتر بتن و کاهش دوام آن خواهند شد. در آیین نامه بتن ایران ، ضوابط نسبت آب به سیمان داده شده است ولی می توان قید نمود که تحت هیچ شرایطی نسبت آب به سیمان نباید از ۰/۵ تجاوز کند. کیفیت مصالح دانه ای و آب بکار رفته در بتن باید مطابق استانداردهای ذکر شده در آیین نامه بتن ایران باشد مسلم است که کیفیت پایین مصالح و آب باعث کاهش مقاومت و دوام بتن خواهد شد.

۴-۳- بارگذاری سازه ها

سازه ای که ساخته می شود ، باید در مقابل بارهای وارده بر آن از ایستایی ، مقاومت و ایمنی لازم برخوردار باشد. بارهای وارده بر سازه های پستها را می توان به سه دسته عمده بارهای مرده ، بارهای زنده و بارهای ناشی از طبیعت پیرامون سازه تقسیم بندی نمود.

گنتری ها باید متناسب با ماکزیمم نیروهای افقی طراحی گردند ، البته در طراحی باید وضعیت های مختلف بارگذاری و ضرایب اطمینان مربوطه را در نظر گرفت. در طراحی گنتری ها باید ۱۰ درجه انحرافی مجاز از خط مرکز گنتری برای بستن هادی ها در نظر گرفته شود ولی در هر حال گنتری طراحی شده باید تا ۴۰ درجه انحراف را برای تغییرات ثانویه بتواند تحمل کند. سیم ارت نیز باید قابلیت وصل شدن در همه جهات را داشته باشد. سازه های پستها باید براساس بحرانی ترین و بیشترین ترکیب بارگذاری از بارهای زیر طراحی گردند :

- بارهای مرده ناشی از وزن

Mehrshidnroo.com

- بار ناشی از هادی ها
- بار باد
- بار یخ
- بار اتصال کوتاه
- بار زلزله
- نیروهای دینامیکی ناشی از عملکرد تجهیزات مکانیکی (البته نیروهای مکانیکی باید توسط کارخانه سازنده دستگاه تعیین گردد و در موارد خاصل کاربرد دارد).

بار وزن و بار ناشی از هادی ها ، بستگی به خصوصیات سیستم دارند و محاسبه بار ناشی از زلزله و اتصال کوتاه باید براساس توصیه های ارائه شده در استاندارد SSPB از ضرایب جدول (سازه I) استفاده نمود.

۴-۳-۱- بار ناشی از هادی ها

در پستهای انتقال نیرو بخش مهمی از بارهای وارد بر تجهیزات و گنتری ها از طریق سیم های هادی و محافظ بر سازه ها وارد می شود.

۴-۳-۱-۱- تحلیل اولیه سیم هادی و محافظ

یک عضو انعطاف پذیر نظیر سیم های هادی و محافظ تحت تاثیر نیروهایی نظیر وزن ، بار یخ ، بار باد و بار اتصال کوتاه ، عکس العمل هایی را در تکیه گاه خود ایجاد می کند. نیروهای فوق همگی بصورت گسترده بر سراسر سیم وارد می شوند. البته گاهی اوقات نیروهای متمرکزی نیز در طول سیم هادی ناشی از سیم هادی دیگری که دراپر نامیده می شود ، وارد می شود.

بصورت کلی سیم های هادی در دو حالت نیروی خود را بر تکیه گاه وارد می کنند و در یک حالت که در تجهیزات اتفاق می افتد ، سیم هادی بدون مقره در امتداد سیم هادی نیروی خود را وارد می کند. در حالت دیگر که در گنتری ها اتفاق می افتد سیم هادی با مقره در امتداد سیم هادی نیروی خود را بر تکیه گاه وارد می کند. البته سیم محافظ همیشه بدون مقره نیروی خود را بر تکیه گاه وارد می کند. در نتیجه تحلیل کلی یک عضو انعطاف پذیر در دو بخش صورت می پذیرد.

الف – تحلیل عضو انعطاف پذیر بدون مقره در امتداد آن

در این حالت ، تحیل با فرمول زیر صورت می پذیرد

$$T = \frac{WS^2}{8f} \qquad (۱-۴)$$

که در آن W وزن واحد طول سیم ، S اسپن سیم ، f فلش ماکزیمم سیم و T کشش آن می باشند.

ب – تحلیل عضو انعطاف پذیر با مقره در امتداد آن

در این حالت تحلیل بسیار پیچیده تر می باشد. وجود مقره هایی که در امتداد سیم هادی قرار گرفته باشند ، بر تحلیل آن اثر می گذارند. این حالت وقتی رخ می دهد که سیم هادی به گنتری متصل شده باشد.

Mehrsanat.com

فرضیات این روش بر پایه تحلیل سه قطعه استوار است. قطعه اول و آخر صلب و قطعه میانی انعطاف پذیر فرض می گردند. در حقیقت زنجیره مقره نسبت به سیم هادی صلب فرض می شود.
برای تحلیل سیستم فوق باید از نرم افزارهای تخصصی استفاده نمود. لازم به توضیح است که در دکل های خطوط انتقال نیرو ، طول مقره نسبت به طول سیم هادی قابل صرف نظر کردن می باشد و تاثیر زیادی بر تحلیل ندارد. در صورتی که در پستهای انتقال نیرو طول مقره گاهی در حدود ۲۰ درصد طول سیم هادی می باشد. لذا آنالیز کاملا" تحت تاثیر وجود مقره قرار می گیرد.

نکته قابل توجه در تحلیل هادی انعطاف پذیر این است که اغلب سعی می گردد تا حداکثر خیز آن از ۳ تا ۵ درصد کل اسپن به ترتیب برای سیم محافظ و سیم هادی تجاوز ننماید.

محدودیت دیگر در تحلیل سیم هادی ، رعایت حداقل فواصل فاز به فاز و حداقل فواصل فاز به زمین در شرایط بحرانی می باشد. برای مثال وقتی که هادی یک گنتری تحلیل می شود ، باید در نظر داشت که در حالت حداکثر خیز هادی ، فاصله آن تا تجهیزات زیر خودش از مقادیر مجاز کمتر نشود. در ضمن باید در نظر داشت وقتی که بار اتصال کوتاه یا باد شدید رخ می دهد و حالت نوسان هادی ها رخ می دهد ، فاصله هادی های مجاور از حداقل مجاز کمتر نشود.

با توجه به اینکه فاصله تجهیزات انتقال نیرو از یکدیگر کم می باشد ، بررسی موارد فوق برای آنها الزامی نمی باشد. فقط تحلیل نیروی آن لازم می باشد. ولی برای گنتری های انتقال نیرو بررسی خیز از موارد اصلی طراحی می باشد و محاسبات نیروها نیز براساس آن انجام می پذیرد.
گاهی اوقات در پستهای انتقال نیرو از هادی صلب استفاده می گردد. هادی صلب اغلب به شکل لوله و از جنس آلومینیوم می باشد. بهترین مثال برای اینگونه هادی ها باسبار لوله ای می باشد.
تحلیل جسم صلب با توجه به دانستن نیروی وارد بر آن بسیار ساده می باشد. نکات مهم طراحی هادی صلب در درجه اول بارگذاری آن و در درجه دوم فرضیات مناسب برای تکیه گاه های آن است.
هادی های صلب اغلب روی مقره های اتکایی قرار می گیرند.

ذکر یک نکته در اینجا ضروری به نظر می رسد. بطور کلی انتخاب " مقره اتکایی " و " هادی صلب " تحت تاثیر دو عامل صورت می پذیرد. عامل اول مشخصات الکتریکی و عامل دوم مشخصات مکانیکی آنها می باشد. در صورتی که سایر تجهیزات در پستهای انتقال نیرو ، اغلب کافی است که ملزومات الکتریکی را جوابگو باشد.

۴-۳-۱-۲- طول یک عضو انعطاف پذیر
در عمل مقدار طول سیم هادی یا محافظ با استفاده از رابطه (۴-۲) بدست می آید.

$$L = S\left[1+\frac{8}{3}\left(\frac{f}{s}\right)^2\right]+\frac{h^2}{s} \qquad (۴-۲)$$

که در این رابطه ، S اسپن سیم ، f مقدار فلش ماکزیمم آن و h اختلاف ارتفاع تکیه گاه های دو طرف سیم می باشد. البته مقدار دقیق طول سیم ، دارای جملات دیگری نیز می باشد که مقدار آنها قابل صرف نظر

Mehrshidnroo.com

کردن می باشد. لذا رابطه فوق به عنوان رابطه عملی طول سیم ، بکار می رود. در صورتی که تکیه گاه های دو طرف سیم ، اختلاف ارتفاع نداشته باشند. جمله h^2/s برابر صفر می باشد.

۴-۳-۱-۳- تغییر وضعیت[1]

پس از تحلیل یک عضو انعطاف پذیر در شرایط اولیه ، باید بتوان مقادیر کشش و فلش جدید را در شرایط ثانویه بدست آورد. در حالت جدید پارامترهایی نظیر دما و وزن واحد طول سیم تغییر می کنند. ولی پارامترهایی نظیر سطح مقطع ، مدول ارتجاعی و ضریب انبساط طولی ثابت هستند. با توجه به تغییرات احتمالی در دما و یا وزن واحد طول سیم ، کشش و فلش در سیم تغییر می کند. مقدار جدید کشش از رابطه (۴-۳) بدست می آید. این رابطه ، رابطه تغییر وضعیت نامیده می شود.

$$L - L_0 = (L_0.\lambda.\Delta t) + \left(L_0 \frac{T - T_0}{AE} \right) \qquad (۳-۴)$$

در این رابطه ، L طول سیم ، λ ضریب انبساط طولی ، A سطح مقطع ، E مدول ارتجاعی و T مقدار کشش آن می باشند. (اندیس صفر برای شرایط اولیه بکار رفته است). Δt مقدار اختلاف دما از شرایط اولیه به شرایط ثانویه می باشد.

نکته : برای حل صحیح این رابطه باید مقدار Δt مثبت اختیار شود و یا به عبارت صحیح تر باید شرایط اولیه را در حداقل دمای ممکن فرض کرد تا در همه حالات مقدار Δt مثبت گردد.

با توجه به اینکه مجهول اصلی رابطه تغییر وضعیت ، مقدار کشش می باشد ، می توان با حذف متغیر L و جایگزین کردن آن با مقدار معادل از متغیر T رابطه دیگری بدست آورد. رابطه تغییر شکل یافته تغییر وضعیت به صورت رابطه (۴-۴) می باشد.

$$\frac{S}{24}\left[\left(\frac{WS}{T}\right)^2 - \left(\frac{W_0 S}{T_0}\right)^2\right] - L_0\left[\lambda.\Delta t + \frac{T - T_0}{AE}\right] = 0 \qquad (۴-۴)$$

متغیر W در این رابطه وزن واحد طول سیم می باشد. (اندیس صفر برای حالت اولیه بکار رفته است). در این رابطه فقط مقدار T مجهول می باشد. با توجه به اینکه این معادله برای متغیر T از درجه سوم می باشد ، می توان با روش های عددی نظیر نصف کردن فاصله ، نیوتن و یا روش وتر این معادل را حل کرد.

---

[1]- Change of state

Mehrshidniroo.com

مثال ۱ : یک عدد هادی از نوع AASC با سطح مقطع 400 mm² در شرایط اولیه -30°C تحلیل می گردد. سپس در شرایط ثانویه +90°C با معادله تغییر وضعیت مقادیر کشش و فلش محاسبه می گردند. (مقادیر مدول ارتجاعی ، ضریب انبساط حرارتی و وزن واحد طول سیم از کاتالوگ استخراج شده اند).

Data : $t_0 = -30°C$, $t = +90°C$, $A = 400\ mm^2$, $W = 1.104\ kg/m$

$E = 5500\ kg/mm^2$, $\lambda = 23 \times 10^{-6}\ °C$, Span = 4.0 m , h = 0 m

Solution : $f_{max} = 0.05\ S = 0.2\ m$

با توجه به اینکه در دمای حداکثر (+90°C) حداکثر فلش حدود 0.2 m می باشد ، فلش در حداقل دما حدود 0.1 m فرض می گردد.

$$f_0 = 0.1m \Rightarrow T_0 = \frac{WS^2}{8f} = \frac{1.104(4)^2}{8(0.1)} = 22kg, L_0 = 4.0067m$$

$$(\Delta t = 120^\circ C, W = W_0 = 1.104kg/m)$$

$$change_of_state \Rightarrow T = 14kg \Rightarrow f = 0.16m \Rightarrow f/s = 4.1\%$$

با توجه به اینکه در حالت حداکثر دما ، متغیر f/s برای سیم هادی به حدود ۵ درصد محدود می گردد ، مقدار اولیه کشش مناسب به نظر می رسد.

مثال ۲ : برای سیم هادی مثال ۱ میزان کشش و فلش را در حالت ترکیب بار باد شدید و اتصال کوتاه محاسبه کنید. (سرعت باد شدید 40 m/s می باشد. اتصال کوتاه 31.5 کیلوآمپر در نظر گرفته شود). قطر هادی از کاتالوگ استخراج شده است. فاصله فاز به فاز هادی ها از نقشه جانمایی قابل حصول است. دما در حالت اتصال کوتاه 70°C است.

Data : Wind load at short circuit = $0.7 \times 40 = 28\ m/s$, C = 1.2 , d = 26.9 mm

I = 31.5 KA , d′ = 2.0 m , t0 = -30°C , t = 70°C

Mehrshidniroo.com

$$Solution: q_{wind} = \frac{V^2}{16}.c.d = 1.6kg/m$$

$$q_{ShortCircuit} = 0.02\frac{I^2}{d'} = 9.9kg/m$$

$$q_{total} = \sqrt{(1.104)^2 + (1.6+9.9)^2} = 11.55kg/m$$

$$(\Delta t = 100^\circ C, W = 11.55kg/m)$$

$$Change_of_state \Rightarrow T = 148kg \Rightarrow f = 0.156m \Rightarrow f/s = 3.9\%$$

(در حالت دینامیک ضریب اطمینان حداقل 1.1 الزامی می باشد).

ملاحظه می شود که مقدار نیرو نسبت به حالت عادی بیشتر می شود.

نکته : با فرض اینکه تجهیزی که این سیم هادی روی آن قرار دارد ، قادر به تحمل 300 kg نیرو در حالت دینامیک باشد ، نیروی kg(1.1 × 148) مجاز می باشد. ولی اگر نیروی نهایی بیش از نیروی مجاز تجهیز مورد نظر باشد ، تجدید نظر در طراحی لازم است.

۴-۳-۲- بار باد

سرعت باد مبنای طراحی ، برای تمام موقعیت ها براساس یک دوره ۵ ثانیه و برای ارتفاع ۱۰ متر از سطح تراز زمین داده می شود. برای سرعت باد مبنای طراحی ، ایران به دو ناحیه A و B تقسیم شده است که نقشه آن در استاندارد SSPB آمده است. مقادیر سرعت باد مبنا در این دو ناحیه به صورت زیر است :

ناحیه A : (تمام نقاط ایران به غیر از حاشیه خلیج فارس) V_{5s} = 40 m/s

ناحیه B : (حاشیه خلیج فارس) V_{5s} = 45 m/s

سرعت باد مبنای طراحی با ارتفاع افزایش می یابد و برای هر ارتفاع (Z) سرعت مبنای طراحی (VZ) را می توان از رابطه زیر بدست آورد.

$$VZ = V_{5s.}\left(\frac{Z}{10}\right)^{0.095} \quad ; \quad Z>10\ m \qquad (۵-۴)$$

Mehrshidiroo.com

سرعت باد مبنای طراحی در زمان اتصال کوتاه عبارت است از :

$$V_S = 0.7 \times VZ \qquad (۶-۴)$$

برای بارگذاری یخبندان سرعت باد مبنای طراحی V_{ice}=25 m/s می باشد.
در مورد یک سری از مقره ها ، ضریب شکل C برابر ۰/۵ فرض می شود و در این حالت در محاسبه سطح موثر جلویی ، متوسط قطر قسمت های مختلف مقره در نظر گرفته می شود.
لازم به توضیح است که بار باد بصورت افقی بر سیم هادی وارد می گردد. در ضمن سایر اطلاعات مربوط به بار باد در گزارش سوم از مرحله اول آورده شده است.

۴-۳-۳- بار یخ

بار یخبندان در هادی ها و سازه های پست معمولا" ناشی از شبنم یخ زده ، مه سرد ، یخ یا برف می باشد در هر حال برای محاسبه باریخ می توان از فرمول زیر استفاده نمود. چگالی یخ برابر ۰/۹ در نظر گرفته شده است.

$$q_{iw} = 0.9 \times \pi \times t \times (t + D) \times 10^{-2} (N/m) \qquad (۷-۴)$$

که در آن :

t = ضخامت یخ برحسب mm

D = قطر هادی برحسب mm

لازم به توضیح است که بار یخ بصورت عمودی بر سیم هادی اعمال می گردد.

۴-۳-۴- بار اتصال کوتاه

وقتی که از دو سیم هادی مجاور یکدیگر که در فضا به موازات هم قرار گرفته اند ، جریان الکتریسیته عبور کند ، هادی های فوق برحسب اینکه جریان آنها در جهات موافق یا مخالف هم باشد ، نیروی دافعه یا جاذبه ای به یکدیگر وارد می کنند. مقدار این نیرو توسط رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$F = K \frac{II'}{d} \qquad (۸-۴)$$

در این رابطه I و I′ جریان های عبوری از دو هادی مجاور و d فاصله بین آنها می باشد. F نیروی وارد بر واحد طول سیم هادی می باشد. K نیز عددی است که برحسب انتخاب واحد سایر کمیت ها یک مقدار ثابت به آن اختصاص داده می شود.

P Sganteri۲۰۰۲

Mehrshidniroo.com

این نیرو پایه اصلی محاسبه نیروی اتصال کوتاه می باشد. لازم به توضیح است که نیروی اتصال کوتاه مانند نیروی باد بصورت افقی بر سیم هادی اثر می نماید. البته نتیجه آن نیروی کشش در سیم هادی و نیروهای علکس العمل در تکیه گاه می باشد.

در حالت عادی از سیم هادی جریان معمولی عبور می کند. ولی در حالت اتصال کوتاه فاز به فاز یعنی وقتی که فازها با هم اتصالی کرده باشند ، جریان عبوری از فازهای مجاور چندین برابر می شود. در نتیجه نیرویی که سیم ها به یکدیگر وارد می کردند ، با توان دوم آن افزایش می یابد.

همانطور که در فرمول (۴-۸) ملاحظه می شود ، بطور مثال برای سیم هادی که بطور معمول ۱ کیلوآمپر جریان از خود عبور می دهد ، اگر جریان در حالت اتصال کوتاه به ۴۰ کیلوآمپر افزایش یابد ، نیروی فازهای مجاور نسبت به یکدیگر ۱۶۰۰ برابر خواهد شد.

یعنی نیرویی که در ابتدا ناچیز و قابل صرف نظر کردن بود ، تبدیل به یک نیروی مهم و قابل ملاحظه بر سیم هادی می گردد.

فرمول پیشنهادی برای نیروی اتصال کوتاه دو فاز مجاور مطابق استاندارد IEC 865-1:1993 مطابق زیر می باشد :

$$F' = \frac{\mu_0}{2\pi}(0.75)\frac{(I''_{K3})^2}{a}.\frac{l_C}{l} \qquad (۹-۴)$$

که در آن I''_{K3} جریان اتصال کوتاه سه فاز متقارن (r.m.s) می باشد. a فاصله دو سیم هادی مجاور می باشد. l_c طول خالص سیم هادی (غیر از مقره) می باشد. l کل طول اسپن می باشد. μ_0 ثابت فرمول می باشد. F' نیز نیروی وارد بر طول سیم می باشد. با جایگزین مقدار μ_0 و انتخاب واحدها و همچنین با فرض محافظه کارانه $l_c = l$ فرمول ساده شده زیر را می توان استفاده نمود.

$$F = 0.15\frac{I^2}{a} \qquad (۱۰-۴)$$

دراین فرمول I جریان اتصال کوتاه برحسب KA ، a فاصله سیم های هادی برحسب m و F نیروی وارد بر واحد طول سیم برحسب N/m می باشد.

بدیهی است با استفاده از ضریب 0.015 در فرمول (۴-۱۰) نیروی F برحسب kg/m بدست خواهد آمد.

نیروهای وارد بر تکیه گاه سیم هادی ، به غیر از نیروی کشش هادی ، نیروهای افقی ناشی از اتصال کوتاه و نیروهای عمودی ناشی از وزن نیز می باشند.

نکات طراحی :

۱- حالات بسیار متفاوتی در اتصال کوتاه ممکن است رخ دهد. برای مثال :

- تنها یک فاز اتصال کوتاه داشته باشد.
- دو فاز مجاور اتصال کوتاه داشته باشند.
- دو فاز غیرمجاور اتصال کوتاه داشته باشند.
- سه فاز با هم اتصال کوتاه داشته باشند.

Mehrshidiroo.com

۲- با توجه به کوتاه بودن زمان اتصال کوتاه ، نیروی فوق قبل از اینکه بصورت حقیقی به ستون گنتری ها انتقال پیدا کند ، در تیر گنتری مستهلک می گردد. به خاطر استهلاک نیرو در ستون ، نیروی کمتری نیز به شالوده منتقل می گردد.

۳- با در نظر گرفتن موارد ۱ و ۲ و همچنین بخاطر سهولت طراحی ، برای بدست آوردن نیروی اتصال کوتاه وارد بر گنتری می توان مطابق روش زیر عمل نمود.

الف- نیروی کششی ناشی از اتصال کوتاه ۲ فاز مجاور را بدست آورد.

ب – نیروی فوق را روی هر سه فاز بصورت همزمان اعمال نمود.

البته مقادیر دقیق تر نیروی اتصال کوتاه در استاندارد IEC 865-1:1993 و مثال های طراحی آن در استاندارد IEC 865-2:1994 موجود می باشد. ولی باید توجه داشت که مقادیر فرمول های استاندارد IEC برای اسپن تا طول ۶۰ متر تا فلش ۸ درصد کالیبره شده اند. برای دهانه های بیش از ۶۰ متر ، نیروی حقیقی اتصال کوتاه کمتر از مقادیر فرمول های استاندارد IEC می باشد.

۴-۳-۵- بار زلزله

طریقه محاسبه نیروی زلزله به تفصیل در بند ۶-۴-۲ از بخش سوم از مرحله اول استاندارد آورده شده است. در اینجا تنها به ذکر نکاتی اکتفا می گردد.

الف – طیف پاسخ هر منطقه مخصوص به خود می باشد. در نتیجه هرگونه تحلیل که بر مبنای طیف پاسخ منطقه دیگری باشد ، پاسخ دقیقی برای ضریب بزرگنمایی ارائه نمی نماید.

ب – با توجه به اینکه برای اغلب سازه های تجهیزات ، ضریب میرایی بیش از ۲ درصد می باشد و با استفاده از طیف پاسخ برای مناطق مختلف ، حداکثر ضریب بزرگنمایی ناشی از طیف پاسخ به ۲/۵ محدود می گردد.

ج – با توجه به موارد مذکور در بند "الف" و "ب" توصیه می گردد ، برای طراحی از حداکثر ضریب بزرگنمایی ۲/۵ استفاده گردد. مگر اینکه تحلیل دقیقتر ، نتایج کمتری را ارائه دهد.

د – برای زلزله در جهت عمودی نیازی به ضرب کردن ضریب بزرگنمایی نمی باشد. تنها کافی است ضریب زلزله منطقه را در عدد $2/3 \pm$ ضرب کرد و به عنوان شتاب عمودی زلزله در نظر گرفت.

برای مثال، در منطقه ای با ضریب زلزله 0.35 g و در نظر گرفتن ضریب بزرگنمایی حداکثر ۲/۵ در حالی که تجهیز مورد نظر ۱۰۰۰ کیلوگرم وزن داشته باشد ، برای یافتن نیروهای افقی و عمودی ناشی از زلزله به طریق زیر می توان عمل نمود.

Mehrshidniroo.com

$$F_H = M \times A \times K = 1000 \times 0.35 \times 2.5 = 875kg$$

$$F_V = \pm\frac{2}{3} \times 1000 \times 0.35 = \pm 211kg$$

۴-۳-۵-۱- مقایسه روش بارگذاری با روش آیین نامه ۲۸۰۰

در صورتی که تجهیزات الکتریکی و پایه آنها به سازه غیرساختمانی مشابه پاندول وارونه تشبیه شوند ، می توان ضریب رفتاری در حدود ۲ تا ۳ برای آنها فرض نمود. برای منطقه با خطر نسبی زلزله خیلی زیاد و برای سازه با اهمیت زیاد می توان حداکثر ضریب بزرگنمایی را نیز فرض نمود. در نتیجه مقدار زیر برای شتاب زلزله بدست می آید.

$$C = \frac{ABI}{R}, A = 0.35, B = 2.5, I = 1.2, R = 2$$
$$C = 0.525$$

در صورتی که با روش مذکور در بند " ۴-۳-۵-ج " مقدار زیر برای شتاب زلزله بدست می آید.

$$C = AB, A = 0.35, B = 2.5$$
$$C = 0.875$$

ملاحظه می شود که این روش نسبت به روش آیین نامه ۲۸۰۰ تا حدود زیادی محافظه کارانه می باشد.

تذکر مهم : چنانچه آیین نامه یا استاندارد اختصاصی معتبری در زمینه محاسبه نیروی زلزله پایه های تجهیزات پستهای انتقال نیرو در دست باشد و یا تحلیل دقیقتری برای محاسبه نیروی زلزله ارائه گردد ، استفاده از روش ساده شده فوق منتفی می باشد.

۴-۳-۶- ترکیبات بارگذاری

ترکیبات بارگذاری قبلا" در بند ۲-۲ دفترچه شماره ۱۰۳ از همین استاندارد ، توضیح داده شده است. در این مقطع تنها به ذکر نکات مربوط به طراحی سازه فلزی و فونداسیون گنتری ها و پایه تجهیزات اکتفا می گردد. توصیه می گردد این نکات در ترکیبات بارگذاری رعایت گردند.

با توجه به اینکه تجهیزات پستهای انتقال نیرو دارای جرم متمرکز در ارتفاع می باشند و در زلزله تقریبا" شبیه پاندول وارونه عمل می کنند ، در بسیاری از موارد ، نیروی کنترل کننده طراحی سازه پایه تجهیزات و فونداسیون آن ، همان نیروی زلزله و یا ترکیب آن با اتصال کوتاه می باشد.

ولی در مورد گنتری ها در پستهای انتقال نیرو ، اغلب جرم متمرکزی در ارتفاع وجود ندارد. لذا انتظار می رود که نیروی زلزله برای طراحی سازه و فونداسیون گنتری ها کنترل کننده نباشد. مگر اینکه جرم متمرکزی روی تیر گنتری قرار داده شده باشد.

Mehrshidniroo.com

با توجه به موارد فوق ملاحظات طراحی زیر را برای گنتری ها و پایه تجهیزات پستهای انتقال نیرو می توان در نظر داشت.

الف – در مناطق سردسیر در اغلب موارد بار یخ برای طراحی گنتری ها کنترل کننده می باشد.

ب – در مناطق گرمسیر بار ناشی از باد شدید در اغلب موارد کنترل کننده طراحی گنتری ها می باشد.

ج – برای طرح سازه و فونداسیون پایه تجهیزات پستهای انتقال نیرو در اغلب موارد بار زلزله و یا اثر زلزله همزمان با اتصال کوتاه تعیین کننده در طراحی می باشد.

د – طراحی سازه بهتر است طوری صورت گیرد که خرابی آن قبل از خرابی فونداسیون صورت گیرد.

ه – طراحی سازه بهتر است طوری صورت گیرد که خرابی آن قبل از تجهیزات الکتریکی صورت پذیرد. به عبارت دیگر بهتر است سازه برای بارهای بیش از بارهای مجاز وارد بر تجهیزات الکتریکی طرح نگردد. زیرا تجهیزات الکتریکی اغلب ترد و شکننده می باشند. ولی سازه فلزی دارای انعطاف پذیری بیشتری می باشد. در نتیجه راحت تر نیروهای وارد بر آن مستهلک می گردد. در ضمن اگر آسیب کلان به سازه وارد نشود ، تعمیر آن کار آسان و کم هزینه ای می باشد.

در نتیجه طراح سازه لزومی ندارد نیروهایی بیش از نیروهای قید شده در کاتالوگ تجهیزات الکتریکی به سازه وارد نماید. البته چنانچه نیروی اتصال کوتاه ، زلزله و یا نیروی باد بیش از مقدار مجاز به تجهیزات الکتریکی وارد شوند ، باید با هماهنگی مهندسان برق مساله بطور مجدد بررسی گردد.

۴-۳-۷- ضرایب اطمینان

در طراحی با روش " بار خدمت " برای کلیه بارهای دینامیک نظیر زلزله و اتصال کوتاه ، می توان تنش های مجاز را ۳۳ درصد افزایش داد. البته اثر همزمانی نیروهای دینامیک بطور جداگانه در هریک از ترکیبات بارگذاری در نظر گرفته شده است. به این صورت که در ترکیب اتصال کوتاه و باد شدید ، سرعت باد شدید کاهش یافته است و در ترکیب اتصال کوتاه و نیروی زلزله ، نیروی زلزله کاهش یافته است. در نتیجه هیچ گونه ضریب کاهنده دیگری به عنوان ضریب همزمانی قابل اعمال نمی باشد.

Mehrsharoo.com

۵- لوازم یدکی و وسایل مخصوص

لوازم یدکی مورد نیاز برای سازه های فولادی و بتنی و همچنین وسایل لازم برای نصب و بهره برداری و تعمیر که به نظر سازنده مورد نیاز است باید توسط سازنده پیشنهاد و تامین گردد.

Mehrshidniroo.com

۶- آزمون ها

۶-۱- آزمون های سازه های فولادی

نمونه برداری ، بازرسی ، آزمون و قبول سازه های فولادی باید مطابق با استانداردهای ذکر شده در بخش نیازهای عمومی باشد. آزمون های مورد نیاز در زیر ذکر شده است :

- مشخصات مکانیکی پروفیل های فولادی
- مشخصات پیچ و مهره بکار رفته در اتصالات
- ویژگی های الکترودهای بکار رفته در جوشکاری با قوس الکتریکی
- بازرسی و آزمون جوشکاری های انجام شده
- مشخصات نحوه گالوانیزه نمودن و آزمون قطعات گالوانیزه شده

۶-۲- آزمون های سازه های بتنی

نمونه برداری ، بازرسی ، آزمون و قبول سازه های بتنی باید مطابق با استانداردهای ذکر شده در فصل پنجم آیین نامه بتن ایران باشد. تا زمانی که استانداردهای مندرج در این جدول به وسیله دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تدوین و ارائه نشده اند ، به ترتیب از استانداردهای رسمی منتشر شده به وسیله موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، استاندارد ISO و یا استاندارد ASTM استفاده خواهد شد. آزمون های مورد نیاز عبارتند از :

- مشخصات سیمان مصرفی
- مشخصات سنگدانه های بتنی
- آزمون های مربوط به آب از قبیل مقدار ذرات معلق ، یون کلرید ، مقدار یون سولفات ، اسیدی یا قلیایی بودن آن
- آزمون تعیین PH آب
- مشخصات مواد افزودنی از قبیل روان کننده ها ، حباب ساز و ...
- آزمون مقاومت فشاری
- مشخصات بتن آماده
- آزمون کششی میلگردها

پیمانکار باید گواهی تطابق تجهیزات با طراحی ، موفقیت آزمون های دوره ای و نوعی مندرج در استانداردهای بکار برده شده را ارائه نماید.

کارفرما این حق را دارد تا نماینده خود را در مراحل ساخت کارخانه و عملکرد حاضر نماید. پیمانکار باید برنامه ساخت سازه ها را به اطلاع کارفرما برساند.

Mehrshidnroo.com

۷- نقشه ها و مدارک

۷-۱- مدارکی که باید پیشنهاد دهندگان ارائه نمایند

- جدول سازه (II) پر شده
- شرح خلاصه ای از استثنائات بر مشخصات فنی مناقصه
- تعداد سازه های ساخته شده توسط پیشنهاد دهنده و کیفیت آنها

۷-۲- مدارکی که باید پیمانکار یا سازنده ارائه نماید

مدارک و نقشه های سازه ای مربوط به طراحی ، ساخت ، آزمون های کارخانه ای ، حمـــل ، انبـــارداری ، نصب ، آزمون های محلی ، بهره برداری ، عملکرد و تعمیر و نگهداری سازه ها که به شرح زیر می باشند ولی به آنها محدود نمی شوند ، باید ارسال گردد :

- نقشه های ابعادی سازه ها
- جزئیات حمل و انبارداری
- گزارشات آزمون ها و گواهی تایید
- نقشه های مونتاژ
- جزئیات نصب
- دستورالعمل نگهداری

Mehrshidniroo.com

۸- برنامه تضمین کیفیت

پیمانکار باید برنامه ریزی و ایجاد برنامه برای کنترل کیفیت نماید ، بطوری که مدیریت طراحی و وظایف فنی او را تایید نماید که این برنامه می بایستی براساس و مطابق با استاندارد ایزو ۹۰۰۰ یا مشابه آن باشد. این برنامه باید طوری تنظیم و اجرا گردد که موارد عدم انطباق با مشخصات قراردادی را مشخص و از آن جلوگیری نماید ، پیمانکار باید کپی دستورالعمل کیفیت و مراحل مورد نیاز آن را به مهندس ارسال نماید.

۹- زبان

زبان مورد استفاده فارسی و در صورت لزوم انگلیسی می باشد.

Mehrshidniroo.com

۱۰- مراجع

1- IEC 56 : High-voltage alternating-current circuit-breakers.

2- IEC 129 : Alternating current disconnectors and earthing switches

۳- استاندارد پستهای ۶۳/۲۰ کیلوولت – وزارت نیرو – شرکت توانیر – معاونت تحقیقات و تکنولوژی.

۴- استاندارد پستهای (۳۳) ۱۳۲/۲۰ کیلوولت معمولی – وزارت نیرو – شرکت توانیر – معاونت تحقیقات و تکنولوژی.

۵- استاندارد طراحی بهینه پستهای ۴۰۰/۲۳ کیلوولت – وزارت نیرو – شرکت توانیر – معاونت تحقیقات و تکنولوژی.

۶- استاندارد جامع مهندسی و طراحی خطوط انتقال نیروی ایران – وزارت نیرو – شرکت توانیر – معاونت تحقیقات و تکنولوژی.

۷- اطلاعات فنی از پستهای پروژه های ۲۵ پست و ۱۸ پست (مشاور شرکت توانیر).

8- IEC 865 : CALCULATION OF THE EFFECTS OF SHORT CIRCUIT CURRENTS

۹- آیین نامه طرح ساختمان ها در برابر زلزله – شماره استاندارد ۲۸۰۰ – وزارت مسکن و شهرسازی.

۱۰- طراحی برج های استاندارد انتقال نیرو با استفاده از مصرف انواع نبشی – سازمان برق مورخ مهرماه ۱۳۷۰

11- IEEE Standard 693-1984

۱۲- فهرست منابع و مراجع ، آمار و اطلاعات هادی های خطوط انتقال نیروی برق ایران ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت – وزارت نیرو – شرکت توانیر – معاونت تحقیقات و تکنولوژی.

13- ASCE No. 52. 1981

14- IEC 865. 1989

Mehrshidnroo.com

جدول سازه (I)

" مقادیر نامی و مشخصات سازه ها "

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱	**مشخصات سیستم**		
۱-۱	حداکثر ولتاژ سیستم	کیلوولت موثر	*
۱-۲	فرکانس نامی	هرتز	۵۰
۱-۳	تعداد فاز		۳
۱-۴	نحوه زمین شدن سیستم		مستقیما" زمین شده
۱-۵	حداکثر مدت زمان اتصال کوتاه	ثانیه	۱
۱-۶	سطح اتصال کوتاه	کیلوآمپر	*
۲	**شرایط عملکرد**		
۲-۱	حداکثر درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	۴۰/۴۵/۵۰/۵۵
۲-۲	حداقل درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	-۴۰/-۳۵/-۲۵/-۵
۲-۳	ارتفاع از سطح دریا	متر	۱۰۰۰/۱۵۰۰/۲۰۰۰/۲۵۰۰
۲-۴	سطح آلودگی		کم/متوسط/زیاد/خیلی زیاد
۲-۵	حداکثر سرعت باد	متر بر ثانیه	بیش از ۲۰/۳۰/۴۰/۴۵
۲-۶	سرعت باد در شرایط یخ	متر بر ثانیه	۲۰
۲-۷	ضخامت یخ	میلیمتر	۰/۱۰/۲۰/۴۰
۲-۸	شتاب زلزله	(g) متر بر ثانیه	۰/۲ ۰/۲۵ ۰/۳ ۰/۳۵
۲-۹	رطوبت نسبی	درصد	بیش از ۵۰/۷۵/۷۵
۳	**سازه فولادی**		
۳-۱	نوع فولاد		فولاد ST ۳۷ یا بالاتر
۳-۲	حداقل ضخامت اعضای اصلی در شرایط خشک و بدون عوامل خوردگی	میلیمتر	۵
۳-۳	حداقل ضخامت اعضای اصلی در شرایط دیگر	میلیمتر	۶
۳-۴	حداقل ضخامت اعضای اضافی و کمکی ضریب انبساط حرارتی به ازای هر درجه سانتیگراد	میلیمتر	۳

Mehrshidniroo.com

ادامه جدول سازه (I)

" مقادیر نامی و مشخصات سازه ها "

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۳-۵	ضریب انبساط حرارتی به ازای هر درجه سانتیگراد		$۱۱/۵ \times ۱۰^{-۶}$
۳-۶	شکل پیچ و مهره		شش ضلعی
۳-۷	مشخصات جوشکاری		AWS D1.1
۳-۸	حداقل ضخامت گالوانیزه	میکرون	۸۶
۳-۹	حداقل مقدار وزنی گالوانیزه	گرم بر مترمربع	۶۱۰
۳-۱۰	حداقل دوام و عمر سازه	سال	۳۰
۴	**سازه بتنی**		
۴-۱	جنس میلگرد		AII یا AIII (آجدار)
۴-۲	حد جاری شدن فولاد AII (حداقل)	کیلوگرم بر سانتیمتر مربع	۳۰۰۰
۴-۳	حد جاری شدن فولاد AII (حداقل)	کیلوگرم بر سانتیمتر مربع	۴۰۰۰
۴-۴	حداکثر نسبت وزنی آب به سیمان		۰/۵
۴-۵	حداقل طول پوشش آرماتور در شرایط محیط خورنده	سانتیمتر	۷
۴-۶	حداقل طول پوشش آرماتور در شرایط محیط عادی	سانتیمتر	۵
۴-۷	حداقل مقاومت بتن	کیلومتر بر سانتیمتر مربع	۱۶۰
۴-۸	حداکثر اسلامپ بتن	سانتیمتر	۸
۴-۹	حداقل دوام و عمر سازه	سال	۳۰

*** این مقادیر توسط مهندس طراح تعیین می شود.**

Mehrshidnirco.com

جدول سازه (II)

اطلاعات فنی گارانتی شده سازه ها

(در زمان ارائه پیشنهاد تکمیل می شود)

ردیف	شرح	مشخصات فنی
۱	**کلیات**	
۱-۱	کارخانه سازنده	
۱-۲	علامت مشخصه کارخانه سازنده	
۱-۳	نوع سازه (فولادی – بتنی)	
۲	**سازه فولادی**	
۲-۱	سازنده مقاطع فولادی	
۲-۲	استاندارد پروفیل ها	
۲-۳	استاندارد پیچ و مهره	
۲-۴	نوع فولاد از لحاظ مقاومت	
۲-۵	استاندارد گالوانیزاسیون	
۲-۶	مدارک (گزارش های آزمون / نقشه ها / راهنمای نگهداری و نصب / مراجع)	
۳	**سازه بتنی**	
۳-۱	استاندارد ساخت بتن	
۳-۲	نوع آرماتور مصرفی	
۳-۳	نوع سیمان مصرفی	
۳-۴	نحوه اتصال در محل	
۳-۵	مدارک (نتایج آزمون های مصالح / نقشه ها / راهنمای نگهداری و نصب)	

Mehrshidniroo.com