شرکت سیمان بیارجمند

اسناد مناقصه عمومی شماره ۱۰۰۰/۳۶۶/ص/۱۴۰۵– ۱۴۰۵/۰۶/۰۴

موضوع: **تامین تجهیزات و اجرای خط ۶۳ کیلوولت دو مداره به طول تقریبی ۸ کیلومتر کارخانه سیمان بیارجمند**

دو مرحله ای

جلد ۲ از ۳ (بخش اول)

مشخصات فنی تجهیزات و نقشه ها

سال ۱۴۰۵

جلد ۱-۱ از ۳

دستورالعمل شرکت در مناقصه و نحوه ارزیابی فنی **فارسی**

جلد ۱-۲ از ۳

موافقتنامه، شرایط عمومی و خصوصی قرارداد، فرم ها و تعهدنامه ها **فارسی**

جلد ۲ از ۳

بخش اول: مشخصات فنی تجهیزات و نقشه ها	**فارسی و لاتین**

بخش دوم: دستورالعمل و مشخصات فنی اجرایی و نقشه ها **فارسی**

جلد ۳ از ۳

جداول فهرست بها **فارسی**

مشخصات فنی تجهیزات و نقشه ها

فهرست مندرجات

۱- مشخصات فنی برجهای فولادی خطوط انتقال نیرو

۲- مشخصات فنی یراق آلات و سیستم اتصال زمین خطوط انتقال نیرو

۳- نقشه ها

۱- مشخصات فنی برج های فولادی خطوط انتقال نیرو

فهرست مندرجات

۱- هدف

۲- کلیات

۲-۱- پیش نیازها

۲-۲- آئین نامه های قابل استفاده

۲-۳- تعاریف

۲-۴- ضوابط عمومی نقشه ها

۲-۵- نقشه های اجرائی

۲-۶- نقشه جزئیات ساخت و مونتاژ

۲-۷- برنامه زمانبندی ارائه نقشه‌ها

۲-۸- پلان موقعیت و جزئیات فونداسیون

۲-۹- صورت وضعیت نقشه های اجرایی

۲-۱۰- صورت وضعیت مربوط به نقشه

جزئیات سازه ای و نصب اجزاء

۳- جـزئیات

۳-۱- شرح خدمات

۳-۲- شرایط طراحی

۳-۳- روشهای طراحی

۳-۴- حداقل ضخامت و اندازه اعضاء

۳-۵- مصالح

۳-۶- تنشهای مجاز طراحی

۳-۷- حداکثر نسبت لاغری مجاز

۳-۸- پیچهای برج و حدود تنشهای مجاز

۳-۹- تعیین نسبت لاغری

۳-۱۰- سطح مقطع خالص

۳-۱۱- شرایط خاص ـ تعیین kl/r

۳-۱۲- بارگذاری ویژه و ملاحظات لازم در تحلیل برج

۳-۱۳- فونداسیون (میل مهارو شکل پی)

۳-۱۴- جزئیات و کاربردی کردن آنها

۳-۱۵- کیفیت اجرا

۳-۱۶- گالوانیزه

۳-۱۷- نشانه گذاری

۳-۱۸- موارد لازم برای اطمینان از کیفیت

۳-۱۹- بسته بندی و انتقال

۳-۲۰- حفاری

۳-۲۱- آماده سازی جهت ریختن بتن

۳-۲۲- بتن ریزی فونداسیون

۴- آزمایشها

۴-۱- سوار کردن قطعات

۴-۲- آزمایش بار گذاری برج با اندازه واقعی

۴-۳- آزمایش شکست

۴-۴- آزمایش انحرافات و خمشها

۴-۵- گزارش آزمایشها

۴-۶- تأیید آزمایشها

۵- اطلاعاتی که باید ارائه شود

۱ـ هدف

در این بخش مشخصات فنی مربوط به ساخت و تحویل برجهای فولادی مشبک خطوط انتقال نیرو و ملحقات مرتبط با آن بیان می شود.

۲- کلیات

۲-۱- پیش نیازها

۲-۱-۱- کارفرما باید کلیهٔ نیازهای طرح را بیان نماید تا براساس آن پیمانکار طراحی را انجام داده و با ارائه محاسبات طراحی به کارفرما و اخذ تأیید طراحی ، مجوز نمونه سازی صادر گردد. تهیه نقشه‌های اجرائی ، جزئیات و نقشه های مربوط به نصب قطعات و نیز انجام آزمایشات لازم به عهده پیمانکار می باشد .

۲-۱-۲- پیمانکار باید کلیه قطعات فولادی را گالوانیزه نموده و آماده کند این قطعات شامل استاب، پیچ و مهره ها ، پیچهای پله ، خارضد صعود ، هنگر و نیز مصالح متفرقه و مورد نیاز در تکمیل و مونتاژ برج و فونداسیون می باشد.

۲-۱-۳- طراحی پیمانکار پس از تأیید توسط کارفرما ، باید از نظر سازه‌ای و اقتصادی (وزن اجزاء) اجزاء تضمین شده باشد . پرداخت هزینه‌ها بر مبنای وزن حقیقی سازه بوده و برای آنچه بیش از وزن تضمین شده در قرارداد به کار برده شده باشد پرداختی صورت نخواهد گرفت.

۲-۲- آئین نامه‌های قابل استفاده

آخرین ویرایش وضمائم مربوط به آئین نامه های زیر در صورتی که تأثیری در مدت زمان قرارداد نداشته باشد می تواند به عنوان بخشی از این دستورالعمل مورد استفاده قرار گیرد.

ـ آئین نامهٔ سازه‌های فولادی ، انجمن سازه‌های فولادی آمریکا (AISC)

ـ دستورالعملهای طراحی،ساخت‌ونصب فولاد سازه‌ای در ساختمان ها (آئین نامهٔ فولاد AISC)

ـ آئین نامهٔ اجرای استاندارد در ساختمان ها و پلهای فولادی

ـ دستور العمل اتصالات سازه‌ای با استفاده از ASTM A325 و پیچهای A490

ـ جزئیات سازه‌های فولادی

A6 : آئین نامه مربوط به کلیات تهیه صفحات فلزی نورد شده ، پروفیلها ، ورقها و میلگردهای مورد استفاده در سازه‌های فولادی

A36 : آئین نامه سازه‌های فولادی

A123 : آئین نامه گالوانیزه گرم با فلز روی برای قطعات ساخته شده از فولاد نورد شده ، فشرده شده و یا فولاد آهنگری و نیز ورقها ، میلگردها و تسمه ها

A153 : آئین نامه آب فلز کاری گرم با فلز روی برای آهن ویا فولاد سخت

A235 : آئین نامه مربوط به فولادهای کوره‌ای کربندار به منظور استفاده در مصارف صنعتی

A242 : آئین نامه فولادهای سازه ای با مقاومت بالا و آلیاژ کم

A307 : آئین نامه مربوط به فولاد کربندار که از داخل وخارج رزوه شده و در اتصالات استاندارد به کار می رود.

A325 : آئین نامه پیچهای با مقاومت بالا برای استفاده در اتصالات سازه‌های فولادی شامل مهره‌ها و واشرهای مسطح

A370 : آئین نامه آزمایشهای فولاد

A385 : پیشنهادهای کاربردی در روی اندود کردن قطعات به هم بسته شده با کیفیت بالا

A394 : آئین نامه گالوانیزه پیچ و مهره های مربوط به برجهای فولادی خطوط انتقال نیرو

A572 : آئین نامه مربوط به فولاد با مقاومت بالا و آلیاژ کلمبیوم و وانادیم کم در سازه‌ها

A586 : آئین نامه کابلهای فولادی روی اندود شده

A588 : آئین نامه مربوط به فولادهای سازه‌ای با مقاومت بالا و آلیاژکم با حداقل تنش تسلیم PSI ۵۰۰۰۰ و ضخامت ۴ اینچ.

ـ راهنمای طراحی برجهای فولادی خطوط انتقال نیرو انجمن مهندسین عمران آمریکا (ASCE)

D1_1 : آئین نامه جوشکاری ساختمان انجمن جوش آمریکا (AWS)

ـ راهنمای معیارهای طراحی اعضای تحت نیروهای فشاری انجمن تحقیقات ستونهای فولادی (CRC)

آئین نامه DIN 1700 (Deutch Notmen) وضوابط مربوط به کیفیت پروفیلهای فولادی (با واحد متریک) در سازه‌ها

ـ دستورالعمل IEC 652 (۱۹۷۹) در مورد آزمایش بارگذاری برج

۲-۳- تعاریف

۲-۳-۱- بدنه اصلی برج : عبارتست از اعضاء و اتصالات و ملحقات شامل بازوهای اصلی ، بازوهای عرضی ، مهارها، ورقها، نشیمن اتصالات پیچها ومهره‌ها ، واشرها ، وپیچهای پله ، خارضد صعود و هنگر که در نقشه های مناسب ارائه شده و برای

تکمیل بدنه برج ضروری هستند.

۲-۳-۲- قسمتهای فرعی بدنه : عبارتند از کلیه اعضاء و اتصالات شامل پایه های اصلی ، مهارها ، ورقها ، پیچها ، مهره ها ، واشرها، پیچهای پله و که برای تکمیل بخشهای جانبی و اتصال آنها به بدنه اصلی لازم هستند.

۲-۳-۳- پـایه ها : شامل کلیه اعضاء و اتصالات ، مهاربندها ، پیچ و مهره ها و پیچهای پـله و استاب و کفشک می باشند که برای تکمیل پایه و اتصال کامل آن به بدنه اصلی و یا قسمتهای جانبی بدنه لازم هستند. روی هر پایه باید در مرحله اولیه ۲۵٪ پیچهای لازم جهت اتصال قسمتهای جـانبی به پـایه مـوجود باشند.

۲-۳-۴ـ شبکهٔ مهـاربندی فلزی : عبـارتست از کلیـه اعضاء واتصالات شامل پایه‌های اصلی ، مهارها ، ورقها ، پیچها ، مهره‌ها و واشرهائی که برای اتصال کامل یک مهار به پایه لازم هستند.

۲-۳-۵- مـهار در بتن یا نبشی های پاشنه : شامل پـایه مهار ، گیره‌ها ، پیچها ، مهره ها و واشرهائی است که برای اتصال کامل و مهار برج در بتن پایه لازم هستند .

۲-۴- ضــوابط عمومی نقشه ها

کلیهٔ ابعاد ، محاسبات ، بارها و تنشهای نشان داده شده در نقشه ها واندازه اعضاء و اجزائی که بـاید ساخته شوند باید در سیستم متریک باشند . همچنین کلیه اطلاعات نوشته شده در نقشه ها باید به زبان فارسی ویا انگلیسی باشد .

نقشه‌ها باید در اندازه های زیر تهیه شوند به جز در موارد استثناء که اندازه آنها مشخص خواهد شد.

اندازهٔ A4 : ۲۹۷×۲۱۰میلیمتر

اندازهٔ A3 : ۴۲۰×۲۹۷میلیمتر

اندازهٔ A2 : ۵۹۵×۴۲۰میلیمتر

اندازهٔ A1 : ۸۴۰×۵۹۵ میلیمتر

اندازهٔ A0 : ۱۱۸۰×۸۴۰ میلیمتر

۲-۵- نقشه های اجرائی

۲-۵-۱- نقشه برج و کلیه اجزای آن با کلیه متعلقات اعم از هنگر ، پیچ پله ، خار ضد صعود و غیره باید در مقیاس مناسب ترسیم گردند. همچنین اعضای مهاربندی و اندازه‌های آنها همراه با سایر اعضای برج باید بطور کامل اندازه گذاری شوند . طول اعضاء در دو جهت نصب آنها در برج وسایر مواردی که برای رفع هر گونه ابهامی لازم است باید در نقشه ها دقیقاً مشخص شده

باشد.

۲-۵-۲- چگونگی بارگذاری سازه باید نمایش داده شود(شرایط بارگذاری مشخص شده توسط کارفرما) و در صورت نیاز ضرایب افزایش بارها نیز باید معین گردند. پیمانکار باید ساخت نمونه ها و تولید انبوه برج را با توجه به نقشه های کامل برج ، سطح مؤثر در برابر باد و نقاط فرضی اعمال بار باد انجام دهد.

۲-۵-۳- کلیه فرمولها و روابطی که در تعیین ظرفیت محاسباتی اعضای برج استفاده می گردند باید ارائه داده شوند.

۲-۵-۴- یک جدول کامل از اعضای تحت نیرو باید در نقشه ها ارائه شود. ستونهای جدول باید به ترتیب شامل شمارهٔ عضو، اندازه و نوع فولاد، حالت بارگذاری بحرانی، حداکثر بار نهائی (فشاری و کششی)، حداکثر نسبت لاغری ، ظرفیت محاسباتی عضو ، تعداد پیچهای اتصال ، سطح مقطع خالص و تنشهای برشی موجود در پیچها و پینهای اتصال باشد.

۲-۵-۵- وزن نهائی و اجرائی سازه شامل اجزای کامل برج ، پیچهای اتصال و همچنین حجم گالوانیزه باید مشخص شود.

۲-۵-۶- یک جدول از حداکثر نیروهای وارد بر فونداسیون باید تهیه گردد. نیروهای برشی موجود در حالت فشار و کشش ماکزیمم در هر طرف برج باید نمایش داده شوند. بطور مشابه در حالت برش ماکزیمم در هر طرف ، نیروهای عمودی و سایر نیروهای برشی باید مشخص گردند.

۲-۵-۷- پس از تأیید نقشه های اولیه باید طرح کامل شبکه فلزی پایه به همراه اندازه کلیه اعضاء عمق شبکه و وزن تقریبی آن ، طرح کامل پایه مهارها ، پیچهای مهاری و کف ستونها به همراه ابعاد کلیه قطعاتی که در کلاهک شمعها ، پد ستالهای بتنی یا پـی های گسترده به کار می روند ارائه گردد.

۲-۵-۸- نقشه جـزئیات فواصل الکتریکی و زنجیره مقره ها در انواع برجهای آویزی و انتهایی مربوط به کلیه اتصالات خاص شامل نقاط اتصال کابلها و تجهیزات الکتریکی انتقال نیرو نیز باید تهیه و ارائه شود.

۲-۵-۹- جداول فواصل حفاری واستاب ستینگ (Diagonal , Back – Back) انواع برجها به همراه سایر نقشه ها و محاسبات مربوطه باید توسط پیمانکار ارائه گردد.

۲-۶- نقشه جزئیات ساخت و مونتاژ

جـزئیات مربوط به اتصالات و پیونـدهائی که باید استفاده شود باید توسط پیمانکار تهیه و به تأیید کارفرما برسد. در هر مورد کارفـرما می تواند از پیمانکار بخواهد تا یک نمونه در مقیاس کامل از اتصال را به منظور آزمایش ساخته و سپس جـزئیات مربوطـه را تـأیید نماید.

۲-۶-۱- نقشه‌های جزئیات ساخت باید به ترتیب و به صورت پشت سرهم تهیه شوند. این نقشه‌ها باید به زبان فارسی و یا

انگلیسی تهیه شده و حداقل شامل موارد زیر باشند :

الف) هر عضو یا گروهی از اعضاء باید دارای نشانه‌های مخصوص باشد. کلیهٔ جزئیات عضو از دونمای مختلف باید در همان نقشه ارائه شود. همچنین تمام مقاطع ، نقاط پانچ و کلیه اطلاعاتی که برای ساخت کامل عضو لازم است باید نشان داده شود.

ب- کلیه سوراخهای باید با ابعاد و فواصل بین آنها نمایش داده شود. برای اطمینان از محکم شدن قطعات اتصالی توسط پیچها ، قطر کلیه سوراخها باید دارای حداکثر خطای ۰/۷۵ تا ۱/۵ میلیمتر یا کمتر باشند. همچنین در صورت نیاز باید نقشه های تفصیلی از اتصالات تهیه گردد.

ج- در روی هر نقشه باید لیست مصالح مورد نیاز مشخص شده و در جدولی ارائه شود. جدول مزبور باید شامل یک شمارهٔ ردیف برای هر قطعه ، نام قطعه و تعداد لازم از آن قطعه باشد.

د - در هر یک از نقشه های اجرائی باید چگونگی محاسبه و فرمولهای به کار رفته در تعیین شیب پایه های اصلی نشان داده شود. همچنین در کلیه نقشه ها باید طول تصویر افقی اندازه ها از مرکز برج تا محل اتصال قطعات به پایه های اصلی درارتفاعات مختلف مشخص گردد.

۲-۶-۲- نقشه‌های مونتاژ هر یک از اجزای برج باید بصورت جداگانه و با مشخصات کامل تهیه شوند. اجزای مزبور شامل بدنه اصلی برج ، بخشهای جانبی بدنه ، بخشهای جانبی پایه ها و فونداسیون می‌باشد. این نقشه‌ها باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد :

الف- چگونگی قرارگیری اعضاء و جهت نصب آنها در اتصالات و نیز طول پیچهای مورد نیاز و مقاومت آنها.

ب - جهت صحیح و شیب دقیق قطعه در محل پیوندها یا گره های اتصال و نیز نشانه یا کد مشخصه.

ج- لیست مصالح مورد نیاز شامل : تعداد قطعات توضیح و تشریح کامل عضو (اندازه، طول ، وزن آلیاژ و نوع فولاد) ، نشانه یا کد مشخصه ، ارائه شمارهٔ نقشه ای که جزئیات عضو و مقاطع آن را با اندازه کافی ارائه کرده باشد ، ارائه یک جدول برای هر واحد سازه‌ای و خلاصه ای از وزن کل گالوانیزه و آلیاژ های بکار رفته در هر واحد سازه .

۲-۷- برنامه زمانبندی ارائه نقشه‌ها

۲-۷-۱- درمدت ۴ هفته پس از عقد قرار داد پیمانکار باید طرحهای اولیه را برای تصویب و تأیید ارائه نماید . این طرحهای

اولیه باید شامل مواردی چون بارگذاری سازه ، سیستم مهاربندی پیشنهادی ، کلیه اندازه گذاریها ، شماره قطعات و

توضیحات لازم باشد بطوریکه اطلاعات کافی از بارگذاری و هندسه سازه در اختیار کارفرما قرارگیرد که بتواند از آن در تحلیل استاتیکی و کامپیوتری و کنترل طرح ارائه شده استفاده نماید. اطلاعات فوق باید در دوسری و به دو صورت مستندات و مدارک و نقشه و ورودی و خروجی نرم افزازهای محاسباتی و فایلهای کامپیوتری در دیسک فشرده (CD) تحویل گردد.

۲-۷-۲- کارفرما باید ظرف مدت ۳ هفته طرحها را به همراه دستورات لازم یا تصویب شده باز گرداند.

۲-۷-۳- در طی مدت ۴ هفته پس از دریافت طرحهای تصویب شده اولیه ، پیمانکار باید نقشه های اجرائی کامل و نهائی را برای تصویب ارائه کند. کارفرما باید مجدداً ظرف مدت ۴ هفته این نقشه ها را تصویب نموده و یا دستورات لازم را به پیمانکار منتقل نماید .

۲-۷-۴- پیش از ارائه نقشه جزئیات به منظور تصویب نهائی ، پیمانکار باید فهرستی از کلیه نقشه‌ها با شماره گذاری و نام هر نقشه تهیه نماید و این فهرست باید شامل تمام نقشه های نصب وجزئیات اجزاء باشد.

۲-۷-۵- ظرف مدت ۴ هفته پس از تصویب نقشه های طراحی توسط کارفرما پیمانکار باید نقشه های کامل اجرائی و جزئیات را به همراه جداول وزن اجزاء برج (بدنه ، بخشهای جانبی بدنه ، پایه‌ها) و وزن کل ، تهیه وارائه کند. کارفرما پس از کنترل نقشه ها آنها را به همراه دستورات لازم یا با تأیید نهائی ، ظرف مدت ۴ هفته باز می گرداند.

۲-۷-۶- پیمانکار باید عملیات اجرائی را براساس نقشه های تصویب شده و جزئیات ارائه انجام دهد. در موارد کاربردی ، نقشه های نصب باید همراه با نقشه های اجرائی ارائه شود.

۲-۷-۷- ظرف مدت ۲ هفته پس از تأیید نقشه‌های طراحی ، پیمانکار باید نقشه جزئیات فونداسیون را برای همه انواع پـی های موجود تهیه و برای تأیید ارائه نماید.

۲-۸- پلان موقعیت و جزییات فونداسیون

در نقشه های فونداسیون باید دقت اندازه ها تا ۰/۱ میلیمتر باشد . در پلان ترسیم شده باید فاصله نقاط مختلف کلیه پایه ها در شبکه به هم پیوسته فونداسیون و همچنین نقاط مربوط به فونداسیون پایه از مرکز برج مشخص شده باشد . اندازه گذاری باید در روی خطوط مایل و دو تصویر افقی و قائم پلان انجام شود . برای تنظیم جداول در نقشه ها حروف برای مشخص کردن قسمتهای مختلف نقشه به کار می رود.

۲-۹- صورت وضعیت نقشه های اجرایی

کلیهٔ صورت وضعیتها برای کنترل باید واضح و قابل فهم باشند پیمانکار از این جداول و جداول متره و محاسبات ضمیمه صورت وضعیت به منظورتهیه مصالح و تجهیز کارگاه چنانچه در بند ۱-۲ گفته شد ، استفاده می کند . علاوه بر اینها ارائه موارد زیر الزامی است :

۲-۹-۱- درمدت ۴ هفته پس از عقد قرار داد پیمانکار باید طرحهای اولیه را برای تصویب و تایید طراحی اولین برج ارائه نماید . این طرحهای اولیه باید شامل مواردی چون بارگذاری سازه ، سیستم مهاربندی پیشنهادی ، کلیه اندازه گذاریها ، شماره قطعات و توضیحات لازم باشد بطوریکه

اطلاعات کافی از بارگذاری و هندسه سازه در اختیار کارفرما قرارگیرد که بتواند از آن در تحلیل استاتیکی و کامپیوتری و کنترل طرح ارائه شده استفاده نماید . واگذاری اطلاعات فوق بایستی در دوسری و به دو صورت مستندات و مدارک و نقشه و ورودی و خروجی نرم افزارهای محاسباتی و فایلهای کامپیوتری در دیسک فشرده (CD) تحویل گردد.

۲-۹-۲- کارفرما باید ظرف مدت ۳ هفته طرحها را به همراه دستورات لازم یا تصویب شده باز گرداند.

۲-۹-۳- در طی مدت ۴ هفته پس از دریافت طرحهای تصویب شده اولیه ، پیمانکار باید نقشه های اجرایی کامل و نهایی را برای تصویب ارائه کند. کارفرما باید مجدداً ظرف مدت ۴ هفته این نقشه ها را تصویب نموده و یا دستورات لازم را به پیمانکار منتقل نماید .

۲-۱۰- صورت وضعیت مربوط به نقشه جزییات سازه‌ای و نصب اجزاء

پس از آماده شدن نقشه های جزییات سازه‌ای و نصب اجزاء برجهای خطوط انتقال توسط پیمانکار، آنها را باید به صورت زیر کنترل نمود:

۲-۱۰-۱- نقشه جزییات و نصب اجزاء

الف-پیش از ارائه نقشه جزییات به منظور تصویب نهایی ، پیمانکار باید فهرستی از کلیه نقشه‌ها با شماره گذاری و نام هر نقشه تهیه نماید و این فهرست باید شامل تمام نقشه های نصب وجزییات اجزاء باشد.

ب- ظرف مدت ۱۰ هفته پس از تصویب نقشه های طراحی توسط کارفرما یا پس از دریافت نقشه های ارائه شده از سوی کارفرما پیمانکار باید نقشه های کامل اجرایی و جزییات را به همراه جداول وزن اجزاء برج شامل بدنه ، بخشهای جانبی بدنه ، پایه ها و وزن کل برج ، تهیه وارائه کند.

ج- کارفرما پس از کنترل نقشه ها آنها را به همراه دستورات لازم یا به تایید نهایی ، ظرف مدت ۴ هفته باز می گرداند.

د- پیمانکار باید عملیات اجرایی را براساس نقشه های تصویب شده و جزییات ارائه شده آغاز کند.

هـ ـ در موارد کاربردی ، نقشه های نصب باید همراه با نقشه های اجرایی ارائه شود. اما در هیچ موردی این کار نباید بیش از ۲هفته از تصویب نقشه های اجرایی طول بکشد.

۲-۱۰-۲- نقشه های فونداسیون

ظرف مدت ۴ هفته پس از دریافت مجوز طراحی ، پیمانکار باید نقشه جزییات فونداسیون را برای همه انواع پـی های موجود تهیه و ارائه نماید تا برای تایید آماده شود . این نقشه ها باید شامل کلیه اندازه گـذاریهای لازم ، پلان شبکه بندی فلزی ،و پایه های برج ، میل مهارها وصفحات زیر ستون برای اجـــرای دقیق فونداسیون باشد و در صورتی که لازم باشد باید آنها را با نقشه های استاندارد مقایسه وتصحیح نمود.

۲-۱۰-۳- نقشه های اندازه گذاری برج

پیمانکار باید نقشه های اندازه گیری شده و تصحیح شدهٔ برج را برای هر قسمت از سازه که تجهیزات و کابلهای برق را حمل می نماید تهیه کند . این نقشه ها باید به ترتیب و به صورت قطعات پشت سر هم تهیه شده و ابعاد قائم سازه را از بالاترین نقطه اتصال کابلها تا نقاط معین مانند پایه برج یا محل مهارها نشان دهد.

۳ـ جزئیات

۳-۱- شــرح خــدمات

اجزاء فولادی و گالوانیزه شده برجهای خطوط انتقال که توسط پیمانکار ساخته و تحویل می شوند باید مونتاژ شده و مطابق دستورالعمل کارفرما نصب گردند . این سازه ها پس از تکمیل نهائی باید قابلیت تحمل بارهای سیم های هادی و محافظ را داشته باشد.

۳-۲- شرایط طراحی

۳-۲-۱- شکل برجها تابع محدودیتها ومعیارهائی است که در این دستور العمل و نقشه‌های ضمیمه مشخص شده است . بارگذاری ، محل نصب تجهیزات و اتصال سیمهای برق ، ارتفاع بازوهای جانبی ، شماره و نوع سازه ها باید بر طبق این دستور العمل و نقشه‌های ضمیمه باشند.

۳-۲-۲- به منظور ایجاد صلبیت در سازهٔ برجها یکی از دو سیستم مهاربندی زیر و یا هر دوی آنها باید مورد استفاده قرار گیرد: الف- سیستمهائی که تنها نیروی کششی را تحمل می کنند.

ب- سیستمهائی که همزمان نیروی کششی و فشار را تحمل می کنند.

۳-۲-۳- از سیستم کششی تنها در بخشهای پائینتر بدنه برجهای با ارتفاع استاندارد و اجـزاء متصل به آن استفاده می شود موقعیت این مهاربندی در سازه بیشتر ممکن است در نقشه های طراحی مربوط به قسمتهای مختلف برج مشخص گردد.

۳-۲-۴- ورقها و پروفیلهای مورد استفاده در سازه باید براساس سیستم ایالات متحده و یا سیستم متریک مشخص شوند که در صورت استفاده از سیستم ایالات متحده برای وزن واندازهٔ قطعات ، پروفیلهای نورد شده باید با ابعاد استاندارد آئین نامه AISC و یا معادلهای آنها تطابق داشته باشد و در صورت استفاده از سیستم متریک پروفیلهای نورد شده سازه‌ای باید با ابعاد استاندارد مربوط به استانداردهای DIN شامل DIN 1045, DIN 1029, DIN1028 و یا معادلهای آنها تطابق داشته باشد.

۳-۳- روشهای طراحی

به منظور تحلیل وطراحی سازه از هر روش شناخته شده ای می توان استفاده نمود مشروط بر آنکه روش انتخاب شده مانند استفاده از منحنی های تنش یا تحلیل سه بعدی سازه و .... در طراحی تمام برجها استفاده شود. بدون توجه به روش استفاده شده در طراحی، کارفرما ممکن است دقت و یکنواختی روش را با استفاده از نرم افزار کامپیوتری که بر مبنای روش تحلیل ماتریسی کار می کند کنترل نماید . در صورتی که تفاوتی مشاهده شود ، باید با روش ماتریس سختی کنترل لازم انجام شود. علاوه براین ، اعتبار روش طراحی ، روشهای آنالیز ، جزئیات اجرائی برج و سایر فرضیات وابسته به آن باید با استفاده از آزمایش مدل کامل برج چنانکه در بخش ۵ این دستور العمل آمده است تأیید گردد.

هر گونه خطا یا اشتباه در روش طراحی و نقشه‌های اجرائی که با آزمایش مشخص شود باید در کلیه برجها تصحیح شود. تمام سازه و اجزاء آن باید به گونه ای طراحی شوند که بدون ایجاد شکست و اثر تنشهای نهائی حاصل از کلیه ترکیبات بارگذاری بحرانی ، پایداری خود را حفظ کنند. طول و شکل ابعاد اعضاء باید طوری باشد که از ایجاد خسارت در اثر ارتعاش و تغییر تنشها جلوگیری شود. جهت محاسبهٔ اولیه اثر باد بر سازه ، سطح بادگیر را می توان

تخمین زد . در هر حال پس از تکمیل طراحی برج ، سطوح بادگیر واقعی و نیروهای باد باید مجدداً محاسبه شده و در نقشه های طراحی نمایش داده شوند. در صورتی که بار واقعی باد از این بار تخمینی اولیه بیشتر باشد ، اعضای طراحی شده باید در برابر بار واقعی باد کنترل گردند.

۳-۴- حـداقل ضـخامت وانـدازه اعضـاء

۳-۴-۱- حداقل ضخامتهای مورد نیاز پایه های برج و بازوهای جانبی اصلی ۶mm ، سایر اعضای تحت تنش mm ۴ ، عضوهای اضافی mm ۳ ، ورقهای اتصال شامل پشت بندها mm ۶ ، اعضای قیراندود در تماس با خاک mm ۶ می‌باشد.

۳-۴-۲- اعضائی که ضخامت آنها از ۴ میلیمتر کمتر باشد نباید تلرانس منفی در ضخامت آنها وجود داشته باشد .

کلیـهٔ اعضاء به استثناء عضـوهای قـائم باید دارای سطح مقطع کافی باشند بطوریکه بتوانند بـار نـاشی از وزن چند نفر به صورت متمرکز را در هر نقطه از خود ، بدون تغییر شکل قابل توجه تحمل کنند. به این منظور یک نیروی ۱۵۰ کیلوگرم علاوه بر تمام بـارهای دیگر به تمام اعـضاء بـجز عـضوهای قائم یا اعضائـی که زاویه شیب آنها نسبت به افق بیش از ۴۵ درجه باشد ، وارد می شود.

۳-۵- مـصالح

۳-۵-۱- بـجز مواردی که قبلاً ذکر شده، هر تـرکیبی از فولادهای سـازه‌ای زیر را مـی توان مـورد استفاده قـرار داد. فـولاد مـورد نظر باید به روش کوره باز اکسیژنی یا الکتریکی ساخته شده باشد و باید با استانداردهای ASTM (ASTM A36 یا معادل آن و ASTM A 572 درجـه ۵۰ یـا مـعادل آن) که در مـورد فولاد سـازه‌های ساختمانی و پلها می باشند، انطباق کامل داشته باشد. بجز مـوارد مذکور فـولادهائی که با آئین نامـه های دیگر و یا استانداردهائی مانند DIN 17000 تطابق داشته باشد را با مجوز کتبی کارفرما می توان مورد استفاده قرارداد.

۳-۵-۲- پـیمانکار باید اطلاعات و مشخصات شیمیائی و مکانیکی فولاد پیشنهادی را ارائه نموده و یک کپی از دستور العمل کاربردی و یا استاندارد مـربوطه به زبان انگلیسی با ترجمه فارسی ، تحویل کارفرما دهد. در غیر اینصورت باید گزارش تأیید شدهٔ آزمایشها را پیش از تهیه نقشه های اجـرائی یا همزمان با آنها تکمیل وارائه نماید . گـزارشهای یاد شده به عنوان گواهی کیفیت مصالح مورد استفاده تلقی خواهد شد.

۳-۵-۳- کلیه پیچها و مهـره های مـربوط به اتصال قطعات برج شامل پیچهای اتصال ، مـهارهای پـایه و پیچهای نردبان. با قطر یکسان باید براساس یک دستورالعمل واحد از ASTM تهیه شده باشد.

۳-۵-۴- پیمانکار ممکن است یکی از انواع پیچ و مهره های متعارف ASTM A394 که سرپیچ آنها به شکل شش ضلعی منتظم می باشد را بکار برد. پیچها باید بصورت مناسب و کنترل شده رزوه شده باشند تا تماس کامل با صفحات بـرشی، بدون استفاده از واشر در زیر مهره ایجاد شود مگر آنکه بنا به دستـورالعـمل ASTM A 325 استفاده از واشر نیز الزامی باشد.

۳-۵-۵- کلیهٔ پیچهای اتصال باید منطبق بر یکی از دستور العملهای ASTM A 394 ، ASTM A325 یا ASTM 394 باشند (بجز پیچهای با حداقل مقاومت کششـی ۵۲ kg/mm2 (۷۵۰۰۰ psi))

۳-۵-۶- پیمانکار باید برای هر پیچ جدول شامل اطلاعات مربوط به طول ، گام پیچ ، طول رزوه شده استاندارد، ارتفاع استاندارد

مهره و حداکثر و حداقل طولی از پیچ که مهره به آنها متصل می‌شود تهیه کند و نمونه هائـی از پیچها را به همراه جدول مذکور ارائه دهد. حـداقل کلاس مـورد تأیید برای پیچ 5.8 و برای مهره 5 می باشد. لازم به ذکر است از آنجائی که هـر گونه قلاویز کاری (اور سایز شدن) پیچ

و مهره پس از گالوانیزه گرم مورد تأیید کارفرما نمی باشد ، باید گالوانیـزه پیچ و مـهره ها مطابق استاندارد و با روشهای مکانیکی یا الکتریکی انجام گیرد.

۳-۵-۷- در صورتی که از پیچهای A394 استفاده شود می توان یکی از تجهیزات قفل و بست دار زیر را بکار برد:

الف - واشرهای فنری و مارپیچی منظم از جنس فـولاد کـربندار براساس آئین نامه ANSI-B27.1 یا ویرایشهای جدیدتر آن .

ب - سـایر تجهیزات مختلف که ممکن است بـراساس نظر کـارفرماتهیه شود.

کـلیهٔ تجهیزات قفل وبست بایدهمراه با پیچهای اتصال و پیچهای پـله آماده شوند.

۳-۵-۸- فولاد مورد استفاده در میل مهارها بایـد بـراساس دسـتورالعمل ASTM – A3 تـهیه شوند. همچنین دستورالعمل ASTM- A307 را برای فولاد مهره های میل مهارها می توان بکار برد . رزوه پیچها باید از سری رزوه های سخت با گام و تلرانس موجود در دستورالعمل ASTM-A307 ایجاد شود . همچنین مهره های مورد استفاده در میل مهارها باید از سری هشت ضلعی با آلیاژ سنگین و با ابعاد و تلرانس مناسب مطابق دستور العمل ASTM-A307 باشند.

۳-۵-۹- مهارها باید منطبق بر دستور العمل موجود در آئین نامه ASTM –A 586 درجهٔ B یا معادل آن باشد . پیمانکار باید آزمایش تعیین مدول الاستیسیته و ازمایش کشش را انجام داده و نتایج آنها را ارائه نماید.

۳-۶- تنشهای مجاز طراحی

حداکثر تنشهای هر یک از اعضای برج نباید از تنشهای مجاز طراحی که در زیر بیان شده است بیشتر شود:

۳-۶-۱- حداکثر تنشهای مقاطع خالص در اعضای تحت فشار محوری باید با استفاده از معیارها و روابط بندهای d,c,b,a از بخش C2 آئین نامه ASCE ، آخرین ویرایش گزارشهای کاربرد مهندسی شمارهٔ ۵۲ و راهنمای طراحی برجهای فولادی انتقال نیرو تعین شود. روابط ۹ و ۱۰ در بخش C2 برای اعضائی که قسمتی از عضو در برابر چرخش درگیر شده و همزمان خود عضو و اعضای متصل به آن تحت بار فشاری بحرانی قرار می گیرند ، قابل استفاده نمی باشد (در این وضعیت می‌توان KL/r را برابر L/r در نظر گرفت). در صورتی که از پروفیلهای غیر از آنچه در این دستورالعمل ذکر شده است استفاده گردد(مانند پروفیلهای W,U,T) لازم است تا مقاومت کمانشی آنها با آزمایش نمونه های فشاری با اندازه واقعی توسط دستگاه تعیین شود . نمونه‌ها باید به گونه ای در دستگاه آزمایش قرار گیرند که دقیقاً مانند آنچه در عمل پیش می آید تحت تأثیر نیرو واقع شوند انتهای

نمونه ها مفصل بوده و هیچگونه درگیری چرخشی در تکیه گاهها نباید وجود داشته باشد.

آزمایشها باید هم برای اعضاء پایه و هم بدنه برج انجام شود. این آزمایشها باید به تعداد کافی انجام گیرد تا روابط مطمئنی برای ستونها حاصل شود . نتایج این آزمایشها باید برای کنترل طراحی و تصویب توسط کارفرما ، تهیه و ارائه گردند. کارفرما نیز می تواند نمایندگانی را در حین آزمایش جهت نظارت تعیین نموده و معرفی کند.

۳-۶-۲- عضو بال عضوی است که در هر دو وجه خود و در اتصالات دو انتها و نیز در جائی که اتصال یک عضو دیگر در آن ایجاد نوعی بار متمرکز می نماید توسط پیچ به هم بسته می‌شود. عضوهائی که از نبشی های دوبل پشت به پشت هم ساخته شده اند را در صورتی که باردر

محل اتصال بال آنها وارد شود میتوان عضو بال به شمار آورد. همچنین عضو فرعی ، عضوی است که در هر دو انتها دارای یک قطعه عمودی باشد که به آن متصل شده است. نبشی‌ها معمولاً با یک بال خود به این اعضاء وصل می‌شوند.

۳-۶-۳- علاوه بر آنچه در دستورالعمل ۵۲ آمده است در حالتی که انتهای عضوها تا حدی درگیر باشد باید سختی نسبی عضو(I/L) بطور محسوس از یک یا چند عضو که به یک گره متصل می شوند کمتر باشد. این مورد در هر یک از صفحات کمانشی باید در نظر گرفته شود.

۳-۶-۴- حداکثر تنش مجاز کششی در سطح خالص مقطع عضو نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:

الف- عضوهائی که در اثر اتصال به عضوهای دیگر بارگذاری می شود مانند عضوهای بال که در هر دو وجه پیچ شده‌اند ویا نبشی های دوبل که پشت به پشت به هم وصل گردیده اند :

Ft=Fy , Fy = Yield point

ب- عضوهای تک نبشی که با یک بال متصل می شوند:

پ ـ در برجهائی که آزمایش شده اند (برطبق نظر پیمانکار): F t=Fy و در برجهائی که آزمایش نشده‌اند : Ft=0.9Fy

ج) در اعضای کششی که بار زیاد ناشی از تجهیزات الکتریکی را تحمل می کنند ممکن است نیاز به در نظر گرفتن نیروهای کششی و خمشی بطور همزمان باشد (مراجعه کنید به آئین نامه AISC)

د- انکربولتها : FT=0.8FY

هـ- مهارها : حداکثر کشش مجاز در مهارها برابر با ۷۵٪ حداقل مقاومت گسیختگی آنها می باشد. در صورتی که مهارها علاوه بر بارهای مکانیکی برای جریانهای اتصال کوتاه یعنی حدود KA ۵۰ در ۰/۵ ثانیه طراحی شوند، می توان از همان تلرانس های نقشه های اولیه استفاده نمود. اما در غیر اینصورت باید میزان تلرانس ها در حدود ۸۵۰ تا ۴۲۰۰ میلیمتر افزایش داده شوند.

شدت جریان در حالت بحرانی در یک مهار نباید از A/mm2 ۹۰ در ۰/۵ ثانیه بیشتر شود.

۳-۶-۵- تنشهای مجاز خمشی ، برشی ولهیدگی

الف) حداکثر تنش خمشی (Fb) در دورترین تارها باید برابر با تنش تسلیم (FY) فرض شود.

ب) حداکثر تنش برشی مجاز (Fs) باید حدود FY ۰/۶ در نظر گرفته شود.

ج) حداکثر تنش مجاز لهیدگی (Fbr) باید برابر FY ۱/۱۸ فرض شود.

۳-۶-۶- اعضائی که همزمان تحت تنشهای فشاری و خمشی قرار گیرند باید بر طبق بخش ۶-۱ از آخرین ویرایش

دستور العمل سازه‌های فولادی آئین نامه AISC برای ترکیب تنشها طراحی شوند . تیر ستونهای مشبک باید با در نظر گرفتن آثار حاصل از تغییر شکلهای برشی طراحی شوند.

۳-۷- حداکثر نسبت لاغری مجاز

۳-۷-۱- حداکثر نسبت لاغری مجاز باید در اعضای کششی ، ۳۲۵ و در اعضای کششی که اثر ارتعاشی باد در آنها در نظر گرفته شده باشد، ۵۰۰ در نظر گرفته شود.

۳-۷-۲- حداکثر نسبت لاغری مجاز باید در پایه اصلی واعضای مربوط به بازوهای فرعی ، ۱۵۰ و برای سایر اعضاء که دارای تنشهای محاسباتی هستند ، ۲۰۰ و برای اعضای فرعی درجه دو(اعضای اضافی) بدون تنشهای محاسباتی ، ۲۵۰ در نظر گرفته شود. همچنین کلیه اعضای فرعی درجه دو بدون تنشهای محاسباتی باید طوری طراحی شوند که بتوانند حداقل ۲ تا ۰/۵ درصد تنشهای اعضائی را که به آنها وصل شده‌اند تحمل نمایند.

۳-۸- پیـچهای برج و حـدود تنشهـای مجـاز

۳-۸-۱- قطر پیچها باید حداقل برابر با ۱۶ mm باشد . در هر بـرج فقط مـی توان پیچهـائی با یـک قـطر را بـدون تأیـید کارفرمـا بکـار بـرد. در یـک بـرج مـمکن است استفاده از پـیچهائـی با دو انـدازه مختلف امکان پذیرباشد اما باید توجه داشت

که از پیچهای بزرگتر باید برای پـایه اصلی استفاده شود. پیچهای با قطر بزرگ باید در برجـهائی بکار روند که تحت بـارهای سنگیـن قـرار داشـته و بتوانـند استفاده از واشرها و صفحات پر کننده را به حداقل برسانند. هنگام محاسبه جـزئیات لازم نیست پیـچها هـمواره در کـشش فـرض شـوند و در صورتـی که چنین مـوردی پیـش بیاید، تنـش کششـی این پیچـها نباید از ۰/۶۷ FY بـیشتر در نظـر گرفته شود.

۳-۸-۲- تنـشهای مجاز برشـی در پیچـها بصورت زیر می‌باشد :

الف- پیچـهای ASTM-A394 ، در سطح خالص بدون رزوه : ۲۱ kg/mm2 (۳۰۰۰۰ psi)

ب- پیچـهای ASTM-A325 ، در سطح خالص بدون رزوه : ۲۸ kg/mm2 (۴۰۰۰۰ psi)

ج - پیچهای ASTM-A394 ، بجز پیچهای با حداقل مقاومت کششـی ۵۲ kg/mm2 (۷۵۰۰۰ psi) در سطح خالص بدون رزوه : ۲۴/۵ kg/mm2 (۳۵۰۰۰ psi)

۳-۸-۳- برای تنش لهیدگی مجاز به بند ۳-۶-۵ مراجعه شود.

۳-۸-۴- پیچهای منفرد که برای اتصال اعضای فرعی درجه دو بکار می روند باید بتوانند ۲ تا ۰/۵ درصد آنچه در بند ۳-۷-۲ گفته شد را تحمل نمایند. پیچهای منفرد که برای اتصال اعضای تحت تنش در برجهای معلق بکار می روند در صورتی قابل قبول هستند که کلیه محدودیتهای تنش را رعایت نموده و باعث بزرگ شدن اعضاء و یا افزایش صفحات اتصال در برج نشوند در غیر اینصورت اتصالی مرکب از حداقل دو پیچ باید برای تمام اعضای تحت تنش در شرایط دیگر و در همه انواع برجها ایجاد گردد. درصورتی که ترکیب اعضاء برای تکمیل برج دارای اهمیت ویژه بوده و اتصال با پیچ منفرد برطبق آنچه گفته شده مجاز باشد ، ممکن است لازم باشد تا یک سوراخ برای پیچ دوم در انتهای بالائی عضو ایجاد گردد. در هر حال ممکن است از نظر کارفرما چنین کاری برای اعضای کوتاه و با شیب ملایم نسبت به افق غیر ضروری تلقی شود .

۳-۹- تعیین نسبت لاغری

۳-۹-۱- اعضای ساخته شده از نبشی تک

الف- برای محاسبه حداکثر مقدار L/r در نبشی هائی که بصورت متقارن در هر بال نبشی مهار شده باشند باید مقدار L برابربا فاصله بین نقاط مهار شده (اعضای درجه دو نیز مؤثر هستند) وr برابر با حداقل شعاع ژیراسیون عضو در نظر گرفته شود .

ب- برای محاسبه حداکثر L/r در نبشی هائی که بصورت یک در میان از دو بال نبشی مهار شده باشند باید مقدار L برابر با فاصله بین نقاط مهار شده (اعضای درجه دو نیز مؤثر هستند) وr شعاع ژیراسیون حول محوری که موازی با عضو مهاری می باشد یا L برابر با فاصله بین نقطه مهار شده روی یک پایه و نزدیکترین نقطهٔ مهار شده روی پایه دیگر و r حداقل شعاع ژیراسیون عضو در نظر گرفته شود.

لازم به ذکر است مـهارهـای یک در میان در پایـه های اصلی برج فقط در قسمت پائینتر از میانـه برج و در زیر محل اتصال بخش های جانبی به بدنه اصلی یا به پـایه ، قابل قبول هستند. در هرحـال حـداکثر پانلهائی که می توانند بصورت متوالی و در حالت یک در میان بدون مهار باشند باید به ۳ پانل در هر وجه محدود شود. در صورت قرار دادن یک تکیه گاه در دو وجه یک

پایه در هر ارتفاع ، پس از آن می توان حداکثر ۳ پانل را بصورت یک در میان مـهار بندی نمود.

د- برای محاسبه حداکثر مقدار L/r در اعضاء با جان منفرد که با یک بال به یک سیستم شامل دو جان متصل می شوند(در این حالت اعضای قطری به محل تقاطع آنها پیچ می شوند) باید مقدار L برابر با طول بزرگتر از مرکز اتصالهای انتهائی تا محل تقاطع وr برابر با حداقل شعاع ژیراسیون در نظر گرفته شود.

هـ ـ برای محاسبه حداکثر مقدار L/r در اعضاء با جان منفرد که با یک بال به تکیه گاههای ابتدائی متصل می‌شوند مقدار L برابر با فاصله بین مرکز اتصالهای دو انتها وr شعاع ژیراسیون عضو حول محوری که موازی عضو مهاری است یا L برابر با طول بزرگتر از مرکز اتصالهای دو انتها یا نقطه تکیه گاه یا بزرگترین طول بین تکیه گاههای مجاور هم و r حداقل شعاع ژیراسیون عضو در نظر گرفته می‌شود.

۳-۹-۲- اعضای ساخته شده مرکب

الف - اعضای فوق که بصورت ترکیبی از دو یا چند پروفیل نورد شده می باشند باید به گونه ای با پیچهای نزدیک به هم اتصال داده شوند که مقدار L/r هر پروفیل بین پیچها بیشتر از ۰/۹ لاغری مجاز عضو مرکب نشود. حداقل شعاع ژیراسیون می تواند برای محاسبه لاغری اعضای منفرد بکار رود. فاصله بین پیچهای اتصال نباید بیشتر از ۹۰ cm در اعضای کششی و۶۰ cm در اعضای فشاری باشد. دو نبشی با دو اشل مختلف را می توان در هر خط بگونه ای به هم متصل نمود که فاصله بین پیچهای هر خط به حداقل خود برسد.

ب- در محاسبه حداکثر مقدار L/r در عضوهای مرکب باید توجه داشت که استفاده از ورقهای پرکننده به منظور افزایش شعاع ژیراسیون مجاز نیست ، اما از این ورقها برای اتصال انتهای اعضاء که دارای فاصله هستند می توان استفاده نمود .

ج- اگر تکیه گاهی وجود نداشته باشد مقدار L باید برابر با فاصله بین مراکز اتصالات در دو انتها بوده و r برابر با حداقل شعاع ژیراسیون عضو مرکب در نظر گرفته شود و اگر تکیه گاه میانی وجود داشته باشد مقدار l برابر با حداکثر طول هر قطعه از مرکز اتصال تا محل تکیه گاه یا بزرگترین فاصله بین تکیه گاههای مجاور و r برابر با حداقل شعاع ژیراسیون عضو فرض می گردد .

۳-۱۰- سطح مقطع خالص

۳-۱۰-۱- سطح مقطع خالص باید براساس دستورالعمل آئین‌نامه سازه‌های‌فولادی AISC و بصورتی که در زیر آمده است باشد:

ـ سطح مقطع خالص در یک عضو کششی از نبشی منفرد که با یک بال متصل شده است برابر است با ۹۰٪ سطح مقطع نبشی

۳-۱۰-۲- حالتهای استثناء

الف - اگربرجها مورد آزمایش قرار گرفته باشند سطح مقطع خالص را می توان برابر با مجموع سطح مقطع خالص بال متصل شده و بال متصل نشده در نظر گرفت .

ب- در نبشی های منفرد با دو بال نامساوی که پیچها در بال کوچک آنها قرار دارد فرض می شود که نبشی دارای دو بال مساوی و برابر با بال کوچکتر می باشد و سپس سطح مقطع خالص مطابق قبل محاسبه می شود .

ج- جـزئیات اجرائـی باید بصورتی باشد که نیرو حتی الامکان در نزدیکی مرکز سطح مقطع به نبشی وارد شود.

د- مـاده ای که مجاور لبه عضو قرار دارد نباید درطولی برابر باضخامت ماده در محاسبه سطح مقطع خالص منظور شود.

۳-۱۱- شرایط خـاص ـ تعییـن KL/r

۳-۱۱-۱- طول مؤثر درهنگام تغییر مکان جـانبی : حالتی مشابه با تغییر مکان جانبی در گـره انتهائـی عضو هنگامی بوجود می آید که بادبند عـرضی اولیـه توانائـی انتقال تنش به تکیه گـاه را نداشته باشد.

۳-۱۱-۲۳- ستونها با تنش متغیر در قسمت مهار نشده : تنش در وسط دهانه، نوعـی درگیری نسبی در برابر چرخـش و انتقال این نقطه ایجاد می نماید.

یک تخمین نسبی از ضریب طول مـوثر در این حـالت را می توان در صفحه ۲۹ راهـنمای CRC در طراحی اعضای فشاری بصورت زیر مشاهده نمود .

$$K=0.75+0.25P2/P1 \qquad P2>P1$$

عضو مورد نظر باید برای P1 طراحی شود. توجه کنید که P2 در حالت کششـی بوده و دارای علامت منفی است. بنابراین در حالتی که P1 و P2 برابر باشند K برابر با ۰/۵ خواهد بود. به همان اندازه کـه درگیری تکیه گاهی عاملی در فرمول یاد شده می باشد ، تأثیر بارگذاری خارج از مرکز نیز باید در نظر گرفته شود.

۳-۱۲- بارگذاری ویژه و ملاحظات لازم در تحلیل برج

کلیه حالتهای بارگذاری ، ترکیبات بار و ملاحظات تحلیلی بـرج بطور کامل درنقشه های برج ارائه می‌شوند. در هر حال پیمانکار باید شرایط بارگذاری بحرانی ، فرضیات تحلیلی و حالتهای مختلف آنرا بداند.

در هیچ حالتی ازشرایط زیر برای کار اضافی یا هزینه های اضافی سازه به پیمانکار پرداختی صورت نخواهد گرفت.

۳-۱۲-۱- افزایش تنشهای جان : در بعضی شرایط شیب پایه برج بصورتی است که در نقطه‌ای بین سیم گارد و هادیها (یا برآیند نیروهای حاصل از هادیها) تلاقی کرده و مؤلفه افقی نیروی سیم گارد (عرضی و طولی) باعث کاهش تنشهای حاصل

از مـؤلفه های افقی نیروی هـادیها و باد روی برج می شود. مؤلفه افقی و به ویژه عـرضی نیروی سیم گارد با در نظر گرفتن اثر باد بر آن کوچک می باشد . اما در شرایط خاص این نیرو زیاد است و بنابراین در حالتی که سازه ها می توانند بصورت مماسی یا زوایه دار وجود داشته باشند باید

برج را طوری در نظر گرفت که مولفه افقی بار گذاری ، حالت مماسی داشته باشد. (یعنی شرایط حداقل زاویه مشابه با حالتی که بار گذاری افقی در شرایط حداکثر زاویه اعمال شده باشد) . این شرایط برای تمامی برجها بکار می رود.

۳-۱۲-۲- افزایش شدت بارها در ناحیه میانی در برجهای v شکل : برجها باید در شرایطی طراحی شوند که بتوانند بارهای قائم حاصل از حداکثر و حداقل اسپنهای قـائم بویژه در شرایط باد شدید را تحمل نمایند. با افزایش بارهای قائم به علت بالا رفتن بارهای عرضی ضرورتاً تنشها در ناحیه میانی برج افزایش نخواهد یافت. این مطلب بویژه در حالتی که برج سبک بوده و شیب کمی داشته باشد صادق است .

۳-۱۲-۳-بیشینه سازی واکنشهای طولی ناشی از زنجیره مقره های V شکل و ایجاد پیچش دربرج : هنگامی استفاده از زنجیره مقره‌های V شکل نیروهای طولی ، عرضی و عمودی بر سازه وارد شده و با کاهش بار قائم ، تغییر شکل زنجیره مقره در راستای طولی افزایش می یابد همچنین با کاهش بار قائم یک نیروی عرضی در بالای برج بوجود

خواهد آمد که خود باعث افزایش یکی از واکنشهای طولی برج می شود این مسئله به نوبه خود باعث افزایش تنشها در بازوها و پلهای عرضـی شده و سازه برج را تحت پیچش قرارمـی دهد.

۳-۱۲-۴- حداقل کلیرنس (فاصله هوایی) الکتریکی مجاز : در نقشه های اولیه نشان داده شده است. در این نقشه ها مسیر وشکل منحنی سیمها نیز ترسیم گردیده است . پیمانکار باید از حداقل کلیرنس سیمها در محل عبور هادی الکتریکی از برج اطمینان کافی داشته وشرایط پایداری پایه ها رافراهم نماید.

۳-۱۲-۵- حداکثر پیچش در اثر نیروهای عرضی و قائم : در شرایط یخبندان سنگین باید طراحی برج برای حالتی که سیم دریک طرف برج دارای حداکثر بار و در طرف دیگر دارای حداقل بار قائم است و همچنین برای حالتی که هر دو طرف داری حداکثر بار هستند انجام شود. این مسئله باید برای کلیه انواع برجها در نظر گرفته شود.

۳-۱۲-۶- بیشینه سازی پیچش عمودی و طولی روی سازه برج :

در نقشه های مبنا برای برجهای مهاری بویژه در محل اتصال بازوها یا پلها نیروهای عمودی بصورت عرضی و طولی در نقاط اتصال بخشهای جانبی به برج نشان داده شده اند. در بعضی از نواحی جغرافیائی یا در بعضی شرایط خاص ، بخش اصلی نیروی

باد و اسپن وزنی می تواند در یک اسپن به طورهمزمان وارد شود. حتی ممکن است در شرایطی یک اسپن تحت نیروهای به

سمت پائین و اسپن مجاور تحت بار به سمت بالا قرار گیرد. در این شرایط پیچش عمودی و طولی در سازه برج ایجاد خواهد شد که اثر آن باید در هنگام طراحی سازه در نظر گرفته شود.

۳-۱۲-۷- دیافراگم های افقی : در ارتفاعات خاصی از برج باید دیافراگم افقی نشان داده شود .این دیافراگم ها باید در فواصل ۱۲ یا ۱۵ متری (یا در صورت امکان کمتر) از یکدیگر واقع شده و از میانه برج یا از نقطه ای که سازه تحت پیچش قرار می‌گیرد آغاز شود. توصیه می‌شود تحت هیچ شرایطی فاصله بین دیافراگم ها از ۱۸ متر بیشتر نشود. دیافراگم‌های مذکور در تحلیل وارد نشده و به عنوان سیستمهای اضافی طراحی خواهند شد.

۳-۱۲-۸- پایـــه ها : حدود ابعاد این پایه ها در نقشه های مبنا نشان داده شده است . طراحـی هر یک از این قسمتها باید به گونه ای انجام شود که سازگاری کل سیستم برقرار باشد . پایه ها باید طوری طراحی شوند که بدنه اصلی برج و کلیه بدنه های اضافی آنرا تحمل نمایند. از سوی دیگر باید توجه داشت که زاویه نبشی قطری بین یک پایه و پایه بعدی از ۱۵ درجه کمتر نشود مگر آنکه با تأیید مهندس طراح باشد .

۳-۱۲-۹- در مناطق جغرافیائی خاص امکان استفاده از پایه های اضافی نامساوی در برج بسیار زیاد است و تحلیل سازه باید با در نظر گرفتن این شرایط انجام شود. در یک برج حالتهای مختلفی از نامساوی بودن پایه ها میتواند وجود داشته باشد مانند : دو پایه کوتاه و دو پایه بلند ، یک پایه کوتاه و سه پایه بلند و .. در این شرایط نیروهای افقی بطور مساوی بین دو وجه برج تقسیم نخواهد شد که باید اثر آنرا در تحلیل تنشهای اعضاء مورد نظر قرار داد . همچنین باید توجه نمود که نیروی موجود در یک وجه نیز به نسبت یکسان در دو پایه آن وجه تقسیم نخواهد شد.

۳-۱۲-۱۰- در شمارهٔ ۵۲ دستورالعمل ASCE اعضائی که تحت بار متمرکز فشاری قرار دارند با اعضای فشاری موجود در قابهای دارای خروجی از مرکزیت با حداکثر لاغری ۱۲۰ تفاوت دارند .

هنگامی که پیمانکار عضوی را با در نظر گرفتن معیارهای مختلف طراحی می کند باید از عوامل مختلفی که باعث انحراف و تغییر شکل عضو در سازه می شوند آگاهی داشته و مبانی طراحی خود را ارائه کند. درصورتیکه دوعضو در یک گره مشترک باشند ، زاویه بین آنها هرگز نباید از ۱۵ درجه کمتر شود.

۳-۱۳- فونداسیون (میل مهار وشکل پی)

۳-۱۳-۱- در طراحی فونداسیونها باید از دستور العمل FD استفاده نمود. کلیـه فولادهائـی که دفن می‌شوند باید قبل از نصب

بوسیله رنگهای قیری پوشانیده شوند. نحوه آرماتوربندی باید در نقشه های برج ارائه شده باشد. اگر قطر غلتکهای تکیه گاه از۱/۸ متر بیشتر شود باید از مقطع مربع یا مستطیل به جای دایره استفاده شود. در مواردی که شرایط خاک بسیار متفاوت است ، کارفرما ممکن است گزینه های متفاوتی را برای شبکه فلزی بررسی نماید. عموماً تفاوت گزینه های مختلف بین قطر و یا سطح مقطع تکیه گاهها بوده و از اینرو طول پایه استاب ، ثابت می باشد .در شرایطی نیز ممکن است تفاوت گزینه ها با تغییر طول پایه صورت پذیرد . در صورتی که در نقشه ها مشخص نشده باشد ، پایه ها باید در زیر خاک و تا عمق بیش از ۱ متر امتداد پیدا کنند به منظور ایجاد یک شبکه به هم پیوسته در فونداسیون و ایجاد ارتباط مناسب بین قسمتهای زیر زمین و بالای آن باید شناژهای قطری طراحی شود . طراحی شبکه فونداسیون که در بالا تشریح شد ممکن است با توجه به نتایج بررسی خاک و یا آزمایش نمونه ساخته شده برج تغییر یافته و تصحیح شود. در صورتی که این تصحیحات لازم باشد ، هزینه فونداسیون نیز باید مجدداً محاسبه گردد و پیمانکار باید در طـرحهای پیشنهادی خود شکل و مقدار این تصحیحات را بیان نماید .

۳-۱۳-۲- نبشـی های پایه که در بتن دفن می‌شوند باید در امتداد شیب پایه برج و یا خمیده در جهت قائم و حدود 20cm زیر سطح بتن باشد. در صورت نیاز به نبشی های مهاری پایه ، نوع آنها باید در نقشه های اجرائی مشخص گردد. در تمام حالتها باید پایه ها را با استفاده از نبشی های گیره‌ای شکل که به پایه پیچ می شوند طراحـی نمود.سطح تماس تکیه گاهها باید بتواند نیروهای فشاری و زیر فشار را تحمل نماید. به منظور تعیین عمق پـایه ، مقاومت بتن برابر ۱۸۰ kg/cm2 فرض می شود. علاوه بر صفحات برشی ممکن است یک صفحه تکیه گاهی در قسمت پائین پایه استاب پیچ شود. پیمانکار باید صفحات را با پیچهای مناسب به پایه متصل نماید.

۳-۱۴- جـزئیات و کـاربردی کردن آنها

۳-۱۴-۱- چگونگی تأمین شرایط لازم به منظور اتصال دستگاهها و تجهیزات تعمیر ونگهداری ونیروهای وارده از آنها به برج باید در نقشه های ارائه شده به تفصیل مشخص شده باشد. در صورتی که هیچ تمهیدی برای موارد فوق درنظر گرفته نشده باشد پیمانکار باید با هماهنگی کارفرما و قبل از تکمیل جـزئیات در این مورد نیز تصحیحات لازم را انجام دهد. پیمانکار ممکن است از فولاد نـرمه مانند ASTM-A36 یا فولاد با مقاومت بالا مانند ASTM-A572 درجه ۵۰ در طراحی برج استفاده کند.

در صورتی که ترکیبی از فولادهای مختلف بکار برده شود ، پیمانکار باید روشهای مناسبی را به منظور اطمینان از عملکرد و کارائی مناسب مقاومت فولاد در برابر بارهای وارده مورد استفاده قرار دهد جزئیات اجرایی این اعضاء از هر چهار وجه برج باید ارائه شود. ابعاد برج ، قابها و اندازه اعضاء و اندازه و تعداد پیچها درهر اتصال باید در نقشه های طراحی تصویب شده نشان داده شود. افزایش تعداد پیچها یا استفاده از عضوهای قوی تر در مواردی که برای استحکام سازه لازم باشد با نظر کارفرما قابل قبول خواهد بود. استفاده از ورقهای سخت کننده ، واشرها و اعضای اضافی باید در حدی باشد که تأثیر چندانی از نظر ضرورتهای طراحی ، اقتصادی ، سادگی و هزینه های نصب نداشته باشد. اعضای داخلی برج باید دارای پایه های برجسته باشند تا ازجمع شدن آب و زباله در داخل آنها جلوگیری شود.

۳-۱۴-۲- با توجه به ملاحظات اقتصادی و همچنین سادگی نصب اعضاء ، حداکثر طول هر قطعه از مصالح باید به ۱۰ متر محدود شود مگر آنکه کارفرما در شرایطی ویژه با طول بیشتر موافقت کند. همچنین پیمانکار باید طول اعضاء را به گونه ای انتخاب کند که با سطح مقطع آنها سازگار بوده وباعث ایجاد خسارت در اثر حمل و نقل ، بارگذاری و نصب نگردد.

۳-۱۴-۳- کلیه اعضائی که نیروهای کششی را تحمل می کنند باید کوتاهتر از طول تئوری مورد نیاز نشان داده شوند عضوهائی به طول ۳ متر یا کمتر باید حدود ۳ میلیمتر کوتاهتر ترسیم گردند. اعضای یک تکه با طول بیش از ۳ متر نیز باید به اندازه ۱/۵ میلیمتر به ازای هر ۳ متر وحداکثر ۶ میلیمتر کوتاهتر از طول اصلی ترسیم شوند . برای عضوهای چند تکه حداکثر مقداری که عضو کوتاهتر ترسیم گردد ۱/۵ میلیمتر بیشتر از آنچه در بالا گفته شد می‌باشد. نقشه های اجرائی ارائه شده توسط پیمانکار باید مقدار کوتاه شده هر عضو را نشان دهد.

۳-۱۴-۴- کلیه اعضای اتصالی در سازه باید با پیچ به هم متصل شوند. کلیه اتصالات پیچی باید به گونه‌ای اجرا شوند که بتوانند تمام بار وارده را بین قطعات متصل شده پخش نمایند. سوراخ پیچها باید بوسیله پانچ یا مته و به اندازه ۱/۵ میلیمتر بیشتر از قطر اسمی پیچ ایجاد شود مگر سوراخهای موجود در ستونهای مشبک به شکل H,Y,V یا سازه های مشابه آن که قطر سوراخ باید ۰/۷۵ میلیمتر بیشتر از قطر پیچ در نظر گرفته می شود تا حتی الامکان از لغزش ستون وخیز آن تحت اثر بارهای فشار ـ خمشی جلوگیری نماید . استفاده از شعله (برقو) برای ایجاد سوراخ پیچها مجاز نیست همچنین سوراخ پیچها نباید به علت خمش در اعضاء خراب گردد. در صورتی که در نقشه های اولیه برجها سوراخها نشان داده نشده باشد ، باید سوراخهائی در هر چهار پایه برجهای خود ایستا و دو پایه برجهای مهاری به عنوان ضریب اطمینان تعبیه شود. این سوراخها باید در نقشه های کارفرما یا در نقشه های خاص که براساس نیازهای ویژه تهیه می شوند نشان داده شود.

۳-۱۴-۵ - اندازه و موقعیت سوراخ پیچهای اتصال به زمین باید براساس نقشه های خاص وابسته به RFP مشخص شده و اجرا گردد.

۳-۱۴-۶- حداقل فاصله مرکز هر سوراخ از لبه عضو باید ۱/۵ برابر قطر پیچ و حداقل فاصله بین مرکز سوراخهای مجاور در اتصالات یا چند ردیف پیچ باید ۳ برابر قطرپیچها در نظر گرفته شود . جزئیات نصب سازه باید طوری نمایش داده شود که مهره ها در وجه بیرونی آن قرار گیرند. حداقل فاصله پیچها از یکدیگر و از لبه قطعات برای حالت پانچ ، برقو و یا مته بر حسب میلیمتر باید مطابق جدول زیر باشد :

قطر اسمی پیچ (mm)	حداقل فاصله بین پیچها (mm)	حداقل فاصله پیچها از لبه (mm)	
		لبه نورد شده	لبه برش خورده
۱۶	۳۸	۲۰	۲۲
۲۰	۴۸	۲۵	۲۸
۲۲	۶۳	۳۱	۳۸

حداقل فاصله مرکز مهره ها از نزدیکترین وجه خارجی پایه بخاطر وجود فضای کافی برای آچار باید مطابق جدول زیر باشد :

حداقل فاصله (mm)	قطر اسمی پیچ (mm)
۱۸	۱۶
۲۰	۲۰
۳۱	۲۲

۳-۱۴-۷- شیب سطوح قسمتهای پیچ شده با صفحه عمود بر پیچ در محل اتصال نباید از ۰/۰۵ تجاوز کند. قطعات پیچ شده باید بطور کامل با یکدیگر اتصال یافته واستفاده از هیچگونه مصالح فشاری یا پر کننده بین آنها مجاز نیست .

۳-۱۴-۸- وصله قطعات نبشی پایه باید از نوع وصله لب به لب باشد و استفاده از وصله های روی هم در حالتی که قطعات یکسان بوده و یا خروج از مرکزیت آنها کم باشد قابل قبول است . نبشی داخلی در حالت وصله روی هم و نیز قطعات روی هم در وصله های پیچی و پایه ها باید به گونه ای باشد تا قسمت ماهیچه ای نبشی خارجی را بطور کامل پرکند. بین قطعات متصل شده فاصله ای در حدود ۱/۵ میلیمتر باید برای پوشش ناشی از گالوانیزه وجود داشته باشد . معمولاً در اتصال روی هم دو نبشی mm ۲۰۰ یا بزرگتر ، فاصله ای در حدود ۳ میلیمتر انتخاب می شود. نقاط وصله پایه ها باید بطور معمول و تا حد ممکن نزدیک به نقاط مهار شده و در بالای آنها قرار گیرد.

۳-۱۴-۹- وصله پـایه های برج و اتصال سایر اعضاء باید به گونه ای باشد که حداقل خروج از مرکزی ایجاد شود . تمام قطعات

باید برای بازرسی وتمیز شدن قابل دسترسی باشند . برای قسمتهائی که به شکل حجم بسته در آمده وممکن است در آنها آب

جمع شود باید تمهیداتی به منظور خروج آب پیش بینی گردد.

۳-۱۴-۱۰- اگر در اتصال اعضای داخلی که برای فشار طراحی شده‌اند ، از ورقهای پرکننده استفاده شود باید حداقل از یک پیچ استفاده شود . اعضای قطری داخلی که برای کشش طراحی شده‌اند ممکن است با دو یا چند پیچ مجاور هم و یک لقمه صفحه ای اتصال پیدا کنند.

۳-۱۴-۱۱- پرکننده ها : هنگامی که تنش پیچها با پرکننده هائی به ضخامت بیش از ۶ میلیمتر منتقل می شود ، ابعاد لقمه ها باید کمی از ابعاد وصله بیشتر بوده و با تعداد پیچ کافی به عضو متصل شوند تا بخش کمی از تنشها توسط اتصالات پیچها تحمل شده و کل تنش بطور کامل و یکنواخت در اعضاء و پرکننده ها پخش شده وباعث پیچیدگی (اعوجاج) و عدم یکنواختی آنها نگردند. برای این منظور می توان از پیچهای معادل نیز استفاده نمود.

۳-۱۴-۱۲- واشرهای مورد استفاده باید حدود ۴ میلیمتر ضخامت داشته و دارای یک سوارخ با قطر ۱/۵ میلیمتر بیش از قطر پیچ باشند.

۳-۱۴-۱۳- طول پیچها باید به اندازه ای باشد که حداقل ۳ میلیمتر و حداکثر ۱۰ میلیمتر از مهره خارج گردد . پیچهائی که طول رزوه آنها کنترل شده است براساس تعداد سطوح برشی خود مشخص می شوند. کلیه اطلاعات این پیچها به منظور ساخت ، تهیه نقشه و نصب آنها باید موجود باشد. علاوه بر آن هر پیچ باید با یک حرف الفبا که متناسب با طول آن می باشد ، نشانه گذاری شود . مهره ها باید مطابق دستور العمل ANSI برای شش ضلعیهای منظم باشد (انواع دیگر مهره باید از نوع M-F باشد.) تعداد مهره ها ، پیچها ، واشرها و بستها باید ۵ درصد بیش از آنچه مورد نیاز است تهیه گردد.

۳-۱۴-۱۴- پیچهای پله باید برای یک پایه از بدنه برجها و قطعات متصل به بدنه و همچنین قطعات متصل به هر پایه که از ارتفاع ۳ متر به بالا شروع می شوند آماده شود . در مواردی که با استفاده از مهار بندی امکان بالا رفتن از برج وجود داشته باشد ، ممکن است با نظر کارفرما نیازی به پیچهای پله نباشد. در غیر اینصورت باید سوراخهای مربوطه روی یک پایه (پایه سمت راست در هر دو وجه عرضی) از بدنه برج و بخشهای جانبی بدنه و پایه ها تعبیه شده باشد. فاصله مراکز این سوراخها باید حدود ۴۰ سانتیمتر روی دو وجه جداگانه نبشی باشد. کلیه پایه های برج باید دارای دو پیچ پله روی هر ساق نبشی باشند که تقریباً به فاصله ۱۲۰ سانتیمتر زیر وصله پایه قرار می گیرد. قطر این پیچها مشابه سایر پیچهای اتصال است و همچنین سرپیچ آنها مربع شکل بوده و باید از دو مهره معمولی یا یک مهره قوی برای آنها استفاده شود. طول این پیچها باید به اندازه ای باشد که حداقل طولی برابر با ۱۴ سانتیمتر بین سرپیچ تا پایه برج وجود داشته باشد.

۳-۱۴-۱۵- طراحی جزئیات نقاط اتصال گارد و فاز به برج باید براساس دستور العمل RFP انجام و در نقشه های اجرائی مشخص شود. در صورت نیاز به هنگر باید هنگرها در راستای خط انتقال نیرو رفتار انعطاف پذیر و در جهت عرضی رفتار صلب داشته باشند.

۳-۱۴-۱۶-در صورتی که در نقشه های نصب نردبان لازم باشد باید آنرا نیز تهیه نمود نردبان می تواند با استفاده از یک نبشی قائم که روی پیچهای پله نصب می شود ساخته شده یا از نوع مارپیچی باشد.

۳-۱۴-۱۷- هر یک از اعضای قطری یا مهارها که در زمین و داخل بتن دفن می‌شوند باید دارای وصله ای به طول ۶۰ الی ۹۰ سانیمتر در بالای زمین بوده که در صورت لزوم به عنوان یک وصله کامل مورد استفاده قرار گیرد. این اعضاء بخشی از مهار مورد نیاز در ساخت و نصب برج هستند برای نصب پایه باید در قسمت پاشنه کار روی فونداسیون ، محل اتصال با استفاده از پانچ یا مته آماده شود.

۳-۱۵- کـیفیت اجـرا

مواردی که در اعضاء باید مورد توجه قرار گیرد از قبیل نقص درمصالح و خطا در ساخت بایستی براساس دستور العمل ASTM-A6 باشد و در صورتی که در آنجا ذکر نشده باشد طبق موارد زیر عمل شود:

۳-۱۵-۱۳- سطح قابها هنگام ساخت باید کاملاً صاف و بدون ناهمواری باشد. روش اجرا و پرداخت مصالح در ساخت خطوط انتقال باید براساس جدیدترین دستورالعملهای موجود انجام شود . کلیه قطعات باید کاملاً با استفاده از روشهای غیر مضر و قبلی از نصب ، صاف ومستقیم شده باشند.

۳-۱۵-۲- در برش کلیه قطعات در هر اندازه و ابعاد نباید از دستگاه هوا برش استفاده شود و عمل برشکاری قطعات باید با دقت زیاد انجام شده و کلیه قطعات برش خورده پس از آماده شدن باید بخوبی پرداخت شوند. تمام ناهمواریها باید زدوده شده بطوریکه لبه انتهائی قطعات حداکثر دارای ۱/۵ درجه خطا باشد . قسمتهائی که دارای تحدب یا تقعر است مانند گوشه داخلی نبشی ها باید پیش از برش زدن به اندازه ۱۲ میلیمتر با مته سوارخ شود.

۳-۱۵-۳- کلیه خمکاریها باید بصورتی انجام شود که طول عضو و سطح مقطع آن حداکثر دارای ۵ درصد کاهش باشد وخواص فیزیکی فلز نیز تغییر نکند. دراعضائی که با گرما خم می شوند باید شعله فاقد اکسیژن در روی سطح کافی ازعضو اعمال شود تا تغییر شکلهای اضافی بوجود نیاید. پس از خمکاری باید عضو در جای مناسبی قرار گیرد تا به آرامی سرد شود. در مواردی که خم عضو نزدیک به وصله ها باشد فلز مورد نظر باید کاملاً صیقلی شود تا تماس کامل بین سطوح ایجاد گردد. کلیه اعضای خم

شده باید بخوبی پرداخت شده تا فاقد هر گونه موج یا چین خوردگی باشند. پیش از خم دادن عضو ، هیچ سوراخی نباید در فاصله ۱۰ سانتیمتر از محل خم واقع شده باشد.

۳-۱۵-۴- قطر سوراخ باید ۱/۵ میلیمتر بیشتر از قطر اسمی پیچها باشد. در صورتی که ضخامت قطعات از قطر پیچ بیشتر باشد می توان بجای پانچ کردن ، بطور کامل و یا به صورت مشترک از مته استفاده نمود در صورتی که ضخامت قطعات از ۱۶ میلیمتر بیشتر باشد نیز باید از مته برای سوارخ کردن فولادهای با مقاومت بالا استفاده گردد و اگر فقط از پانچ استفاده شود می توان خرابیهای اطراف سوارخ و تورفتگیهای آنرا بخوبی مشاهده نمود. در سوراخهائی که بطور مشترک با پانچ ومته ایجاد می شوند باید قطر سوراخ ایجاد شده در اثر پانچ حداقل ۱/۵ میلیمتر کمتر از قطر اسمی پیچ باشد . عمل پانچ باید پیش از گالوانیزه صورت گیرد تا سوراخ استوانه ای ایجاد شده کاملاً بر سطح فلز عمود باشد . مقطع سوراخها هرگز نباید از حالت دایره ای خارج شود و تفاوت قطر سوراخ در بالا و پائین حداکثر می تواند ۱/۵ میلیمتر در نظر گفته شود. سوراخهای ایجاد شده باید در شرایط بهینه نگه داشته شده و از هر گونه چین خوردگی ، تورفتگی و خراب شدگی لبـه های آنها جلوگیری شود . تنظیم ضعیف سوراخهایی که به مته کاری دقیق و پرداخت کامل نیاز دارند موجب غیر قابل قبول بودن آنها خواهد شد. کلیه سوراخهای مربوط به تجهیزات برقی باید حتماً با مته ایجاد شده و یا بصورت مشترک توسط مته و پانچ بوجود آیند و قطعات دارای سوراخ اضافی وترمیمی مورد تأیید نمی باشند.

۳-۱۵-۵- چرخش پایه های برج که از نبشی ساخته شده و تحت تنشهای فشاری قرار دارند برای ایجاد اتصال و قرار گرفتن لقمه در محل مجاز نیست چرخش پایه های کششی و اعضای درجه دو با تأئید کارفرما مجاز خواهد بود. پیمانکار باید در طرح پیشنهادی خود روشهای کنترل کیفیت و روشهای تعمیر ونگهداری سازه و کنترل کارآئی کامل اعضاء را نیز ارائه نماید.

۳-۱۵-۶- کلیه اندازه ها و سوراخها می توانند ۰/۷۵ تا ۱/۵ میلیمتر خطا داشته باشند. بزرگ کردن سوراخها تا ۱/۵ میلیمتر برای حداکثر ۲۵٪ کلیه سوراخهای مورد نیاز در یک اتصال قابل قبول می باشد و بزرگ کردن تا ۳ میلیمتر برای سوراخهائی که پیچ در آنها قرار می گیرد مجاز خواهد بود . برای اتصالاتی که کمتر از ۴ سوارخ داشته باشند ، انجام عمل فوق مجاز نیست. ۳-۱۵-۷- میزان انحراف در اعضای فشاری حداکثر می تواند تا ۰/۰۰۱ طول مهار نشده عضو باشد . همچنین اعضاء باید فاقد خمیدگی یا پیچش باشند (مگر آنکه مطابق نقشه ها خلاف آن مجاز باشد). پیچیدگی یا خمیدگی تند در عضو ، آنرا از کارآئی خارج می کند. همچنین حداکثر انحراف مجاز در محل سوراخها نسبت به موقعیت واقعی ۰/۷۵ میلیمتر می باشد . اعضای یک قاب با طول کمتر از ۱۰ متر حداکثر می توانند دارای ۱/۵ میلیمتر خطا و با طول بیش از ۱۰ متر دارای ۳ میلمتر خطای طولی باشند.

۳-۱۶- گالوانیزه

۳-۱۶-۱- کلیه سازه های فولادی بجز آنهائی که در ASTM-A586 و یا معادلهای آنها آمده است باید پس از پرداخت بصورت گرم و براساس دستور العملA STM- A123 یا فلز روی (گالوانیزه گرم) گالوانیزه شوند. این اجزا می توانند شامل پروفیلهای نورد شده گرم یا سرد، قطعات آهنگری شده ، ورقها ، میلگردها و تسمه ها باشند. قطعاتی که به علت وجود لکه های سطح ، کم بودن ضخامت پوشش و یا نقص در گالوانیزه رد می شود را می توان تمیز نموده و دوباره گالوانیزه نمود و یا سطوح خالی را به روشی که مورد تأئید کارفرما باشد مجدداً پوشش داد. مصالحی که از راه دریا حمل می شوند حتماً باید توسط بیکربنات سدیم یا مواد پلاستیکی پوشانده شوند تا از زنگ زدن آنها در طی انتقال جلوگیری شود.

۳-۱۶-۲- پیچها ، مهره‌ها ، واشرها و پیچهای پله نیز باید طبق ضوابط ASTM-A394 و با توجه به اصول زیر گالوانیزه شوند: ـ حداقل وزن فلز روی برای پوشش هر متر مربع سطح فلز برای نمونه های مختلف بطور متوسط ۵۰۴ گرم و برای یک نمونه منفرد ، ۴۶۰ گرم می باشد .

ـ پیچها پس از ایجاد رزوه باید گالوانیزه شوند .

ـ مهره ها ممکن است پس از گالوانیزه نوار پیچ شوند.

ـ تراشه‌های اضافی روی رزوه پیچها را می توان با چرخش و پدیده گریز از مرکز از بین برد .

۳-۱۶-۳- میل مهارهاومهرهای آنها باید طبق ضوابط ASTM –A123 و باتوجه به موارد زیر گالوانیزه شوند.

ـ حداقل وزن فلز روی برحسب گرم و به ازای هر متر مربع سطح فلز

برای پیچهای با محیط ۲۵ میلیمتر یا کمتر بصورت میانگین ۵۰۴ و در حالت انفرادی ۴۶۰ و برای پیچهای با محیط ۲۶ میلیمتر یا بیشتر به صورت میانگین ،۶۱۰ و در حالت انفرادی ۵۵۰ می‌باشد.

۳-۱۶-۴- محـدودیتها :

- فولاد با مقاومت بالا را نمی توان بافولادهای با مقاومت کمتر گالوانیزه نمود (برای مثال فولادهای نوع ASTM-A50 و ASTM-A36) مگر آنکه با آزمایش ، کارآئی اعضائی که به این صورت گالوانیزه شده اند تأئید شود.

- در صورتی که بیش از ۵ درصد سطح کل یک عضو لکه دار بوده وگالوانیزه آن از بین رفته باشد آن عضو قابل استفاده نمی باشد.

۳-۱۷- نشانه گذاری

کلیه اعضای سازه باید با اعداد (شماره قطعه طراحی) و حروف (بیانگر نوع برج) نشانه گذاری شده و این نشانه ها در نقشه جزئیات و نقشه های اجرائی رعایت گردد. در تمام نشانه ها ، حروف باید قبل از اعداد واقع شوند . هر نشانه باید کاملاً واضح و مشخص باشد و قطعات ، پیش از فرآیند گالوانیزه باید نشانه گذاری شده باشند حداقل ارتفاع اعداد یا حروف در نشانه برابر ۲۰ میلیمتر است پس از فرآیند گالوانیزه مجدداً روی قطعات بوسیله رنگ سیاه و ضد آب با کاراکترهائی با ارتفاع حداقل ۳۰ میلیمتر و نزدیک به نشانه اولیه علامتگذاری می شود. علائم مزبور باید در نزدیک یکی از دو انتهای قطعه واقع شده و در تمام اعضاء بصورت نسبی در وجه مشابه قرار گیرند تا پس از نصب به سادگی در روی برج قابل تشخیص باشند . همچنین نشانه ها باید آنقدر عمیق نباشند که باعث کاهش سطح مقطع مؤثر عضو گردند. در روی سر کلیه پیچها باید علامتهای خاص و در صورت امکان با رنگهای متفاوت وجود داشته باشد. در صورتی که از فولاد با مقاومت بالا استفاده شود پس از نشانه عضو حرف H نیز نوشته شود.

۳-۱۸- مــوارد لازم برای اطمینان از کیفیت

۳-۱۸-۱- پیمانکار باید همراه باطرح پیشنهادی خود کلیه دستور العملهای کاربردی لازم برای طـراحـی ، ساخت ، بسته بندی و حمل ونقل قطعات برج را نیز ارائه کند . این دستور العملها پس از تصویب به عنوان بخشی از قرارداد محسوب خواهند شد.

۳-۱۸-۲- پیمانکار باید از ابزار استاندارد مربوط به کنترل کیفیت خود استفاده کند تا بتواند ضوابط لازم جهت اطمینان از کیفیت (QA) را بررسی نماید.

۳-۱۸-۳- کلیه مراحل ساخت ، اجرا ، آزمایش و بازرسی که روی انجام کار تاثیر می گذارد باید تحت نظارت کنترل کیفی کارفرما بوده و راهکارهای پیمانکار نیز بر این اساس تنظیم گردد.

۳-۱۸-۴- پیمانکار باید در هر زمان اجازه نظارت را به کارفرما داده و ابزار و تجهیزات و امکانات رفاهی لازم را در اختیار وی بگذارد. کارفرما حق دارد بعضی از قسمتها یا تمام آیتم ها را در صورتی که مطابق دستور العمل نباشد مردود اعلام کند. نظارت ممکن است در کلیه مراحل ساخت

، آزمایش و حتی حمل و نقل صورت گیرد. همچنین ممکن است نظارت در کارگاه ، محل حمل و نقل و تحویل قطعات یا محل ساخت انجام شود. در هر حال انجام نظارت و پذیرش کار به معنی رفع مسئولیت پیمانکار در انجام دستورالعملهای لازم نخواهد بود . پیمانکار باید کارفرما را از زمان شروع پروژه و زمان بندی و نحوه پیشرفت

کار در مراحل مختلف آگاه سازد. همچنین پیمانکار باید بصورت کتبی حدود ۴ هفته زودتر کارفرما را از زمان مناسب برای نظارت یا انجام آزمایش مطلع نماید. کلیه آزمایشات باید توسط کارفرما نظارت شده و تایید گردد مگر آنکه کارفرما کتباً انصراف خود را از نظارت بر آزمایش اعلام کند. در هر صورت پیمانکار باید گزارش آزمایشات را پس از تکمیل ، ظرف مدت ۳۰ روز و در شش نسخه به کار فرما تحویل دهد.

۳-۱۹- بسته بندی و انتقال

۳-۱۹-۱- قطعات سازه باید بطور کامل ساخته شده و بسته بندی شوند. بسته بندی ها طبق نظر پیمانکار می توانند شامل قطعات یک شکل یا قطعات مختلف از یک برج معین باشند.

۳-۱۹-۲- به منظور بسته بندی قطعات هم شکل باید کلیه پیچها ، مهره ها و سایر قطعات متفرقه براساس اندازه وطول خود کاملاً جدا شده و در بسته های جداگانه که دارای مقاومت کافی جهت انتقال بوده و حداکثر ۱۳۵ کلیوگرم وزن دارند بسته بندی شوند هر نوع پیچ باید با مهره مربوط به خود منتقل شود. مهره های فولادی باید آغشته به روغن باشند تا کلیه رزوه های پیچ را پرکنند. هر یک از جعبه ها باید دارای نشانه مشخص باشد که معرف مصالح موجود در آن و تعداد آنهاست. نشانه مزبور باید حتماً با مواد ضد آب ایجاد گردد. انتقال مهره ها یا سایر اجزاء کوچک با کیف مجاز نیست مگر آنکه کیف مزبور در یک جعبه محکم قرار داد شود . انتقال کلیه اعضاء به هر مقصد باید با بسته بندی صحیح انجام شود تا از ایجاد هر گونه خسارت و آسیب دیدگی اعضاء در حین انتقال جلوگیری گردد. قطعات باید توسط باندهائی به عرض ۲۵ میلیمتر که ۰/۷۵ گالوانیزه شده اند و یا باندهای فولادی معادل آنها به یکدیگر بسته شوند. برای طولهای بیش از ۶۰ سانتیمتر باید از دو یا چند باند استفاده شود . برای طولهای ۳۵ تا ۶۰ سانتیمتر یک باند کافی است . به هم بستن قطعات غیر مشابه با یکدیگر مجاز نیست مگر آنکه مجوز آن داده شود. همچنین جعبه های قطعات باید توسط نوارهای گالوانیزه یا سایر نوارهای مناسب به کفه های چوبی محکم شوند . کلیه قطعات کوچک با طول کمتر از ۳۵ سانتیمتر باید به دقت کنار هم چیده و بسته بندی شده و به نوعی حفاظت شوند. قطعات مشابه باید پیش از بسته بندی با سیم به هم بسته شوند .

۳-۱۹-۳- در حالت بسته بندی اجزا مختلف با هم ، باید کلیه پیچها ، مهره ها و سایر قطعات متفرقه براساس اندازه و طول خود کاملاً جدا شده و در بسته های جداگانه که دارای مقاومت کافی جهت انتقال بوده و حداکثر ۱۳۵ کیلوگرم وزن دارند بسته بندی شوند. پیچهای با طول متفاوت و قطعات کوچک هر قسمت برج باید بطور جداگانه در کیسه هائی واقع شده و دربسته اصلی قرار گیرند. هر بسته یاظرف کلی باید دارای نشانه‌ای باشد که با رنگ ضد آب ایجاد شده و مشخص کننده اجزاء داخل آن باشد. در هیچ شرایطی یک بسته نباید شامل پیچ یا اجزاء مربوط به دو یا چند برج با هم باشد. هر نوع پیچ باید با مهره مربوط به

خودش همراه باشد. مهره ها باید به اندازه کافی به روغن آغشته باشند تا رزوه های پیچ کاملاً پر شوند. مهره های مربوط به پیچهای A325 باید بر طبق دستور العمل ASTM-A325 به روغن آغشته باشند. پیمانکار باید کلیه قطعات مربوط به هر برج را طبقه بندی نموده و آنها را در یک یا چند دسته که برای هر برج جدا از دیگری می باشد تنظیم کند. اجزاء برج عبارت است از بدنه ، بخشهای جانبی بدنه و بخشهای جانبی پایه. قطعات کوچک مانند نبشی های اتصال و صفحات که قابل دسته بندی با قطعات بزرگتر نیستند باید در جعبه های کوچکتر مطابق با نوع قطعه قرار داده شوند.

هر دسته یا جعبه باید دارای علامت مشخصی که بیانگر نوع برج،نام قسمت مربوطه و شماره جعبه است باشد . علاوه بر آن در روی بسته ها باید نام کارفرما ، کد خرید ، مجموع بسته های لازم برای ساخت کل برج ، وزن کل و وزن خالص بسته نیز ذکر شده باشد . بسته هائی که در آنها اجـزاء چند قسمت یک برج قرار گیرند قابل قبول نخواهد بود. توصیه می شود تا بسته های بزرگی که حـاوی قطعات مشابه هستند به بسته های کوچکتر تقسیم شوند.

۳-۱۹-۴- وزن مربوط به یک بسته به همراه تخته های زیرین باید بین ۱ تا ۲ تن باشد. هنگام بارگیری برای حمل ونقل ، بسته ها باید روی پوشال و ترجیحاً الوار چوبی با ضخامت ۱۰ سانتیمتر قرار گیرند .به این ترتیب از تماس مستقیم کف جعبه با وسیله حمل جلوگیری می شود بسته ها را به این ترتیب می توان در چند ردیف روی یکدیگر سوار کرد مشروط بر آنکه از ۳ ردیف بیشتر نشده و در بین آنها نیز از الوارهای چوبی استفاده شود . قطعات فولادی باید با دقت روی واگنهای ریلی قرار داده شوند تا از تغییر مکان و آسیب دیدگی روکش یا خراب شدن عضو در حین انتقال جلوگیری شود. همچنین باید سعی شود تا این قطعات هیچگونه تماسی با دو انتهای وسیله نقلیه پیدا نکنند. استفاده از تیغه های جدا کننده و پوشال نرم می تواند در جلوگیری از ایجاد خسارت موثر باشد. در هر انتقال کلیه قطعات یک برج شامل بدنه ، پایه وفولاد فونداسیون به همراه پیچ و مـهره های اتصال باید وجود داشته باشد .

۳-۱۹-۵- پیمانکار باید تعداد محل تحویل قطعات را پیش بینی کند. در صورت امکان موقعیت دقیق تحویل قطعات و نحوهٔ انتقال آن (حمل و نقل هوایـی ، ریـلی ، کامیون ، دریا و یا ترکیبی از اینها) بـاید مشخص شود. پیمانکار می تواند تاریخ تحویل قطعات را پیشنهاد کند . پیش از انتقال یک لیست کامل از اجـزاء موجود در هر بسته ، جعبه و تخته های نشیمن باید در ۳ نسخه تهیه شده و با لیست مشخص کننده قطعات تحویلی در هر نقطه به کارفرما داده شود. در حالتی که بسته‌بندی شامل اجزاء یک برج است باید بسته های لازم برای تکمیل یک برج کامل نیز در لیست ذکر شده باشد. برای جلوگیری از مفقود شدن قطعات در کارگاه بسته ها نباید قبل از آغاز فرآیند مرتب کردن و مونتاژ برج باز شوند. صورت وجود کسری پیمانکار موظف است تا قطعات کسری را تأمین نماید. خسارت وارده در اثر حمل ونقل که ممکن است باعث مردود اعلام شدن بعضی از قطعات شود به عهده پیمانکار خواهد بود. پیمانکار باید ۴۸ ساعت قبل از حمل کارفرما را مطلع نماید پس از تحویل بسته ها مصالح باید با هزینه پیمانکار تحت نظارت قرار گرفته و برای انتقال به محل نصب ازکیفیت کار اطمنیان حاصل شود این بازرسی در صورتی اجازه انتقال را خواهد داد که بارها بدرستی حمل شده وتوسط پوشال نرم محافظت شوند .

۳-۲۰- حفاری

پس از کنترل نقشه برداری و پیاده کردن محل استقرار پایه ها و اخذ تأیید آن از دستگاه نظارت، اقدام به حفاری فونداسیون با توجه به مشخصات فنی و نقشه های اجرایی می‌شود. در حین حفاری با بررسی های دستگاه نظارت و براساس تجارب موجود و در صورت نیاز با آزمایش های محلی نسبت به تشخیص کیفی بستر فونداسیون و ارزیابی مقاومت غیر فعال خاک اقدام و در صورت نیاز تغییرات لازم در ابعاد فونداسیونها که بر اساس فرض اولیه طراحی گردیده اعمال و توسط دستگاه نظارت ابلاغ می‌شود.

۳-۲۱- آماده سازی جهت بتن ریزی

پس از حفاری فونداسیون و انجام کنترل های لازم توسط دستگاه نظارت، برحسب نوع طرح اقدام به آماده سازی فونداسیون برای بتن ریزی می‌شود. در صورتی که اتصال اولین قطعه به آرماتورهای انتظاری در سطح زمین باشد، نسبت به آماده سازی قفس میلگردهای طولی و عرضی و هسته اتصال مطابق مشخصات فنی و نقشه های اجرایی اقدام و در محل نهایی در داخل فونداسیون قرارگیرد قفس آرماتور اتصال بتن در موثعیت مناسب قرار داده می‌شود.

۳-۲۲- بتن ریزی فونداسیون

پس از آماده نمودن فونداسیون و انجام کنترل های لازم توسط دستگاه نظارت، بتن ریزی آغاز می‌گردد. بتن فونداسیون چه بصورت آماده حمل شده و به محل وچه تولید در محل، مطابق طرح اختلاط ارائه شده تهیه و در محل پی ریخته می‌شود. جهت کنترل کیفیت بتن مصرفی نمونه برداری برای آزمایش فشاری صورت می گیرد. تواتر نمونه برداری می بایستی به صورتی باشد که روزانه حداقل یک بار نمونه آزمایش (شامل دو نمونه) از بتن مورد استفاده برداشته شود مگر با نظر دستگاه نظارت که احتمالاً با استمرار نمونه برداری و حصول نتایج یکنواخت، مادامی که منابع تهیه مصالح اولیه بتن و طرح اختلاط عوض نشده، نمونه برداری را بصورت اتفاقی و به صلاحدید خود انجام دهد ولی در صورت تغییر منابع تهیه مصالح و یا طرح بتن، نمونه برداری مستمر روزانه تا حصول اطمینان مجدد می بایستی ادامه داشته باشد. بتن ریزی پی در هوای سرد (تا صفر درجه) با تمهیدات خاص و پوششش روی بتن با لایه های پشم شیشه و عایق حرارتی می بایستی صورت گیرد و بتن ریزی در یخبندان و زیر صفر توصیه نمی‌گردد. جهت حفاظت سازه اصلی از آسیب های سطحی، ریویل با ابعاد ذکر شده در نقشه های اجرایی در سطح زمین با قالب بندی و بتن ریزی اجرا می‌شود.

۴- آزمایشها

۴-۱- سوارکردن قطعات

پیمانکار باید با عملیات ساخت ونصب را براساس نقشه های اجرائی تأئید شده انجام داده وقطعات برج را براساس نقشه های نصب با یکدیگر مونتاژ نماید. بدنه برج از ترکیب مقاطع و کنار هم قرار گرفتن آنها تشکیل می شود ، ولی روش ترکیب آنها باید به طور صحیح نشان داده شود. برای مثال پایه ها ، بدنه برج و اجزای متصل به آن را نگه می‌دارند و استاب نیز نگه دارنده پایه‌ها می‌باشد. به این ترتیب با داشتن یک روش صحیح نصب می توان زمان نصب را کاهش داد. ترکیب قطعات برج باید با نبشی های گالوانیزه شده برج و حداقل تعداد پیچ یاپین انجام شود.

۴-۲- آزمایش بارگذاری برج با اندازه واقعی

۴-۲-۱- قطعات هر یک از انواع برجها باید براساس نقشه های تأیید شده اجرائی ساخته شده و مطابق نقشه های نصب با هم ترکیب شوند . کلیه انواع برجهای ST-52 دارای بدنه و پایه بوده و در حالتی که بخشهای جانبی در بالاترین نقطه بدنه و پایه قرار گرفته اند آزمایش می شوند ، مگر آنکه مهندس طراح تشخیص دهد که بخشهای جانبی باید در ارتفاع دیگری از برج قرار گرفته و آزمایش انجام شود. انجام آزمایش باید روی برج گالوانیزه شده صورت پذیرد. برای انجام آزمایش می توان از برنامه ارائه شده بارگذاری برجهای ۱۹۷۹ در دستور العمل IEC-625 استفاده نمود . در صورتی که اطلاعات مربوط به آزمایشهای قبلی مربوط به برجهای مشابه وجود داشته باشد و مورد تأیید کارفرما نیز باشد ، کارفرما می تواند از انجام آزمایش چشم پوشی نماید.

۴-۲-۲- پیمانکار باید طرح پیشنهادی خود را که در آن روش اندازه گیری ، اعمال بارها و نحوه تعیین تغییر شکلها زیر بارهای بحرانی بیان شده است را برای تصویب به کارفرما ارائه نماید. دینامومترها ، سلولهای بار و سایر تجهیزات آزمایش باید با حضور کارفرما کنترل شده و صحت کار آنها با استفاده از روشهای معین قبل و پس از آزمایش تأیید شود.

۴-۲-۳- بارهای آزمون باید برابر با همان بارهای نهائی ذکر شده در نقشه ها باشند. برای هر ترکیب بارگذاری نیز می توان آزمایش جداگانه ای انجام داد مشروط بر آنکه هر ترکیب بار، کنترل کنندهٔ یک یا تعدادی از اعضاء باشد . بارهای موجود در هر ترکیب بارگذاری می توانند به هر ترتیبی وارد شوند اما باید در نهایت ترکیب بار مربوطه به برج وارد شده و در آزمایش به مدت حداقل ۵ دقیقه روی سازه اعمال شود.

هر برج که آزمایش می شود باید بدون شکست در برابر کلیه ترکیبات بارگذاری پایداری واستحکام خود را حفظ کند. اگر بارهای اعمالی در نقاط خواسته شده قرار نگیرند و قرقره ها در نقطه ای بین نقاط خواسته شده و دستگاه وارد کننده بار واقع شده باشند با صلاحدید کارفرما کلیه

بارها به میزان ۵ درصد افزایش می یابند تا افت ناشی از کشش کابلها را جبران کنند. در صورتی که برج با در نظر گرفتن تجهیزات برقی طراحی شده باشد بارهای آزمون باید در نقاط اتصال هادی الکتریکی اعمال شوند. اثر سیم باید با استفاده از یک سری تسمه های ویژه که بصورت عمودی و عرضی به برج متصل می شوند ، شبیه سازی شود (یعنی اتصال نباید قادر به تحمل نیروهای فشاری باشد) . بارهای وارد به بدنه باید به نقاط بالای برج وارد شود . پیش از شروع آزمایش گزارشهای مربوط به آزمایش قطعات در کارخانه باید به کارفرما تحویل داده شود.

۴-۳- آزمایش شکست

۴-۳-۱- هر گونه خرابی قابل توجه در یک عضو یا بزرگ شدن سوراخها بیش از ۰/۷۵ میلیمتر به عنوان شکست تلقی می شود.

۴-۳-۲- در حالتی که هر یک از انواع شکست رخ داده باشد ، پیمانکار می تواند با کارفرما مشورت نموده و طراحی و جزئیات اولیه را اصلاح نماید. اصلاحات انجام شده باید توسط کارفرما تأیید شود تا سازه به وضعیت مطلوب برسد . تکرار آزمایش در حالتی که آزمایشهای گذشته موفقیت آمیز بوده اند ضروری نمی باشد .

۴-۳-۳- علاوه بر آزمایشهای بارگذاری ، برجها باید در برابر تخریب نهائی آزمایش شوند . آزمایش تخریب نهائی پس از موفقیت آمیز بودن کلیه آزمایشهای دیگر ، انجام می شود. عموماً بارگذاری در این آزمایش باید با افزایش بارهای عرضی تا حد شکست

انجام شود در هر حال لزوم انجام این آزمایش توسط کارفرما و پس از بررسی طراحی سازه مشخص می گردد.

۴-۳-۴- پیمانکار مجاز به استفاده مجدد از اعضای سالم سازه های تحت آزمایش نخواهد بود.

۴-۳-۵- برای تکمیل آزمایش هنگام باز کردن قطعات مواردی مانند شکست برشی پیچها و شکست اعضاء تحت تنشهای لهیدگی که در طی آزمایش بررسی نشده اند باید مورد بازرسی قرار گیرند.

۴-۳-۶- کلیه نقصهائی که در طراحی یا جزئیات هنگام آزمایش یا باز کردن قطعات مشاهده شده اند باید اصلاح شده و این اصلاح در کلیه برجهای همانند آن و یا برجهای دیگر که شبیه آن هستند اعمال گردد.

۴-۴- آزمایش انحرافات و خمشها

۴-۴-۱۴- تغییر مکانها ، انحرافها و خمشهای مشاهده شده در آزمایش برج باید ثبت شوند تا بتوان تغییر شکلهای طولی

وعرضی در نقاط اتصال سیم گارد ، انتهای بازوهای هادی الکتریکی ، نقط میانی پل در برج و نقطه میانی برج و چرخش افقی در محل پل و میانهٔ برج را از آنها بدست آورد.

۴-۴-۲- کارفرما می تواند پس از بررسی طراحی برج و اطلاعات فوق که از آزمایش حاصل شده است ، تصحیحات لازم را انجام دهد

۴-۵- گزارش آزمایشها

در طی مدت ۹۰ روز پس از تکمیل آزمایش ، پیمانکار باید یک گزارش جامع از آزمایش هر برج را در ۴ نسخه آماده کرده و در آن نمودارها و جداول نشان دهنده مقادیر بارهای اعمالی و روش اعمال آنها ، همچنین تغییر مکانها ، عکسهای زمان آزمایش و تشریح خسارتهای ایجاد شده را با عکس ارائه کند. علاوه بر این در گزارش فوق باید گزارشهای آزمایش مصالح در کارخانه مورد استفاده و نتایج مربوط به آزمایشهای کششی روی نمونه ها و چگونگی شکست آنها نیز ارائه شده باشد . نقاطی که دچار تسلیم شده اند دارای اهمیت ویژه‌ای هستند.

۴-۶- تأیید آزمایشها :

پیمانکار پس از تأیید کتبی یا شفاهی نتایج آزمایش‌ها توسط کارفرما می‌تواند عملیات ساخت برجها را به جزء اعضائی که باید اصلاح شوند آغاز کند. ساخت این اعضاء نباید پیش از بازبینی و تأئید مجدد کارفرما صورت پذیرد.

۵ ـ اطلاعاتی که باید ارائه شود

کلیه اطلاعات ضروری که پیش از این گفته شد در صورت نیاز باید ارائه شوند. علاوه بر آن موارد زیر نیز باید قبل از پیشنهاد طرح و پس از عقد قرارداد ارائه گردند.

۵-۱- نقشه های اولیه طراحی مربوط به خطوط انتقال :

دراین نقشه‌ها باید کلیهٔ ابعاد بحرانی برای اطمنیان از اتصال هادی الکتریکی به برج ، نیروهای پایه و فونداسیون و کلیات مربوط به نوع مهار بندی اجزاء مشخص شده باشد .

۵-۲- مصالح مورد نظر : برای این منظور باید ضوابط ASTM یا معادل آن رعایت شده و در صورتی که در نوع پروفیلهای سازه ای محدویتی نداشته باشد پیشنهاد دهنده می تواند پروفیلهای مورد نظر خود اعم از پروفیلهای آمریکائی ، متریک یا ترکیب آنها را پیشنهاد دهد. بعلاوه پیشنهاد دهنده باید شکل مقاطع خاص وابعاد آنها را مطابق این مشخصات در طرح خود مشخص کرده باشد.

۵-۳- روش کنترل کیفیت

۵-۴- پس از عقد قرارداد برنامه تفصیلی کنترل کیفیت شامل فهرست کاملی از جزئیات،مشخصه‌های طراحی، آزمایشها،ساخت و تاریخ انتقال به منظور تصویب با روش مسیر بحرانی(CPM) ، گزارش آزمایشهای کارخانه‌ای ، گزارش بازرسی های انجام شده ، نقشه‌های پیمانکار و مدارک تأئید کیفیت کار جوشکار و جوشهای انجام شده باید ارائه گردد.

۵-۵- پس از تأئید نقشه ها توسط کارفرما و پس از بازبینی نهائی برج نصب شده یا آزمایش شده و یا هر دو ، پیمانکار باید یک مجموعه کامل از نقشه ها را به صورت عکس روی کاغذهای شفاف تهیه کند تا براحتی قابل چاپ کردن باشد . این نقشه ها باید حداقل دو ماه قبل از شروع حمل قطعات برج آماده شود در مراحل بعدی ممکن است تغییراتی در جزئیات ساخت یا ترکیب قطعات نیز لازم باشد. کلیه تغییراتی که به این ترتیب ایجاد می شود باید توسط پیمانکار لحاظ شده و در نهایت یک مجموعه کامل ونهائی از نقشه ها در فاصله کوتاهی پس از تحویل آخرین برج فولادی به کارفرما تحویل داده شود.

۲- مشخصات فنی یراق آلات و سیستم اتصال زمین خطوط انتقال نیرو

۱ـ هدف

شرایط

۲-۱- تعهدات فروشنده

۲-۲- نشریات و استانداردهای قابل قبول

شرایط

۳-۱- کلیات

۳-۲- موراد مربوط به کلیه یراق‌آلات

۳-۳- اتصالات کششی

۳-۴- اتصالات مفصلی

۳-۵- غلافهای تعمیری (Repait Sleeves)

۳-۶- میله های محافظ (Armor Rods)

۳-۷- گیره آویزی (Suspension Clamp)

۳-۸- اتصالات نری و مادگی (Ball & Socket)

۳-۹- ارتعاش گیرها (Vibration Dampers)

۳-۱۰- شاخکهای برقگیر(Arcing Horns)

۳-۱۱- حلقه جامپرهادی

۳-۱۲- شرایط قابل قبول از نظر ولتاژ

۳-۱۳- نحوه اجرای آزمایش کرونا در شرایط محیط طبیعی

۳-۱۴- شرایط لازم برای کرونا و تداخل رادیوئی

۳-۱۵- سیکل حرارتی برای شرایط لازم عبور جریان

۳-۱۶- شرایط لازم برای جریان اتصال کوتاه و پایداری

۳-۱۷- شرایط لازم برای رفع تنش سیم

۳-۱۸- شرایط لازم برای مقاومت مکانیکی

۳-۱۹- شماره کاتالوگ‌ها و نقشه ها

۳-۲۰- بسته بندی و حمل

۴ـ آزمایش

۵ـ بازرسی

۶ـ سایر اطلاعات مورد نیاز

۷ـ مشخصات فنی مواد و کاربرد آن

۱-هدف

این بخش از مشخصات فنی به تعریف اصول طراحی ، جزئیات ، آزمایش ، ساخت ، تهیه و تحویل یراق آلات و ملحقات سیمهای هادی و محافظ هوائی خطوط انتقال نیرو و معیارهای اصلی تحویل و شرایط آزمایش لوازم و تجهیزات مربوطه اختصاص دارد.

۲ـ شرایط عمومی

۲-۱- وظایف فروشنده :

فروشنده موظف است تمام مصالح ، طراحی ، جزئیات ، آزمایش ، ساخت ، تهیه و تحویل یراق آلات و ملحقات مورد نیاز را مطابق نقشه های طرح اولیه قرارداد تهیه کند.

آزمایشهای ذیل که در این مشخصات فنی توضیح داده شده اند باید اجراء شوند ، مگر آنکه خریدار خواستار عدم اجرای آنها شود. اگر اطلاعات بدست آمده از آزمایشهای قبلی و کارهای اجرا شده در موارد مشابه از نظر خریدار قابل قبول باشد ، خریدار میتواند هر یک از آزمایشهای مزبور را حذف کند.

۲-۱-۱- آزمایش تخلیه الکتریکی تجهیزات در شرایط محیط طبیعی مطابق بند ۳-۱۳

۲-۱-۲- شرایط تداخل الکتریکی و رادیوئی مطابق بند ۳-۱۴

۲-۱-۳- آزمایش سیکل حرارتی مطابق بند ۳-۱۵

۲-۱-۴- جریان اتصال کوتاه و مدت دوام (Durability) مطابق بند ۳-۱۶

۲-۱-۵- شرایط کاهش تنش سیم مطابق بند ۳-۱۷

۲-۱-۶- شرایط مقاومت مکانیکی مطابق بند ۳-۱۸

۲-۲- نشریات و استانداردهای قابل قبول :

ASTM A 123 یامعادل آن

ASTM A 153 یامعادل آن

ASTM A 239 یامعادل آن

ASTM A 370 یامعادل آن

ASTM A 394 یامعادل آن

NEMA 107 یامعادل آن

ASTM CC 3-1973 یامعادل آن

ANSI C 292

(CISPR PUB 1 A 2 nd edition 1972 , pud , 7B , 1975)

ساخت ، عملکرد و آزمایش تمام تجهیزات مذکور در این مشخصات فنی از هر لحاظ باید بر آخرین تجدید نظرهای قابل قبول و جاری استانداردهای ملی آمریکا "ANSI" و مخصوصاً "ANSI – STD 29.2" و استانداردهای اتحادیه ملی سازندگان کالای برق "NEMA " و انجمن آمریکایی آزمایش مصالح "ASTM" منطبق باشد. استانداردهای معتبر ملی یا بین المللی دیگر نیز به شرط تأیید خریدار و در صورتیکه جزئیات آنها با استانداردهای قابل قبول "ASNSI" , "NEMA" , "ASTM" برابر یا از آنها به تأیید مشاور برتر باشد پذیرفته خواهند شد. کلیه یراق آلات و ملحقات مربوطه باید ضمن تعیین یک استاندارد از طرف خریدار بر همان استاندارد منطبق باشند.

۳- شرایط اختصاصی

۳-۱- کلیات :

پیش از قبول و تأیید یراق‌آلات و ملحقات برقی از سوی خریدار، فروشنده موظف است دلایل کافی و قابل قبول در خصوص آزمایشهای الکتریکی و مکانیکی و عملکرد یراق آلات و ملحقات مزبور ارائه کند. آزمایشها باید در آزمایشگاههای مجهز به وسایل کافی انجام شوند تا مطابقت یراق‌آلات و ملحقات با شرایط مندرج در این مشخصات فنی تأیید گردد.

فروشنده پیش از اجرای این آزمایشها ، موظف است وسایل آزمایشگاهی مورد نظر ، جدول زمانی اجرای آزمایشها و مراحل آماده سازی و قرار دادن تحت ولتاژ یا بار مکانیکی را به کمک عکس ، نقشه یا گزارش کتبی ، دقیقاً نشان دهد یا تشریح کند.

درجریان آزمایش ، نمونه های مصالح باید تماماً با مصالحی که فروشنده در نظر دارد مورد استفاده قرار دهد یکی باشند و تفاوتی با آنها نداشته باشند.اگر پس از اجرای آزمایش تغییری در این مصالح داده شود فروشنده موظف است اقلام تغییر یافته را بر حسب درخواست خریدار و مطابق نظر وی تشریح، توجیه و مجدداً آزمایش کند.

هر گونه تغییر در مصالح ، طراحی و نقشه های تفکیکی جزئیات تأیید شده خریدار فقط با تأیید کتبی و مجدد خریدار مجاز خواهد بود. مواد اصلی لازم برای ساخت ، فولاد بصورت صفحه و یا میلگرد با قابلیت چکش خواری می‌باشد.

۳-۲- موارد مربوط به کلیه یراق‌آلات

۳-۲-۱- طراحی

تمام اقلام یراق آلات و قطعات مربوط باید با در نظر گرفتن میخ pin و اشپیل (خار) مناسب طراحی شود، مگر آنکه نوع دیگری صریحاً ذکر شده باشد.

حداقل مقاومت تسلیم هر یک از اقلام یا قطعات یراق آلات باید ۸۵٪ مقاومت توأم مکانیکی و الکتریکی مقره‌هایی باشد که یراق آلات و ملحقات همراه با آنها بکار برده خواهند شد.

تمام یراق آلات و ملحقات طراحی شده با میخ و اشپیل (خار) که در آنها اشپیل در معرض فرسایش قرار داشته باشد باید شامل یک پیچ ، یک مهره و یک اشپیل باشند . اشپیلهای مورد استفاده با میخ باید از جنس برنج یا فولاد ضد زنگ باشند. تمام اشپیلها باید ازنوع قوسی "HUMP" باشند. انتهای اشپیل بعد از قوس بصورت قطری باز یا بریده خواهد شد وبیش از ۱۵میلیمتر از میخ خارج نخواهد شد.

ـ تمام اتصالات بین زنجیره های یراق آلات و ملحقات مقره ها و سازه ها (برجها) وبین تک تک اقلام و قطعات لازم برای تشکیل زنجیره های یراق آلات وملحقات مقره ها باید چنان طراحی شوند که تماس سطحی در تمام اتصالات ایجاد شود. هیچگونه اتصال نقطه ای نباید در نظر گرفته شود و شرایط اضافی طراحی زنجیره یراق الات و ملحقات ذکرشده دربند ۳-۱۴ باید منظور گردد.

ـ تمام زنجیره های یراق آلات و ملحقات مقره ها باید چنان طراحی شوند که تعمیرات خطوط تحت بار را در طول نگهداری تسهیل کنند. پیش بینی های لازم برای استفاده از یک یا دو میله عایق نوع کششی (Strain type) برای کاستن ازبار وارده بر زنجیره مقره باید در نظرگرفته شود. برای زنجیره‌های V شکل نیز باید پیش بینی های لازم به منظور استفاده از تجهیزات مربوط به تعمیرات خطوط برقدار توسط یک بالا بر عمودی و موازی با زنجیره مقره درنظرگرفته شود.

ـ در نقشه های یراق آلات و ملحقات در صورت لزوم یک قطعه رابط توسعه دهنده (یا یک قطعه از نوع دیگر) یا قطعه معادل آن که برای اتصال به یوغ کششی قابل تعمیر تحت بار طراحی شده باشد باید نشان داده شود پیش بینی های لازم برای استفاده از تجهیزات مر بوط به تعمیرات خطوط برقدار بین زنجیره مقره و سازه و بین زنجیره مقره و سیم هادی در نظر گرفته خواهد شد.

در صورت استفاده از مصالح فلزی مختلف برای یراق آلات و ملحقات مربوط ، باید پیش بینی های لازم برای به حداقل رساندن واکنش الکترولیتی بین مصالح فلزی مختلف بعمل آید.

۳-۲-۲- ساخت :

تمام قطعات یراق آلات و ملحقات باید چنان ساخته شوند که منجر به وقوع هیچگونه واکنش الکترولیتی بین یراق آلات و سیمها وبین قطعات مختلف تک تک یراق آلات نگردد. سطح کار باید صاف وفاقد هرگونه ناهمواری و اجسام خارجی باشد. تمام لبه هاو گوشه ها باید گرد باشند. تمام ورقها، پروفیلها و تسمه ها باید به دقت شکل داده شوند. تمام لبه های برش خورده باید تمیز و فاقد هر گونه ناهمواری یا کشیدگی باشند. سوراخها باید تمیز و عمود بر سطوح ورقها ، پروفیلها و یا تسمه‌ها باشند و هیچگونه لبه یا شانه نداشته باشند تا قلابها (shackles) کاملاً روی هم سوار شوند و میخ قلاب نیز از حداکثر سطح تکیه گاهی (Bearing Area) برخوردار باشد. تغییر شکل ناشی از تنشهای حرارتی باید پیش از عملیات گالوانیزاسیون و طوری اصلاح شود که لطمه ای به مصالح بکار رفته وارد نکند.

۳-۲-۳- جوشکاری :

آلیاژهای آلومینیوم باید با استفاده از تنگستن دارای غلاف خنثی یا جوشکاری قوسی با الکترود فلزی زیر گازهای خنثی جوشکاری شوند . قطعات فولادی باید به روش قوسی جوشکاری شوند.

در جریان عملیات جوشکاری ، قطعات باید بوسیله گیره یا دیگر وسایل مناسب محکم در جای خود نگهداری شوند . تمام نقاط جوشکاری شده باید کاملاً آب بندی شوند. سطح جوشکاری باید صاف و فاقد هر گونه رویهم افتادگی یا کوتاهی در بریدگی باشد.تمام ناهمواریهای سطح ، کف جوش ودانه های جوش پیش از عملیات گالوانیزاسیون باید به روش تراشیدن یا ماسه زنی (sand Blasing) از میان برده شوند.

۳-۲-۴- شرایط گالوانیزاسیون:

پس از ساخت ، تمام وسایل فلزی باید از هر گونه غبار و پوسته وروغن پاک شده و بر طبق آخرین ویرایش استاندارد ASTM A123 به روش غوطه ورسازی گرم (Hot Dip) گالوانیزه شوند. تمام پیچ و مهره ها و واشرهای فنری باید بر طبق استاندارد ASTM A394 گالوانیزه شوند.

هرگاه بیش از پنج درصداز کل سطح یک قطعه خاص با گالوانیزاسیون خاکستری تیره پوشانده شده باشد ، قطعه مزبور پذیرفته نخواهد شد.

کنترل قطعات طوری خواهد بود که آلیاژهای روی ـ آهن (Zinc – Iron) به سطح خارجی آنها برسند. حداقل سه نمونه از هر قطعه فلزی یراق آلات مورد آزمایش گالوانیزاسیون به روش مندرج در استانداردهای ASTM A153-61 , ASTM A239-41 قرار خواهند گرفت . پوشش گالوانیزاسیون باید حداقل در برابر شش بار غوطه ورسازی یک دقیقه‌ای دوام آورد، البته به استثنای پوششهای گالوانیزاسیون روی دنده‌ها (دندانه‌ها) ولبه های تیز باشعاع کمتر از ۲ میلیمتر ، که باید حداقل در برابر چهار بار غوطه ورسازی مطابق آزمایش پریس(Preece Test) دوام آورند.

۳-۳- اتصال کششی"Dead- End Fitting" :

تمام اتصالات کششی در سراسر خط باید از یک نوع بوده و شامل اجراء زیر باشند:

سر لوله های فولادی از نوع فشاری ، بدنه آلومینیومی و گیره آلومینیومی اتصال جامپر.

سر لوله های نوع فشاری با دهانه زنگوله ای ،باید دارای مشخصات ذیل باشد.

یک گیره آلومینیومی اتصال جامپر با حداقل هدایتی معادل هدایت سیم هادی و جوشکاری شده به لوله آلومینیومی با قابلیت دخول در تمام عمق باید تعبیه شود هدایت این گیره در حالت اتصال کامل باید حداقل معادل رسانایی سیم هادی باشد.

به منظور جا دادن پیچ های گیره اتصال(Jumper Lugpad) بر طبق استانداردهای "NEMA" یا معادل آن باید سوراخهای لازم در صفحه گیره ایجاد شده و به شرح زیر گالوانیزه شود:

تمام سطوح آلومینیومی خارجی باید در مقابل فرسایش محافظت شوندو تمام سطوح قطعات برقدار بایک لایه پلاستیک قابل جدا کردن باید به منظور جلوگیری از زنگ زدگی پوشانده شوند.

مواد پرکننده (Fillers) غیر اکسیده مورد تأیید مهندس مشاور باید برای تمام اتصالات کششی مورد استفاده قرار گیرد. تمام پیچها ، مهره ها و واشرهای تک تک اتصالات کششی باید همراه با گیره اتصال جامپر در یک کیسه گونی قرار داده شوند.

تمام اتصالات کششی ، باید حداقل از ۹۵٪ مقاومت کششی سیم هادی (یا سیم محافظ هوائی) برخوردار باشند و رسانائی کل مجموعه برحسب واحد طول نباید از رسانائی خود سیم هادی کمتر باشد

۳-۴- اتصالات مفصلی:

تمام اتصالات مفصلی باید از نوع اتصالات فشاری به شکل دهانه زنگوله بوده برای سیم "ACSR" (سیم آلومینیومی با مغزی فولادی) اتصالات مفصلی باید از دو قسمت با غلافهای آلومینیومی و فولادی تشکیل شوند و دارای ماده پر کننده غیر اکسیدی مناسب باشند.

تمام مفصلها باید حداقل دارای ۹۵٪ مقاومت کششی سیم هادی باشند.

پس از اتصال مفصلی فشاری ، غلاف آلومینومی نباید هیچگونه تخلیه الکتریکی مرئی از خود نشان دهد. رسانائی اتصالات مفصلی بر حسب واحد طول ، نباید از رسانائی خود سیم هادی کمتر باشد.

۳-۵- غلافهای تعمیری (Repair Sleeves) :

غلافهای تعمیری باید ازنوع فشاری دو تکه و یا آلیاژ آلومینیومی باشند. ولی موارد استفاده آنها باید محدود به آن حدودی باشد که نماینده خریدار تعیین یا تأیید میکند . این غلافهای تعمیری ، در صورتیکه بطور صحیح بکار برده شوند ، باید به ۹۵٪ مقاومت کششی سیم هادی در حالتی که یک سوم سیمهای آلومینیومی لایه خارجی سیم آلومینیومی با مغزی فولادی آسیب دیده باشد برسد . رسانائی غلافهای تعمیری نباید از رسانائی خود سیم هادی کمتر باشد .

۳-۶- میله های محافظ *(Armor Rods)* :

از میله های محافظ از نوع آلیاژ آلومینیوم یا آلیاژ مشابه در هر یک از نقاط آویزی سیم هادی بر طبق توصیه ها و دستور العملهای سازنده ، استفاده خواهد شد . همچنین انتهای میله های محافظ بشکل منقار طولی و گرد شده خواهند بود.

۳-۷- گیره آویزی *(Suspension clamp)* :

گیره آویزی باید چنان طراحی شود که آویختگی معادل ۲۰ درجه را در هر طرف تأمین کند بدون آنکه سیم هادی در هر نقطه ای که با شعاع کوچک با گیره تماس پیدامی کند خم شود. نشیمنگاه گیره باید روی لبه ها خم شده باشد. گیره باید طوری طراحی شود که همواره بر فشار وارده بر گیره از نقطه ورود سیم هادی به گیره افزوده شود با توجه به نقشه های پیوست باید گیره اویزی از یک نوع خاص طراحی شود.

۳-۸- اتصالات نری و مادگی *(Ball & Socket Fittings)* :

اتصال نری باید از فولاد پرسکاری شده ساخته شود. اتصال مادگی باید از آهن چکش خوار یا فولاد پرسکاری شده ساخته شود. اندازه این اتصالات در هر مورد باید با اندازه مقره تعیین شود.

۳-۹- ارتعاش گیرها (دمپر واسپیسردمپر):

ارتعاش گیرها باید مستقیماً روی سیم هادی ، به طریقی نصب شود که از صدمه دیدن آن جلوگیری کند. گیره اتصال باید از آلیاژ آلومینیوم باشد و سطح نشیمنگاه سیم هادی باید صاف و بدون ناهمواری باشد.

فروشنده آزاد خواهد بود که هر گونه ارتعاش گیر متناسب با معیارهای مندرج در این مشخصات فنی را پیشنهادکند. فروشنده موظف است اطلاعات ذیل را نیز همراه درخصوص ارتعاش گیرها در اختیار خریدار قراردهد.

۱ـ شماره کاتالوگ هر یک از انواع ارتعاش گیرهای توصیه شده.

۲ـ فاصله لازم برای نصب ارتعاش گیرها

۳ ـ نقشه های لازم برای تسهیل نصب ارتعاش گیرها.

۴ـ منحنی تأیید شده برای هر یک از انواع ارتعاش گیرها و نشان دادن واکنش فرکانس هر یک از این ارتعاش گیرها نسبت به دامنه (موج) حلقوی آزاد بر روی کاغذ گراف نیمه لگاریتمی با استفاده از فرکانس بعنوان پارامتر.

۵ـ طول دهانه هایی که نصب ارتعاش گیر بر روی آنها توصیه شده است ، مخصوصاً در مورد دهانه‌هایی که بیش از یک ارتعاش گیر نیاز دارند.

فروشنده باید گشتاور دورانی لازم برای نصب ارتعاش گیرها به سیم هادی را مشخص سازد. این گشتاور دورانی مانع لغزیدن ارتعاش گیرها و صدمه دیدن سیم هادی بعد از نصب خواهد شد.

ارتعاش گیرها باید چنان ساخته شود که رطوبت نتواند در هیچ نقطه ای از آنها انباشته شود.

فروشنده موظف است تعداد نوع وسائلی را که به محض در خواست خریدار در اختیار وی گذارده خواهد شد (به هزینه خود خریدار) و برای ثبت ارتعاشهای این خطوط مورد آزمایش قرار گرفته اند ، به خریدار اعلام دارد .

این خدمات ممکن است شامل تفسیر موارد ثبت شده به شرح زیر باشد:

الف - هر تفسیر به یک دوره ۱۰ روزه ثبت ارتعاش مربوط خواهد بود.

ب- برای هر تفسیر یک نمودار خطی لازم خواهد بود و روی هر یک از این نمودارها ، اطلاعات زیر قید خواهد شد:

تعداد مگاسیل در روزدر فرکانسهای مختلف ، تعداد اضافه مگاسیل در روز ، در صورتیکه از دامنه‌های ذیل تجاوز کند.

از 0.05 mm تا 0.5 mm با افزایش 0.05 mm

از 0.50 mm تا 2.0 mm با افزایش 0.1 mm

این دامنه ها باید تا فاصله 90 mm نزدیکترین اتصال بین سیم هادی و گیره آویزی تصحیح شوند.

فروشنده در صورت امکان ، باید اطلاعات مربوط به طول عمر و خستگی ارتعاش گیرها را همراه با اطلاعات مربوط به نیروی وارده بر گیره بطور سینوسی و در فرکانس ناشی از بیشترین انرژی جذب شده در اختیار خریدار قرار دهد. در این اطلاعات باید طول عمر خستگی بر حسب سیکل برای جابجائی های پیک به پیک سینوسی ۵،۱۰،۱۵،۲۰،۳۰،۳۵،۴۰،۴۵،۵۰ میلیمتری نشان داده شود اطلاعات مشابه نیز که نشاندهنده طول عمر خستگی پیش بینی شده ارتعاش گیرها باشد پذیرفته خواهد شد.

۳-۱۰- حلقه های برقگیریا کرونا *(corona & arcing rings)*

در صورتیکه یراق آلات فاقد کرونا (corona free) نباشند روی تمام زنجیره های مقره باید حلقه های برق گیر از نوع لوله آلومینیومی نصب شود. حلقه ها باید چنان طراحی و در محلی نصب شوند که مانع کار یا ابزار تعمیر و نگهداری خط تحت بار نشوند.

حلقه ها باید طوری طراحی شوند که بتوان آنها را بطور عمودی از روی زنجیره های آویزی و حلقه جامپر و بطور افقی از روی زنجیره های انتهائی (کششی) برداشت .

در صورت امکان حلقه ها باید به سوراخهای شکافداری برای تسهیل در برداشتن و نصب در خط تحت بار مجهز شوند. حلقه های کنترل کرونا باید دارای سوراخهای زهکش باشند.

تمام یراق آلات زنجیره مقره ها باید طوری طراحی شوند که در هر مورد ممکن ، کوپلینگ فشرده سیم هادی و مقره های سمت خط را فراهم آورند.

۳-۱۱- حلقه جامپر هادی *(Jumper Loop)* :

زنجیره جامپر باید با وزن کافی برای کاستن از جرقه های خیلی جزئی در مفصلهای نری و مادگی و بین اتصالات ، طراحی شوند. گیره ها و سیمها نباید با یراق آلات اصطکاک پیدا کنند.

گیره های سیم هادی باید از جنس آلومینیوم باشند. در صورت لزوم گیره‌ها ممکن است ثابت باشند، بدین معنی که بتوان آنها رامستقیماً و طوری به صفحه یوغ پیچ کرد که از چرخش سیمهای هادی و گیره ها حول هر محوری جلوگیری شود. در برخی موارد ، گیره‌های ثابت برای کاستن جرقه های خیلی جزئی و داشتن فاصله هوایی کافی بین حلقه جامپرسیم هادی و بدنه برج ضرورت خواهد داشت . در صورتیکه بله گیره های ثابت احتیاج باشد مشخصات آنها باید در نقشه های منضم به قرار داد قید شود . اگر از زنجیره های مقره V شکل بعنوان نگهدارنده جامپر استفاده شود باید وزنه کافی برای ثابت نگهداشتن زنجیره ها در مقابل نوسانات ناشی از بادهای ملایم و تضمین حفظ شکل V توسط زنجیره مقره بشرح مندرج در نقشه های منصم به قرار داد نیز در نظر گرفته شود.

۳-۱۲- شرایط قابل قبول از نظر ولتاژ:

یراق آلات و اجزای آنها در آزمایشهای مندرج در مواد ذیل باید عملکردی متناسب در ولتاژ آزمایشی فاز به فاز که ۱/۱۵ برابر ولتاژ نامی فاز به فاز خط انتقال می‌باشد یا معادل تک فاز به شرح زیر داشته باشند.

اصطلاح ولتاژ آزمایشی تک فاز معادل به معنی آن ولتاژی است که در سطح خارجی سیمهای هادی، گرادیان ولتاژی معادل گرادیان ولتاژ سطحی خارجی سیم هادی در یک خط ۳ فاز انتقال ایجاد میکند.

۳-۱۳- نحوه آزمایش تخلیه الکترون (کرونا) در شرایط محیط طبیعی :

آزمایشهای الکترونی بصری باید در یک محیط تاریک ، چه در فضای باز چه در فضای بسته ، هوای خشک و در صورت قید شدن در مشخصات فنی ، هوای مرطوب ، اجرا شوند . خریدار یا مشاور بنا به تشخیص خود میتواند نتایج یا اطلاعات تأیید شده آزمایشهای مشابه را به جای نتایج آزمایشهای واقعی بپذیرند . فروشنده موظف است پیشنهاد خود را با درنظر گرفتن آزمایشها و بدون آنها و با قید هزینه هر آزمایش ، تسلیم کند.

مشخصات فیزیکی وسائل مورد آزمایش باید کاملاً و تماماً با شرایط عملکردی که یراق آلات باید در آن دوام بیاورند مطابقت داشته باشد و تمام یراق آلات و ملحقات آنها با استفاده از طول مناسبی از یک سیم هادی برای مقایسه عملکرد یراق آلات در ارتباط با سیم هادی ، باید مورد آزمایش الکتریکی واقع شوند. حداقل ۱۵ متر از سیم هادی برقدار نباید تحت تأثیر الکتریکی یراق آلات ، دستگاه نگاهدارنده ، یا دستگاههای متفرقه آزمایشگاهی باشد .

محوطه آزمایش باید فاقد هر گونه اشیای غیر لازم برای اجرای آزمایش باشد . در مورد یراق آلاتی چون زنجیره های مقره که نزدیک به برج فولادی نصب خواهند شد ، دستگاه آزمایش باید شامل شبکه های فولادی یا مشابه آن به شکل برج فولادی باشد (باین معنی که نمایش واقعی تمام سطوح زمین شده در اطراف قسمتهای برقدار باشد). در اجرای آزمایش باید به جنبه های ذیل از خط انتقال که در نقشه های طرح اولیه قرارداد ذکر شده است توجه شود:

۳-۱۳-۱- تک تک و تمام زوایای انحراف افقی (زوایای خط) و زوایای افت قائم سیم در برج.

۳-۱۳-۲- ترتیب و فاصله سیمهای هادی و محافظ

۳-۱۳-۳- ارتفاع سیم از سطح زمین

۳-۱۳-۴- نزدیکی ساختمانها و اشیاء فلزی و یراق آلات دیگر

در اجرای آزمایش تک فاز ، ولتاژهای آزمایشی اعمال شده باید برای موارد ذیل تنظیم شوند:

الف- عدم وجود دو سیم هادی فاز دیگر

ب - هر گونه اختلاف بین ارتفاع سیم هادی آزمایشی و ارتفاع سیم هادی که در شرایط واقعی پیش بینی میشود.

موارد مذکور و برنامه آزمایشی باید برای تأیید خریدار به وی تسلیم شود.

در این نقشه ها باید ارتفاع سیم هادی آزمایش ، دستگاه و نزدیکی دیوارها ، کفها ، سقفها ، پایه ها ، و دیگر اشیای مختلف (بمنظور تسهیل در تعیین درجه تأثیر نزدیکی آنها و ضریب مناسب تنظیم ولتاژ) مشخص شوند.

۳-۱۴- شرایط لازم برای تخلیه الکتریکی (کرونا) و تداخل رادیوئی :

یراق آلات و ملحقات، تا ولتاژ قابل قبول یراق آلات خط انتقال (مندرج در بند ۱۲-۳) همانند سیم هادی ، باید فاقد کرونا باشند.

در سطوح ولتاژ پائین تر از ولتاژ قابل قبول یا در حد آن ، یراق الات باید در صورتی که سیم هادی فاقد کرونا باشد بدون کرونا باقی بمانند. ولتاژ آزمایشی باید تدریجاً افزایش داده شود تا جائی که سیم هادی و یراق آلات در اثر کرونا روشن شوند ، سپس تدریجاً کاهش داده شوند تا جائی که کرونا در سیم هادی و یراق آلات ، خاموش شوند . این عمل در هر مجموعه آزمایش در محیط طبیعی ، دست کم باید سه بار تکرار شود. شرایط بالا باید در تمام افزایش و کاهش ولتاژ ها در نظر گرفته شود. اگر کرونائی در حد ولتاژ قابل قبول یا پائین تر از آن در سطح سیم هادی ظاهر شود ، شدت رؤیت کرونا در یراق آلات باید از شدت رؤیت تخلیه کرونا در سیمهای هادی کمتر یا مساوی با آن باشد.

آزمایشهای تداخل رادیوئی یراق آلات باید بر طبق "CISPR" نشریه 1A اجرا شوند .

حدپارازیت نباید از 60db روی یک میکروولت در فرکانس 500 KHZ تجاوز کند و ولتاژ باید ولتاژ قابل قبول (بند۱۲-۳) تقسیم بر $\sqrt{3}$ باشد.

برای به حداقل رساندن جرقه های خیلی جزئی و تداخل رادیوئی و تداخل تلویزیونی همراه با آن ، زنجیره ها باید به ترتیب زیر طراحی شوند :

۳-۱۴-۱- پیچها در سوراخهای قلاویز شده باید با واشر فنری یا مهره های پشتگیر(Jam Nut) همراه باشند.

۳-۱۴-۲- تمام قلابها ، رکابها ، و اتصالات مشابهی که باید با پیچ بسته شوند باید به پیچهای دارای مهره و میخ اشپیل مجهز باشند.

۳-۱۴-۳- طراحیها باید طوری باشند که از ایجاد جرقه های خیلی جزئی در اثر فرسایش (شل‌شدن) سائیدگی و آلودگی در نقاط تماس جلوگیری کند یا آن را به حداقل برساند.

۳-۱۴-۴- تمام قطعات فلزی در یک میدان الکتریکی ، باید کاملاً به یکدیگر متصل شوند مگر آنکه طراحی طوری باشد که عایقکاری بین قطعات را الزامی گرداند. در این حالت تمام قطعات واقع در هر عایق باید کاملاً به یکدیگر متصل شوند. زنجیره‌ای از اتصالات با بار ۱۸۵ کیلوگرم یا بیشتر دارای اتصال قابل قبول تلقی خواهد شد.

۳-۱۴-۵- مقره‌های نوع آویزی با اتصال نری ومادگی ، حداقل باید دارای کشش ۱۸۵ کیلوگرم باشد. مدار آزمایشی برای اندازه گیری تداخل رادیوئی ، بر طبق استاندارد"NEMA 107" خواهد بود ، یا مداری که به تأیید خریدار رسیده باشد.

در هرمجموعه آزمایشی ، سطوح R.I.V باید در500 KHz اندازه گیری شود . فرکانسهای بین ۱ مگاهرتز و ۵ مگاهرتز ضمن کنترل به کمک یک گیرنده گوشی یا بلندگو باید "Scanning" شوند.

همزمان با افزایش ولتاژ تا سطح ولتاژ قابل، قبول افزایش ولتاژهای مناسب در فرکانس ۵۰۰ کیلوهرتز باید ثبت شوند. اگر سطح "RIV" بطور ناگهانی افزایش یا کاهش پیدا کند باید اندازه گیری مناسب بمنظور بدست آوردن نمودار نتایج بعمل آید. در مقیاس ولتاژ آزمایش ، مقدار بدست آمده "RIV" سیم هادی با یراق آلات تقسیم بر "RIV" سیم هادی بدون یراق آلات بر حسب dB باید بصورت نمودار تهیه شده و جهت بررسی و تأیید به خریدار تسلیم گردد.

RIV هادی با یراق آلات $db = 20 \times \log$ (بدست آمده)

RIV هادی بدون یراق آلات

علاوه بر تداخل رادیوئی ، طراحی باید چنان باشد که امواج اضافی روی فرکانسهای تلویزیونی مورد استفاده ذیل را مستهلک سازد.

(کانالهای 2-6) VHF 54-88 MHZ

(کانالهای 7-13) 142-216 MHZ

(کانالهای 14-83) VHF 470-890 MHZ

۳-۱۵- سیکل حرارتی برای شرایط لازم عبور جریان :

تمام اتصالات انتقال دهنده جریان برای سیم های هادی هوایی باید تحت آزمایش سیکل حرارتی کلاس "A" بر طبق استاندارد NEMA CC-3,1973 یا معادل آن قرار گیرند.

۳-۱۶- شرایط لازم برای جریان اتصال کوتاه و پایداری :

یراق آلات یا ملحقات آنها باید بتوانند در جریان اتصال کوتاه با شدت 20 KA در مدت ۰/۵ ثانیه و حداکثر جریان 60 KA ایستادگی کنند. در طول عمر یک خط تعداد دفعات اینگونه اتصالی بشرح ذیل پیش بینی میشود:

ولتاژ نامی خط انتقال	تعداد دفعات اتصال کوتاه
63 کیلوولت	۱۰

تحت شرایط بالا ، نه فقط جداکننده های سیمهای هادی باندل و سایر انواع زنجیره ها نباید تغییر شکل دائمی پیدا کنند بلکه گیره ها نیز نباید روی سیم هادی بلغزند ، آن را خراش داده و زخمی کنند یا باعث تغییر شکل آن شوند . همچنین خود گیره ها نباید صدمه ببینند. فواصل بین جداکننده‌های سیمهای هادی باید جهت تعیین بهترین عملکرد جدا کننده ها جهت محافظت بهینه سیم هادی و کارآیی عملکرد بهینه خط نیز مورد بررسی قرار گیرد.

فروشنده اینگونه یراق آلات ، در صورت نیاز باید آزمایشهای اتصال کوتاه ودیگر آزمایشهای معمول را برای تعیین این مشخصات انجام دهد.

۳-۱۷- شرایط لازم برای رفع تنش سیم :

مفصلهای تمام کشش و اتصالات انتهایی فشار باید چنان باشند که فشار کشش سیم هادی را تدریجاً از لایه بیرونی رشته سیم به سطح درونی اتصال ، با کاهش تدریجی فشار به سوی دهانه باز اتصال منتقل کند. ممکن است از فروشنده خواسته شود که نمونه هایی از مقاطع یراق آلات را برای اثبات این موضوع تسلیم کند.

گیره ها و اسباب نگهدارنده سیم که مستقیماً باسیم تماس دارند باید به روش زیر آزمایش شوند:

اعمال بار با افزایش ۱۰۰۰ کیلوگرمی براساس توزیع یکنواخت با زاویه خروج ۲۰ درجه(از سطح افق) سیم تا اینکه سیم گسیخته شود . این کار باید با سیم انجام شود تا تأثیرش بر مقاومت و تغییر شکل سیم هادی تعیین گردد .

اتصالات فشاری یا دیگر اشکال اتصال مفصل یراق آلات ، باید با استفاده از قالبهای مناسب و روشهای مقرر شده مورد آزمایش بارگذاری قرار گیرند . هر گونه تغییر در قالبها یا روشها ، پس از تکمیل آزمایشها ، مستلزم آزمایش مجدد خواهد بود، مگر آنکه خریدار با تغییرات مزبور موافقت کند . اگر این آزمایشها قبلاً انجام شده باشند و اطلاعات تأیید شده آزمایشها در دسترس باشد ، خریدار میتواند اجرای آنها را فسخ کند.

۳-۱۸- شرایط لازم برای مقاومت مکانیکی :

۳-۱۸-۱- گیره‌های پیچدار ، اتصالات فشاری ، میله‌های شکل داده شده :

اتصالات و مفصل های تمام کششی باید طوری طراحی و آزمایش شوند که ۹۵٪ حد گسیختگی سیم هادی را دارا باشند.

اتصال انتهائی جامپر و مفصلهای حلقه جامپر باید چنان طراحی شوند که حداقل ۲۵٪ حد گسیختگی سیم هادی را دارا باشند.

چهار آزمایش قابل قبول مکانیکی بر روی چهار نمونه مجزا در هر اندازه از سیم هادی پذیرفته خواهد شد . اگر نمونه ها در حد پائین تری از سطح عملکرد قابل قبول دچار کسیختگی شوند بر تعداد نمونه های آزمایشی شش نمونه دیگر افزوده خواهد شد.

در جریان آزمایش در هر مرحله بار به اندازه ۱۰٪ حد گسیختگی سیم هادی افزوده و در هر افزایش تا ۵ دقیقه ثابت نگهداشته خواهد شد.

۳-۱۸-۲- سایر یراق‌آلات

سایر یراق آلات باید قابلیت تحمل بار تا میزان ۱۰۰٪ حد گسیختگی تعیین شده را به مدت ۵ دقیقه بدون وقوع گسیختگی داشته باشند و در ۵۰٪ حد گسیختگی تعیین شده تا ۵ دقیقه هیچگونه گسیختگی، افزایش طول یا تغییر شکل دائمی در آنها اتفاق نیافتد در تمام موارد یراق آلات باید تا حد گسیختگی مورد آزمایش قرار گیرند.

مواد مورد آزمایش باید نمونه همان موادی باشد که در تولید بکار برده خواهد شد. تنشهای تسلیم و گسیختگی نمونه مورد آزمایش باید در گزارشهای درخواستی و روی فرمهائی که بر طبق استاندارد ASTM A370 تهیه شده اند تعیین شوند.

۳-۱۹- شماره های کاتالوگ ها و نقشه ها:

فروشنده باید تمام تغییرات مربوط به اقلام کاتالوگها ، شماره کاتالوگها با نقشه های یراق آلات و ملحقات خط انتقال را به خریدار اطلاع دهد تا اطلاعات خریدار همواره تجدید شده باشد . تمام تغییرات باید کتباً شرح داده شوند و ضمن بیان منظور از تغییرات ، تأثیر آنها در تولید و هر گونه تغییر در خواص فیزیکی یا الکتریکی ناشی از آن تغییرات نیز توضیح داده شود.

فروشنده باید همراه با پیشنهاد خود دو نسخه نقشه های ابتدائی به خریدار تسلیم کند. در مورد هر یک از اقلامی که باابعاد کامل در کاتالوگ فروشنده مشخص نشده باشد ، فروشنده موظف است نقشه های تفصیلی با ابعاد کامل را تسلیم خریدار نماید. نقشه های نهائی باید پیش از شروع آزمایش تحویل گردد.

ابعاد نشان داده شده در کاتالوگها و نقشه ها ممکن است به سیستم انگلیسی یا متریک باشد و در مورد اول باید معادل آن در سیستم متریک نیز قید شود.

تمام نقشه های مورد نیاز باید روی مقیاس (ترجیحاً ۲۵ میلیمتر = ۱۰ سانتیمتر) و یا ابعاد کامل تهیه شوند. تمام اقلام روی نقشه ها باید با فهرست کامل اندازه ، نوع مقاومت ، ولتاژ نامی فاز به فاز، همچنین مشخصات و شرایط تعیین شده توسط خریدار نشان داده شوند . نقشه ها باید روی یک ورقه تمام اقلام تهیه شده برای یک زنجیره را نشان دهد و باید شامل یک فهرست کامل مواد باشند.

۳-۲۰- بسته بندی و حمل :

اقلام یراق آلات و ملحقات باید بر طبق یکی از دستور العملهای ذیل ، بر حسب در خواست خریدار بسته بندی شوند:

۳-۲۰-۱- بسته بندی تمام قطعات مشابه در یکجا

۳-۲۰-۲- بسته بندی تمام مجموعه های مشابه در یکجا

در تمام موارد تمام مواد حل شدنی باید بطور کامل و طوری بسته بندی شوند که در مدت انتقال ، صدمه‌ای نبینند. هر گاه احتمال مفقود شدن هر یک از قطعات و اقلام وجود داشته باشد اقلام مزبور در جعبه گذارده شده یا با مفتول بسته و علامت گذاری خواهند شد.

روی تمام بسته ها باید محتویات آنها دقیقاً نوشته شود و تمام نوشته ها و علائم مزبور باید خوانا بوده و محفوظ از اثر هوا باشد. هنگام بسته بندی اقلام مشابه ، اگر دو بسته برای هر زنجیره لازم باشد ، در این صورت تمام اقلام و قطعات لازم برای طرف برج زنجیره مقره باید در یک بسته بندی و اقلام و قطعات لازم برای طرف خط از جمله گیره آویزی باید در بسته بندی دیگری قرار گیرند.

۴- آزمایش :

فروشنده باید نمونه های یراق آلات و ملحقات را در اختیار خریدار قرار دهد ولازم است که در محل آزمایشگاه فشار قوی سازنده یراق آلات برای اجرای آزمایشهای عملکرد کرونا حضور پیدا کند.

عدم موفقیت در این آزمایش ، دلیلی برای رد مواد تهیه شده خواهد بود.

فروشنده می بایست به هزینه خود آزمایشهای نمونه‌ای را بر روی تمامی قطعات در حضور نماینده خریدار انجام داده و یا گواهی انجام آزمایش ، مورد تأئید خریدار را ارائه نماید.

۵- بازرسی :

۵-۱- فروشنده موظف است بازرسی و آزمایشهای کافی به منظور حصول اطمینان از تطبیق دقیق مواد و وسایل تهیه شده با این مشخصات فنی را بعمل آورد . علاوه بر این خریدار نیز میتواند مواد تهیه شده بر طبق این مشخصات فنی را چه در کارخانه سازنده و چه در نقطه تحویل بازرسی و نتیجتاً قبول یا رد کند.

۵-۲- خریدار میتواند در هر زمانی که مایل باشد ، آزادانه به تمام قسمتهای کارخانه سازنده که به کار او مربوط می شوند وارد شود .

سازنده موظف است تسهیلات لازم برای بازرسی را بطور رایگان و مطابق نظر خریدار در اختیار وی قرار دهد تا وی اطمینان حاصل کند که مواد و وسائل فروخته شده دقیقاً برطبق این مشخصات فنی ساخته می شوند.

۶ـ سایر اطلاعات مورد نیاز

فروشنده موظف است برنامه انجام آزمایش و لیست وسائل آزمایشگاه را تهیه کند. فروشنده می تواند اطلاعات تأیید شده‌ای را تسلیم کند که بسته به نظر خریدار ممکن است جایگزین اجرای آزمایشها شود.فروشنده باید هر گونه تغییری در اقلام کاتالوگ ، شماره کاتولوگ یا نقشه ها را بر طبق بند ۱۹-۳ به اطلاع خریدار برساند. فروشنده باید دو نسخه از نقشه های ابتدائی را نیزتهیه کرده و به همراه جدول زمان بندی تسلیم خریدار نماید.

۷- مشخصات فنی مواد و کاربرد آن

در این قسمت مشخصات فنی مواد از نقطه نظر ترکیبات شیمیایی ، مشخصات مکانیکی و استانداردهای مربوطه با ذکر جزئیات کافی در بخشهای ۷-۱ تا ۷-۷ و مشخصات مربوطه به کلاس پیچ و مهره در بخش ۷-۸ تشریح خواهد گردید. از نقطه نظر کلی ، کاربری اصلی مواد در جدول زیر خلاصه می گردد.

مـواد	کاربرد اصـلی
آلیاژ آلومینیوم	بدنه کلمپ کششی ، ترمینال جامپر و اتصال مفصلی سیم آلومینیوم ، غلاف تعمیری ، کلمپ، دمپر، گیره دو شیاره ، آرمورراد برای هادی
فولاد	اتصال کلمپ کششی ، اتصال مفصلی ، بست رابط، پیچ و مهره
آهن ریخته‌گری (چدن)	وزنه دمپر ، وزنه تعادل ،.....
فولاد ضد زنگ	اشپیل ، پیچ و مهره ،.....
سیم فولادی	آرمورراد سیم محافظ ، سیم نگهدارنده وزنه دمپر
آلیاژ مس	ملحقات سیم مس یا فولاد با روکش مس ، اشپیل

۷-۱- آلیاژ آلومینیوم:

الف ـ ترکیب شیمیایی

شماره ردیف	درجه (Grade)	ترکیب شیمیایی ٪								
		Si	Fe	CU	Mn	Mg	CR	ZN	TI	AL
1	1060	<0.25	<0.35	<0.05	<0.03	<0.03	...	<0.05	<0.03	>99.6
2	5052	<0.45	Si+Fe	<0.10	<0.10	2.2-2.8	0.15-0.35	<0.10	...	باقی
3	6061	0.48-0.8	<0.7	0.15-0.4	<0.15	0.8-1.2	0.04-0.35	<0.25	<0.15	
4	H2110	<0.10	<0.25	<0.005	<.005	...	...	...	<(0.05 Ti+V	<99.65
5	AC3A-F	10.0-13.8	<0.8	<0.2	<0.3	0.1	....	0.3	...	باقی
6	AC4C-T6	6.5-7.5	<0.5	<0.2	<0.3	0.2-0.4	...	0.3	<0.2	باقی
7	AC7A-F	<0.3	<0.4	<0.1	<0.6	33-5.5	....	<0.1	<0.2	باقی
8	IAL	<0.5	<0.3	...	...	<0.5	...	...	...	باقی

ب ـ مشخصات مکانیکی

شماره ردیف	درجه (Grade)	مقاومت کششی kg/mm2	افزایش طول ٪
1	1060	Min.6	---
2	5052	18-25	Min.20
3	6061	Min.18	Min.16
4	H2110	Min.6.5	---
5	AC3A-F	Min.18	Min.5

6	AC4C-T6	Min.23	Min.3
7	AC7A-F	Min.22	Min.12
8	IAL	Min.27	3-4

ج ـ استانداردهای مربوطه :

استاندارد یراق آلات خطوط ۱۳۲ کیلوولت ایران

1-3 ASTM B210

4 ASTM B179

5 BSI 490 OR ALCOA NO.13

6 ASTM B26, B108 OR ALCOA NO.356T6

7 BSI 490 OR ALCOA NO.214

8 DIN 48200

۷-۲- فولاد

الف- ترکیب شیمیائی

ردیف	نوع فولاد	درجه (Grade)	ترکیب شیمیائی ٪				
			C	Si	Mn	P	S
۱	فولاد نوردشده	C	---	---	---	<0.05	<0.05
۲	فولاد کربن دار	58	<0.23	0.10-0.35	0.60-0.90	<0.04	<0.05

ب- مشخصات مکانیکی :

ردیف	نوع فولاد	درجه (Grade)	حد تسلیم kg/mm2	مقاومت کششی kg/mm2	انبساط طولی (در ۲۰۰ میلیمتر)
۱	فولاد نوردشده	C	Min.21	38-46	22
۲	فولاد کربن دار	58	Min.25	Min. 41	21

ج- استانداردهای مربوطه :

استاندارد یراق آلات خطوط ۱۳۲ کیلوولت ایران

ASTM A283

ASTM A573

۷-۳- آهن ریخته‌گری (چدن خاکستری):

الف ـ مشخصات مکانیکی:

ردیف	درجه (Grade)	قطر ریخته‌گری نمونه آزمایش mm	مقاومت کششی kg/mm2
چدن خاکستری	FC 20	30	min.20

ب- استاندارد مربوطه :

استاندارد یراق آلات خطوط ۱۳۲ کیلوولت ایران

ASTM A48

۷-۴- فولاد ضد زنگ :

الف ـ ترکیب شیمیائی :

ردیف	درجه (Grade)	ترکیب شیمیائی٪						
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
فولاد ضد زنگ	SUS304	<0.08	<1.0	<2.0	<0.04	<0.03	8.0-11.0	18.0-20.0

ب ـ استاندارد مربوطه :

استاندارد یراق آلات خطوط ۱۳۲ کیلوولت ایران

ANSI 304

۷-۵- سیم فولادی :

الف ـ ترکیب شیمیائی :

ردیف	درجه (Grade)	ترکیب شیمیائی ٪				
		C	Si	Mn	P	S
سیم فولادی کربن دار	SWRH 62A	0.50-0.85	0.10-0.35	0.50-1.10	<0.035	<0.045

ب ـ مشخصات مکانیکی :

ردیف	درجه (Grade)	مقاومت کششی kg/mm2	انبساط طولی در 250 mm%
سیم فولادی کربن دار	SWRH 62A	min.125	min.4.0

ج ـ استاندارد مربوطه :

استاندارد یراق آلات خطوط ۱۳۲ کیلوولت ایران

ASTM- B498

۷-۶- آلیاژ مس (برنج ، برنز):

الف ـ ترکیب شیمیائی

ردیف	درجه (Grade)	ترکیب شیمیائی ٪										
		CU	Cu+ Sn+p	Pb	Fe	Sn	Zn	P	As	Sb	Bi	S
مس کاتدی الکترولیتی		>99.96	---	<0.005	<0.01	---	---	---	<0.003	<0.005	<0.001	<0.01
برنج	BSWI	68.0-72	---	<0.07	<0.05	---	مابقی	---	---	---	---	---
برنز	PBS & PBW	---	>99.5	<0.05	<0.10	3.5 - 5.8	<0.03	0.03 - 0.35	---	---	---	---

ب ـ استانداردهای مربوطه :

استاندارد یراق آلات خطوط ۱۳۲ کیلوولت ایران

ـ مس کاتدی الکترولیتی ASTM – B115

- برنج ASTM – B134 ALLOY NO.260

- برنز ASTM – B159 ALLOY NO.510

۷-۷- فولاد فنری

الف - ترکیب شیمیائی

ردیف	درجه (Grade)	ترکیب شیمیائی ٪				
		C	Si	Mn	P	S
فولاد فنری	SUP 6	1.50-1.8	0.70-1.00	0.70-1.00	<0.035	<0.035

ب-

مشخصات مکانیکی :

ردیف	درجه (Grade)	حد تسلیم kg/mm2	مقاومت کششی kg/mm2
فولاد فنری	SUP 6	Min.110	Min.125

ج- استاندارد مربوطه :

استاندارد یراق آلات خطوط ۱۳۲ کیلوولت ایران

ASTM A552

۷-۸-کلاس پیچ و مهره :

کلاس پیچ و مهره مورد استفاده در قطعات مختلف یراق آلات این استاندارد از نظر اندازه تعداد رزوه و مقاومت مکانیکی طبق استاندارد ASTM A325 بشرح زیر ارائه میشود:

قطر نامی (ϕ) mm (in.)	تعداد رزوه (درشت) در هر اینچ UNC	سطح تحت کششی cm2	حداقل مقاومت کششی KN
12(1/2)	13	0.92	76
14(9/16)	12	1.17	97
16(5/8)	11	1.46	121
20(3/4)	10	2.15	178
22(7/8)	9	2.98	247
24(15/16)	8	3.37	280
26(1)	8	3.91	323

UNC: UNIFIED COARSE THREAD

۳- نقشه ها