بنام خدا

پیشگفتار

پس از تدوین هر استاندارد و استفاده از آن به مرور نیازها و مشکلات مرتبط با آن شناخته شده و تکمیل و تجدیدنظر در آن امری لازم و ضروری می‌باشد، ازآنجائیکه استاندارد ساختمان شبکه‌های توزیع نیرو، سالها پیش تدوین شده و اقدامی جهت تکمیل و تجدیدنظر در آن صورت نگرفته بود، به دلایل زیر تصمیم به بازنگری در آن گرفته شد:

- باتوجه‌به گذشت چند سالی از تدوین استاندارد قدیم بایستی تحقیقات و بررسیهای لازم جهت استاندارد نمودن محصولات جدید و منسوخ نمودن محصولات قدیم صورت پذیرد.
- قیمت زیاد تجهیزات، دقت در امر خرید را طلب می‌کند و باتوجه‌به گستردگی و پیچیدگی تجهیزات، دقت در مشخصات فنی وسایل امکان مقایسه فنی محصولات سازندگان مختلف و مقید کردن آنها به رعایت موازین استاندارد را فراهم می‌سازد.

باتوجه‌به افزایش کادر فنی متخصص امکان محاسبه و طراحی به‌صورت خاص و باتوجه‌به شرایط هر منطقه می‌باشد لذا ایجاد یکنواختی باید تنها در مجموعه‌ها یا تجهیزاتی که تابع شرایط خاص محیطی نباشنغ صورت گیرد بنابراین بجای استفاده از طرحهای نمونه با تنوع کم، معیارها و استانداردهای طراحی مطرح و در کنار آن در موارد خاص از طرحهای نمونه با تنوع زیاد استفاده شود.

باتوجه‌به اولویتها و نیازهای فعلی شبکه‌های توزیع، استانداردهای زیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند:

الف- استاندارد سیستم زمین شبکه‌های توزیع

ب - استاندارد خازنهای به‌کاررفته در شبکه توزیع

پ - استاندارد راکتورهای به‌کاررفته در شبکه توزیع

ت - استاندارد مشخصات فنی ترانسفورماتورهای به‌کاررفته در شبکه توزیع

ث - استاندارد روشنایی معابر

ج - استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع

چ - استاندارد کابلهای مورد استفاده در شبکه توزیع

ح - استاندارد انشعابات شبکه‌های توزیع

خ - استاندارد خطوط هوایی شبکه‌های توزیع

جزوه حاضر جلد دوم استاندارد خطوط هوایی توزیع از سری استانداردهای شبکه‌های توزیع می‌باشد. پیش‌نویس استاندارد خطوط هوایی در تاریخ ۱۴ و ۱۵ شهریور سال ۱۳۷۴ مورد بررسی نمایندگان شرکتهای توزیع قرار گرفت، مطابق نظرات عنوان‌شده توسط دفتر استانداردهای معاونت تحقیقات و تکنولوژی و جلسه فوق‌الذکر، تصمیم گرفته شد که این استاندارد باتوجه‌به مباحث مطرح‌شده در قالب جلدهای جداگانه زیر تهیه گردد:

جلد اول: معیارهای طراحی و جدولهای کاربردی

جلد دوم: تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده

جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی به‌کاررفته در شبکه توزیع

جلد چهارم: مقره‌های به‌کاررفته در شبکه توزیع

جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع

جلد ششم: کراس‌آرمها و آرایش پایه‌های به‌کاررفته در شبکه توزیع

در تهیه این استاندارد سعی شده است که امکانات و مهارتهای موجود و قابلیتهای شرکتهای توزیع برق درنظر گرفته شود. در تهیه این استاندارد منابع زیر مورد استفاده قرار گرفته است:

[۱] وزارت نیرو-امور برق-پایه بتنی مسلح-راهنمای ساخت و استاندارد-۱۳۶۰.

[۲] شرکت برق منطقه‌ای تهران- لوازم خطوط هوایی-۱۳۵۱.

[۳] وزارت مسکن و شهرسازی، *"مقررات ملی ساختمانی"*

مبحث پنجم-مصالح و فرآورده‌های ساختمانی

[۴] وزارت مسکن و شهرسازی، *"مقررات ملی ساختمانی"*
مبحث نهم-طرح و اجرای ساختمانهای بتن‌آرمه

[۵] آئین‌نامه سازه‌های بتن‌آرمه (۹۲)۸۹-۳۱۸ ACI و تفسیر مترجم: مهندس مجید ضانقیه

[۶] رمضانیانپور، علی‌اکبر، *"توصیه‌ها و پیشنهادهای پایه‌های بتن در سواحل و جزایر جنوبی کشور"*
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۱.

[7] American Society of Civil Engineering, *"Guide for the Design and Use of Concrete pole"*, April 1987.

[8] ASCE, Manual and Reports on Engineering Practice No. 72, *"Design of Steel Transmission Pole Structures"*, 1990.

[9] Abeles P. W & I Bardhom B. K., *"Prestressed Concrete Designer's Handbook"*, Third Edition, 1981.

[10] British Standard (BS 5649, Part 9, 1982), Lighting Columns.
"Specification of Special Requirements for Reinforced and Prestressed Concrete Lighting Columns".

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
هدف و دامنه کاربرد	۲
تعاریف و اصطلاحات	۲
شکل ظاهری	۴
علامتگذاری	۷
مشخصات مصالح	۸
بتن	۱۲
ارزیابی مقاومت و پذیرش بتن	۱۵
بارهای پیش‌تنیدگی	۱۵
فونداسیون	۱۶
هادی اتصال زمین	۱۷
حمل تیرها	۱۸
گزارشات	۱۹
بازرسی	۱۹
پذیرش	۲۰
آزمون تیرهای بتنی	۲۱
تقسیم‌بندی تیرهای استاندارد	۲۶
مشخصات فنی	۲۸

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیوست الف- جایگاه آزمایش پایه‌های بتنی	۴۹
پیوست ب- عمل آوردن بتن	۵۶

مقدمه

تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده سازه‌هایی با رفتار طره‌ای بوده که در مقیاس وسیع خطوط توزیع از آنها استفاده می‌شود. این تیرها در مراحل بارگذاری-تحلیل-طراحی و ساخت و اجرا نیازمند دقت و نظارت کافی هستند لذا لازم است در طراحی و ساخت این سازه‌ها حتما" از مشاورینی که در زمینه سازه‌های خط دارای تجربه هستند استفاده شده و از هرگونه ساخت و اجرای تیرهای خطوط توزیع بدون نظارت دقیق مشاور خودداری گردد.

یادآوری می‌شود این استاندارد حداقل مقررات و ضوابط را برای طراحی و اجرای این تیرها ارائه می‌کند و فاقد اهداف آموزشی است. مشخصات فنی ارائه‌شده در انتهای این استاندارد فقط نمونه‌های طراحی‌شده‌ای از این تیرها هستند و منحصر به فرد نمی‌باشند. لازم است طراح خط متناسب با شرایط هر پروژه نسبت به یک طراحی بهینه اقدام نماید.

۱- هدف و دامنه کاربرد

۱-۱- کلیات

این استاندارد حداقل مقررات و ضوابط برای طراحی و اجرای تیرهای بتن مسلح و پیش‌تنیده را فراهم می‌آورد. ضوابط آئین‌نامه‌های عمومی سازه‌های بتن مسلح نیز در اینجا صادق است. در مواردی که بین ضوابط و استاندارد و آئین‌نامه‌های عمومی تناقض باشد، این ضوابط حاکم بر مسائل است.

اجرا و ساخت تیرهای بتنی باید در تمام مراحل مختلف آن توسط یک مهندس خبره نظارت شود. ناظر باید تطابق کارها یا نقشه‌های طرح و مشخصات تیر را بررسی کند و موارد زیر را تحت نظارت داشته باشد.

۱- کیفیت و نسبت اختلاط بتن

۲- چگونگی اجرا و برداشت قالبها

۳- مخلوط کردن، ریختن و عمل آوردن بتن

۴- کشیدن تندانهای پیش‌تنیدگی

۵- تست پایه

بطور کلی مقاومت مشخصه برمبنای نتایج آزمایشها و با استفاده از روشهای اماری تعیین می‌شود. مهندس ناظر می‌تواند علاوه‌بر آنچه که در مدارك مربوط به مشخصات فنی اجرایی پیش‌بینی شده است، انجام آزمایشهای دیگری را برای هر یک از مصالح مصرفی در ساخت بتن درخواست کند تا از تطابق کیفیت این مصالح با ویژگیهای فنی مقرر اطمینان یابد.

۲- تعاریف و اصطلاحات

۲-۱- بتن مسلح

به بتنی اطلاق می‌گردد که در داخل آن میلگردهای فولادی (آرماتور) جهت افزایش استحکام بتن،

به‌کار رفته باشد. میلگردهای فولادی به‌صورت اسکلت فولادی در قالب قرار می‌گیرد و پس از بتن‌ریزی در قالب و رسیدن مقاومت بتن به حد کافی قالبها برداشته می‌شود.

۲-۲- بتن پیش‌تنیده

به بتنی اطلاق می‌گردد که میله یا سیمهای فولادی (تندان) پیش از ریختن بتن روی آنها، با نیروی معینی کشیده شده باشند و پس از اینکه بتن روی آنها ریخته شد و قدرت کافی را برای نگهداشتن سیمهای تحت کشش پیدا کرد نیروی کشش از روی سیمها برداشته می‌شود.

۲-۳- تندان[1]

به سیمهای فولادی که قدرت تحمل نیروی کشش زیادی داشته و در ساختمان تیرهای پیش‌تنیده جهت انتقال پیش‌تنش به بتن به‌کار می‌روند اطلاق می‌شود.

۲-۴- خاموت

سیمهای فولادی هستند که در فواصل معینی از یکدیگر به دور میلگردها پیچیده می‌شوند و جهت مقاومت در برابر برش، نگهداری میلگردها و تشکیل اسکلت اصلی به‌کار می‌روند.

۲-۵- مقاومت نرمال

میزان باری است که تیر بطور دائم، بدون آنکه در آن ترکی مشاهده گردد، بتواند تحمل کند. به این بار قدرت نامی تیر نیز گفته می‌شود.

1- Tendon

۲-۶- مقاومت ارتجاعی

میزان باری است که دراثر وارد شدن آن به تیر، تیر حالت ارتجاعی خود را ازدست می‌دهد و در آن تغییر شکلهای دائمی ایجاد می‌شود.

۲-۷- مقاومت نهایی

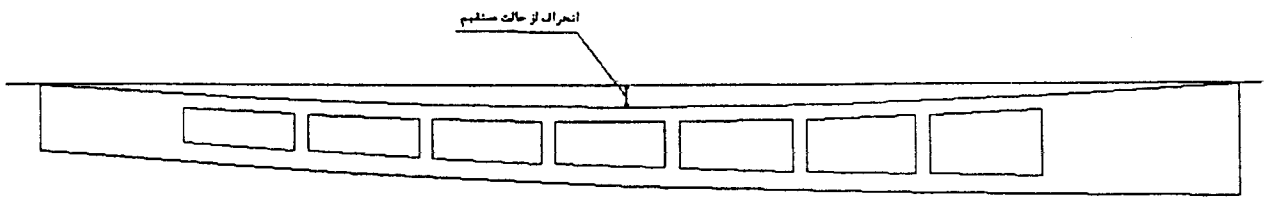
میزان باری است که دراثر وارد شدن، تیر شکسته می‌شود.

۲-۸- ضریب بار

حاصل تقسیم مقاومت نهایی بر مقاومت نرمال را ضریب بار گویند.

۲-۹- انحراف از حالت مستقیم

حداکثر فاصله عمودی بین سطح یک وجه تیر با خط فرضی که مرکز لبه فوقانی همان وجه را به لبه زیرین همان وجه وصل کند را انحراف از فاصله عمودی گویند.



شکل (۱) انحراف از حالت مستقیم

۳- شکل ظاهری

۳-۱- مقطع عرضی تیر باید بطور یکنواخت از پایین به بالا باریک شود. میزان باریک شدن تقریبا" برابر ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر به‌ازای هرمتر می‌باشد. درهرصورت باید میزان شیب تیر برای پایه‌ها باارتفاع مختلف ثابت باشد.

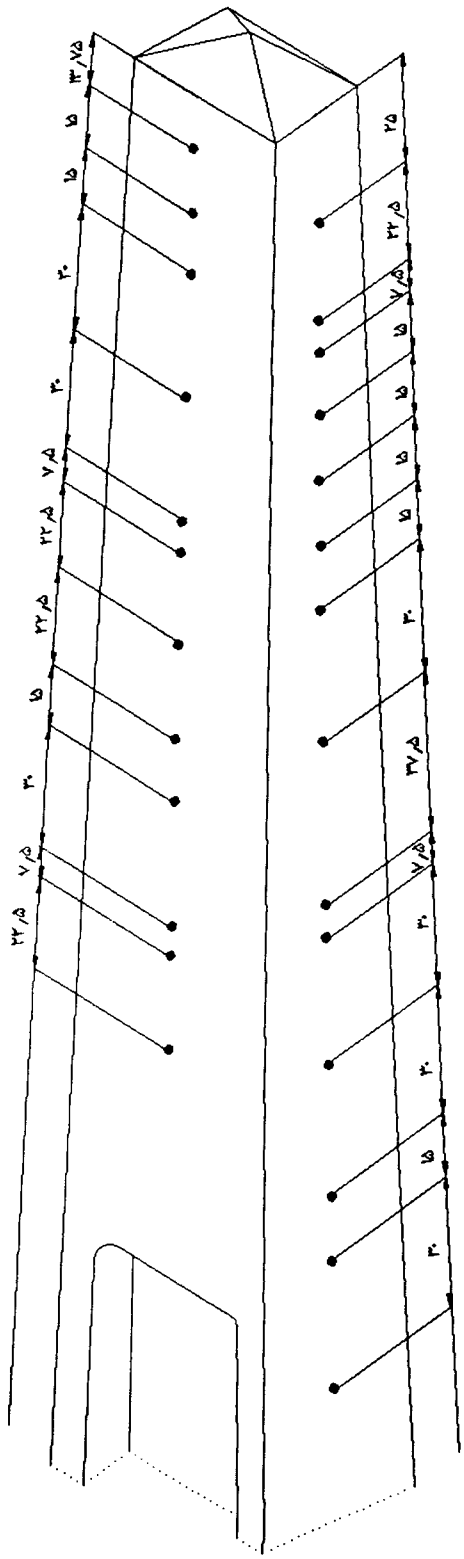
۳-۲- سطح خارجی تیر

این سطح باید صاف و عاری از هرگونه ترك‌خوردگی باشد. بلافاصله پس از برداشتن قالب باید ملات و آب اضافی سطح تیر برداشته شده و رویه فوقانی و لبه‌های تیر بوسیله ماله صاف و هموار شود. ماله‌کشی باید به‌گونه‌ای باشد که کلیه برآمدگیها و فرورفتگیها و ناهمواریها ازبین رفته و سطح تیر هموار و صاف گردد. همچنین باید با استفاده از ابزار و روش مناسب (مثلا" با تغییر در شکل قالبها) زوایای چهارگوش به‌صورت گرد با شعاع ۲۰ میلیمتر، درآورده شوند و کلیه منافذ و حفره‌های کوچک (حفره‌هایی که قطر آنها کمتر از ۱۲ میلیمتر و عمق آنها کمتر از ۶ میلیمتر می‌باشد) تمیز شده و پس از خیس شدن با آب توسط ملات پر شوند.

یادآوری: تیرهایی که در روی آنها حفره‌هایی با قطر بیش از ۱۲ میلیمتر و عمق بیش از ۶ میلیمتر باشد غیرقابل قبول می‌باشند.

۳-۳- سوراخها

تیر باید دارای سوراخهایی جهت نصب لوازم خطوط هوایی و نصب لوازمی جهت بالا رفتن (برای تیرهای پیش‌تنیده و کلا" پایه‌هایی که سطح صافی دارند) باشد. این سوراخها باید عمود بر محور طولی باشند. قطر سوراخها باید برابر ۲۰ میلیمتر بوده و کلیه سوراخها باید عاری از بتن باشند به‌گونه‌ای که میله‌ای به قطر ۱۸ میلیمتر به‌راحتی از آنها عبور نماید. برای تیرهای بتنی مسلح چهارگوش سوراخها در هر دو وجه تیر تعبیه می‌شوند و درصورتی که در بدنه تیر فرورفتگیها جهت بالا رفتن از پایه موجود باشد سوراخها در وجه کم‌عرض تیر تا شروع اولین فرورفتگی یعنی حدود ۲۷۵ سانتیمتری از سر تیر ادامه پیدا می‌کنند. برای تیرهای پیش‌تنیده باید سوراخها را در یک وجه تا فاصله ۰/۸۶ طول تیر، از سر تیر ادامه داد. فاصله سوراخها باید مطابق شکل (۲) باشد.



توجه: قطر کلیه سوراخها ۲ سانتیمتر می‌باشد.

** برای تیر بتنی پیش‌تنیده تا فاصله ۰/۸۶ طول تیر، از سر تیر ادامه می‌یابد.*

شکل (۲) فاصله سوراخهای روی تیر بتنی

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	**عنوان جزء:** جلد دوم: استاندارد تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	**صفحه:** ۶

۳-۴- حد مجاز برای ارتفاع

طول پایه از مقدار نامی آن نباید به میزان ۱۵ ± میلیمتر متفاوت باشد.

۳-۵- انحراف از حالت مستقیم

این مقدار به ازای هر ۳ متر از طول تیر نباید از ۱۰ میلیمتر تجاوز کند. در جدول (۱) مقادیر حداکثر انحراف برای ارتفاعهای استاندارد بیان شده است.

جدول (۱) حداکثر انحراف از حالت مستقیم

طول پایه (متر)	حداکثر انحراف (میلیمتر)
۹	۳۰
۱۲	۴۰
۱۵	۵۰

۴- علامتگذاری

مشخصات زیر باید به‌روشنی و بطور مقاوم بر روی تیر درحین ساخت و یا پس از آن به‌گونه‌ای که فاصله آخرین خط از انتهای تیر ۳ متر باشد بر روی یک وجه تیر حک گردد.

سطـر اول: علامت اختصاری یا نام شرکت توزیع یا برق منطقه‌ای مربوطه

سطـر دوم: طول تیر به متر و مقاومت نرمال تیر برحسب کیلوگرم‌نیرو

سطـر سوم: نام کارخانه سازنده پایه

سطر چهارم: تاریخ ساخت (روز-ماه-سال)

عمق نوشته‌ها باید حداقل ۳ میلیمتر بوده و تناسب حروف و اعداد باید به‌گونه‌ای باشد که حداقل ارتفاع حرف الف (۱) برابر ۲۵ میلیمتر و پهنای آن در عریض‌ترین قسمت ۳ میلیمتر باشد.

همچنین باتوجه‌به بند (۱۱-۲) علامتی جهت تعیین مرکز ثقل تیر جهت حمل تیر لازم می‌باشد. این علامت باید با رنگی ثابت و مقاوم در برابر اثرات مخربی چون انبار کردن و رطوبت، ایجاد شود.

۵- مشخصات مصالح

۵-۱- سیمان مصرفی

سیمان مصرفی باید سیمان نوع یک یا دو و مطابق ویژگیهای مندرج در استانداردهای شماره ۳۸۹ تا ۳۹۴ و ۱۶۹۲ تا ۱۶۹۵ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشد. به‌کار بردن انواع دیگر سیمان به‌جز با تائید خریدار ممنوع است. سیمان نوع ۵ (سیمان ضدسولفات) در محیطهایی که علاوه‌بر سولفاتها به املاح کلر هم آلوده باشد (مثل حاشیه جنوبی کشور) ازنظر حفاظت میلگردها نامناسب است و باعث خوردگی آنها می‌شود. در این شرایط استفاده از سیمان نوع دو با مقدار بیشتری از سه کلسیم آلومینات[۱] بجای سیمان ضدسولفات مناسبتر است. استفاده از سیمان سفت و فاسد مجاز نمی‌باشد. درصورت عدم‌اطمینان از صحت سیمان باید آن را مطابق استاندارد شماره ۳۹۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران آزمایش کرد.

انبار کردن سیمان در فصول گرم به‌مدت بیش از ۶ ماه و در فصل سرد به‌مدت بیش از ۳ ماه مجاز نمی‌باشد. اگر سیمان به‌مدت زیاد (ولی کمتر از مدتهای قیدشده) انبار شود به‌صورت کلوخه خواهد شد، در این صورت می‌توان با غلتاندن پاکتهای سیمان به روی زمین سیمان را اصلاح کرد، درصورتی که کلوخه‌ها با بیش از یک بار غلتاندن پودر شوند، آزمایش سیمان الزامی است.

۱- با ترکیب $3CaO.Al_2O_3$ و علامت اختصاری C_3A

۵-۲- سنگدانه

سنگدانه مصرفی در بتن شامل مصالح درشت‌دانه (شکسته‌شده یا طبیعی) و ریزدانه (شن و ماسه) و مخلوطی از آنها باید تمیز، سخت و عاری از مواد شیمیایی و پوششهای گچی، رسی و مواد ریز دیگر که بر چسبندگی آنها با خمیر سیمان اثر می‌گذارد، باشد. سنگدانه‌ها باید مطابق مشخصات عنوان‌شده در استانداردهای ۳۰۰ و ۳۰۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشند. همچنین سنگدانه مصرفی باید با مشخصات و تعاریف عنوان‌شده در مبحث پنجم از مقررات ملی ساختمان ایران تحت عنوان *"مصالح و فرآورده‌های ساختمانی"* مطابقت داشته باشد. در این مبحث، مشخصات شن و ماسه و اندازه دانه‌های هر کدام داده شده است.

حداکثر خاك رس و ناخالصی موجود در سنگدانه‌ها به‌میزان ۵٪ می‌باشد. مقادیر مجاز سایر مواد زیان‌آور موجود در سنگدانه‌ها از مقادیر حداکثر ذکرشده در جداول (۹-۱-۵-۴-۴) (الف) و (ب) از مبحث نهم مقررات ملی ساختمانی ایران تحت عنوان *"طرح و اجرای ساختمانهای بتن‌آرمه"* نباید بیشتر باشد.

بزرگترین قطر دانه شن مصرفی نباید از یک‌چهارم حداقل ضخامت بتن و سه‌چهارم حداقل فواصل بین دو آرماتور یا تندان بیشتر باشد. در هر صورت قطر بزرگترین دانه شن نباید بیش از ۱۸ میلیمتر باشد. شن و ماسه را باید به‌نحوی انبار کرد که مواد خارجی و زیان‌آور، آنها را آلوده نکنند. شن و ماسه را باید برحسب اندازه دانه‌های آنها در محلهای مختلف انبار کرد.

۵-۳- آب

آب مورد استفاده در بتن بطور کلی بایستی صاف، روشن و عاری از مواد آلی باشد. استفاده از آبهای شور به‌هیچوجه مجاز نمی‌باشد، تقریبا" هر نوع آب قابل آشامیدن بدون مزه و بوی خاص را می‌توان به‌عنوان آب اختلاط بتن به‌کار برد. آبهایی که سابقه عملکرد ناشناخته‌ای دارند تنها درصورتی می‌توانند در ساخت بتن مورد استفاده باشند که نمونه‌های مکعبی ملات ساخته‌شده آنها مقاومت ۷روزه و ۲۸روزه‌ای حداقل

برابر با ۹۰٪ نمونه‌های ساخته‌شده با آب مقطر داشته باشند. مقادیر مواد زیان‌آور در آب مصرفی بتن نباید از مقادیر مجاز داده‌شده در جدول (۹-۱-۵-۵-۱) از مبحث نهم مقررات ملی ساختمانی ایران تحت عنوان *"طرح و اجرای ساختمانهای بتن‌آرمه"* بیشتر شود. روش آزمایش برای هر نوع ماده زیان‌آور باید مطابق جدول مذکور باشد.

خلاصه‌ای از این جدول در جدول (۲) آمده است.

جدول (۲)

مواد زیان‌آور	حداکثر غلظت مجاز (قسمت در میلیون)	
	بتن درشرایط محیطی شدید و بتن پیش‌تنیده	بتن درشرایط محیطی‌ملایم
ذرات معلق جامد	۱۰۰۰	۲۰۰۰
مواد محلول	۱۰۰۰	۲۰۰۰
کلرید (cl^-)	۵۰۰	۱۰۰۰
سولفات (SO_4)	۱۰۰۰	۱۰۰۰
قلیاییها	۶۰۰	۶۰۰

مقدار PH مصرفی در بتن نباید از ۴/۵ کمتر و از ۸/۵ بیشتر باشد. استفاده از آب دریا در ساخت بتن‌آرمه ممنوع است. میزان آب مصرفی در بتن باید بطور دقیق کنترل و از ریختن آب اضافی در بتن جلوگیری شود.

۵-۴- میلگرد

میلگردها (آرماتورها) یا سیمهای فولادی (خاموت) بایستی عاری از زنگ‌زدگی برآمده، پوسته، چربی و روغن بوده و میلگردهای طولی باید حتماً" آجدار باشند. حتی‌الامکان آرماتورهایی که در طول تیر نصب می‌شوند یکپارچه باشند ولی به‌شرط مراعات نکات زیر می‌توان از دو میلگرد استفاده

کرد:

۵-۴-۱- نقاط اتصال در آرماتورهای مجاور در یک تراز قرار نگیرند (نسبت به یکدیگر به حالت زیگزاگ واقع شوند).

۵-۴-۲- دو میلگرد باید به‌طول چهل برابر قطر میلگرد کوچکتر بر روی همدیگر بسته شوند.

۵-۴-۳- درصورتی که از جوش دادن برای اتصال میلگردها استفاده می‌شود باید میزان همپوشانی میلگردها حداقل ده برابر قطر میلگرد کوچکتر باشد و سرتاسر آن از دو طرف جوش داده شود. استحکام جوش نباید از استحکام میله فولادی کوچکتر، کمتر باشد.

در حالتی که میلگردها به‌صورت سربه‌سر قرار داده شوند میلگرد کوتاهی در نقطه اتصال قرار داده می‌شود و دو میلگرد اصلی به آن جوش داده می‌شود، قطر میله باید حداقل ۱۵ میلیمتر و طول آن حداقل ۲۰ برابر قطر میلگرد اصلی باشد.

آرماتورهای طولی بایستی آجدار و حداقل از نوع A-II با مقاومت جاری شدن ۳۰۰۰کیلوگرم‌برسانتیمترمربع و مقاومت نهایی ۵۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع باشند.

خاموتهای هر مقطع نیز باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که جوابگوی نیروی برشی در همان مقطع باشند ولی در هر صورت قطر خاموتها نباید از ۴ میلیمتر کمتر باشد.

تندانهای به‌کاررفته برای آرماتورهای پیش‌تنیدگی باید با یکی از مشخصات زیر مطابقت داشته باشد:

- سیم[1] مطابق با استاندارد ASTM-A۴۲۱
- سیم با وادادگی کم مطابق ضمیمه ASTM-A۴۲۱
- رشته[2] مطابق با استاندارد ASTM-A۴۱۶
- رشته هفت‌سیم با وادادگی کم مطابق ASTM-A۴۱۶

1- Wire

2- Strand

- میلگرد مطابق ASTM-A۷۲۲

می‌توان از سیمها، رشته‌ها و یا میلگردهایی که بطور صریح در ASTM-A۷۲۲ یا ۴۲۱ و یا ۴۱۶ ذکر شده‌اند استفاده کرد به‌شرط آن که حداقل ضوابط استاندارد را رعایت کرده و خواص ذکرشده در استاندارد را کاملا" برآورد.

عملیات اصلاحی یا جوشکاری در مجاورت تندانها باید به‌دقت انجام شود، به‌گونه‌ای که تندانها درمعرض حرارتهای زیاد، جرقه‌های جوشکاری یا جریانهای اتصال به زمین قرار نگیرند. نیروی پیش‌تنیدگی بوسیله دو روش زیر تعیین شود:

الف- اندازه‌گیری ازدیاد طول تندانها

ب - مشاهده نیروی جک به گیج کالیبره‌شده

علت هرگونه اختلاف بیش از ۵ درصد در اندازه‌گیری پیش‌تنیدگی بین روش (الف) و (ب) باید بررسی و تصحیح گردد.

۶- بتن

نسبت آب به سیمان در بتن در شرایط بسیار خورنده نباید از ۰/۴ بیشتر باشد. در سایر موارد این نسبت برابر ۰/۵ است. برای تامین کارآیی لازم می‌توان از روان‌کننده‌ها استفاده کرد. برای تراکم بیشتر و کاهش تخلخل و نفوذپذیری لازم است بتن لرزانده شود. مقدار سیمان در بتن نباید از ۳۵۰کیلوگرم در مترمکعب کمتر باشد.

هنگام بتن‌ریزی دمای محیط بایستی بین ۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد باشد. درجه حرارت باید تا رسیدن بتن به مقاومت فشاری مشخص خود بالای ۵ درجه سانتیگراد باشد. این شرایط را می‌توان با گرم کردن سنگدانه‌ها، آب، یا قالبها تامین کرد. هنگامی که دمای محیط از صفر درجه کمتر باشد بتن‌ریزی باید متوقف گردد. در مناطق گرمسیری رعایت دستورالعمل خاص بتن‌ریزی که شامل موارد زیر می‌شود،

الزامی است: خنک کردن آب و مصالح سنگی با کمک یخ، استفاده از آب سرد، ساخت بتن در ساعات خنک روز، نگهداری مصالح در مکان مسقف و دور از تابش مستقیم آفتاب، بتن‌ریزی زیر سقف، خنک کردن قالبها، جلوگیری از تاخیر و وقفه در ساخت تا ریختن بتن و عمل آوردن مناسب.

۶-۱- ریختن بتن

۶-۱-۱- ارتفاع تیرها و طراحی تیرها به‌گونه‌ای می‌باشد که بااستفاده از یک قالب بتوان تیرها با کشش معین را با طولهای مختلف تهیه کرد. به‌عنوان مثال با حذف قطعه ۳ متری انتهای قالب ۱۵ متری بتوان قالب تیر ۱۲ متری را تهیه کرد.

۶-۱-۲- بتن بایستی بلافاصله پس از تهیه مصرف شود، بتنی که بیش از یک ساعت از تهیه آن گذشته باشد به هیچوجه نباید استفاده شود و باید از ساخت بتن با دست خودداری گردد، بتن باید با ماشین و بتونیر ، ماشین مخلوط‌کن ساخته شود.

۶-۱-۳- پر کردن قالبها باید یک مرتبه و به‌طور یکنواخت صورت گیرد و هنگام ریختن باید با ویبراتور مناسب ویبره شود و درانتها باید سطح رویه تیر صاف شود.

۶-۱-۴- پس از ریختن بتن در داخل قالبها، باید توجه نمود تا قالبها حرکت نکرده و روی آن آب جریان نیابد یا جمع نشود و از اثرات نور آفتاب، بادهای خشک‌کننده و سرما مصون باشد.

۶-۱-۵- باید دقت نمود که بتن حداقل به مدت یک هفته مرطوب بماند. درصورتی که سازنده بخواهد بتن را با بخار عمل آورد این مدت به ۴ روز تقلیل خواهد یافت. (پیوست-ب)

۶-۱-۶- اگر عمل بتن‌ریزی در هوای خیلی سرد صورت می‌گیرد باید دمای بتن حداقل ۴ درجه سانتیگراد باشد و تا زمانی که کاملا" محکم نشده باید دراین دما نگهداری شود و به هیچوجه نباید از مصالح و قالبهای یخ‌بسته استفاده شود، همچنین استفاده از بتنی که دراثر سرما آسیب دیده باشد به هیچوجه مجاز نمی‌باشد.

۶-۱-۷- فاصله بین میلگردها و تندانهای مجاور باید از بزرگترین مقدار، موارد زیر بیشتر باشد.

الف - چهارسوم قطر بزرگترین شن

ب - قطر میلگرد مربوطه

ج - ۱/۵ سانتیمتر

فاصله آزاد بین تندانهای پیش‌کشیدگی در انتهای هر عضو نباید از چهار برابر قطر سیم یا ۳ برابر قطر رشته کمتر باشد. بطورکلی فاصله آزاد مساوی یک و یک‌سوم برابر اندازه سنگدانه‌های درشت و حداقل برابر ۲/۵ سانتیمتر مناسب است.

۶-۱-۸- کلیه میلگردهای طولی در تیرهای بتنی مسلح باید حداقل به ضخامت ۲۵ میلیمتر از بتن پوشیده شده باشند.

در تیرهای بتنی پیش‌تنیده تندانها باید با بتنی به ضخامت حداقل ۰/۱۶ سانتیمتر بعلاوه قطر بزرگترین سنگدانه پوشیده شوند. درصورتی که تیر توخالی باشد این مقدار نباید از ۱۹ میلیمتر کمتر باشد. هنگامی که برای تیرریزی از قوه گریز از مرکز استفاده شود این مقدار نباید از ۱۲ میلیمتر کمتر باشد.

۶-۱-۹- حداکثر فاصله دو خاموت متوالی باید برابر فاصله بین آرماتورهای یک ضلع با ضلع روبرو باشد (فاصله آرماتورهای کششی و فشاری).

۶-۱-۱۰- دو انتهای خاموت و همچنین محل تماس خاموت با آرماتورها بایستی با سیم فولادی به قطر یک تا یک و نیم میلیمتر به یکدیگر بسته شوند.

در محیطهای خورنده یا شرایط سخت دیگر مقدار پوشش محافظ بتنی باید بطور مناسبی افزایش یابد و باید به درجه تراکم و متخلخل نبودن بتن محافظ توجه شود. چنانچه بتن در شرایط بهره‌برداری درمعرض منابع خارجی کلریدها مثل نمکهای یخزدا یا تحت ترشحات این منابع قرار گیرد، بتن را باید به‌گونه‌ای طراحی کرد که شرایط فصل چهارم آئین‌نامه (۸۹)-ACI-۳۱۸ برآورده شود. این شرایط شامل مقادیر حداکثر مقدار هوا، حداکثر نسبت آب به سیمان (یا حداقل مقاومت برای بتن سبک)، حداکثر یون کلرید موجود در بتن و نوع سیمان است. بطورکلی برای حفاظت در برابر خوردگی و برای اعضایی که تحت شرایط کنترل‌شده

کارخانه‌ای تولید می‌شوند حداقل پوششی برابر ۵ سانتیمتر پیشنهاد می‌شود.

۷- ارزیابی مقاومت و پذیرش بتن

مقاومت فشاری بتن براساس آزمایشهای نمونه‌های استوانه‌ای ۲۸روزه تعیین می‌شود. نسبت اختلاط بتن باید چنان تعیین و بتن باید طوری ساخته شود که مقاومت فشاری موردنظر طراح را داشته باشد. بتن باید کارآیی و روانی کافی داشته باشد تا بتواند به‌سهولت در قالبها ریخته شود، به‌خوبی میلگردها را دربرگرفته و گوشه‌ها و زوایای قالب را پر کند بدون اینکه جدایی دانه‌ها و آب انداختن زیاد رخ دهد.

پذیرش بتن در کارگاه براساس نتایج آزمایش فشاری نمونه‌های برداشت‌شده صورت می‌گیرد.

مقصود از نمونه‌برداری بتن تهیه دو نمونه آزمایشی از آن است که آزمایش فشاری آنها در سن ۲۸روزه (یا هر سن مقرر دیگر) انجام می‌پذیرد و مقاومت متوسط نمونه‌ها به‌عنوان نتیجه نهایی آزمایش منظور می‌شود. نمونه‌ها باید از محل نهایی مصرف برداشت شوند. برای تیرها باید از هر ۱۰۰ متر طول بتن‌ریزی یک نمونه برداشت شود. مشخصات بتن درصورتی غیرقابل قبول است که متوسط مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصه کمتر باشد یا کوچکترین مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصه به میزان ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع کمتر باشد.

۸- بارهای پیش‌تنیدگی

۸-۱- فولاد

در تیرهای پیش‌تنیده تنشهای مجاز هنگام کشیدن تندانهای پیش‌تنیدگی و بلافاصله پس از انتقال پیش‌تنش به بتن باید موردتوجه قرار گیرد. تنش در این تندانها هنگام کشش اولیه آنها نباید از ۰/۹۴ Fpy بیشتر شود و در عین حال باید از ۰/۸۵ Fpu کمتر باشد. Fpy و Fpu به‌ترتیب مقاومت جاری شدن و مقاومت نهایی تندانها هستند. پس از انتقال پیش‌تنش به بتن حداکثر مجاز تنشها در

تندانهـا عبارت از Fpy ۰/۸۲ (ولی نه بیشتر از Fpu۰/۷۴) می‌باشد.

۸-۲- بتن

بلافاصله پس از انتقال تنش (و قبل از بوجود آمدن اتلاف در پیش‌تنیدگی) تنشها در بتن نباید از $0/6f'_{ci}$ تجاوز کند که در آن f'_{ci} مقاومت فشاری بتن است. می‌توان از این مقدار تجاوز کرد به‌شرطی که بوسیله آزمایش یا تحلیل دقیق نشان داده شود به عملکرد سازه آسیبی وارد نخواهد آمد.

در محاسبه اتلاف در پیش‌تنیدگی باید تغییر شکلهای ارتجاعی تیر، وادادگی تندانها، خزش و آب‌رفتگی بتن ، درنظر گرفته شود.

۹- فونداسیون

معمول‌ترین فونداسیون برای تیرهای بتن مسلح دفن مستقیم آنها در خاك است. تجربه خطوط اجراشده نشان‌دهنده عملکرد خوب این نوع فونداسیون همراه با هزینه کم آن است. طولی از تیر که در خاك قرار می‌گیرد براساس مقاومت جانبی خاك بدست می‌آید و تابعی است از خاك محل و مصالحی که گودال فونداسیون را پر می‌کند، به‌عنوان یک قانون تجربی می‌توان عمق فونداسیون را برابر ۱۰٪ طول تیر به‌علاوه ۶۰ سانتیمتر درنظر گرفت. توجه شود کیفیت مصالح پرکننده و درجه تراکم آن قویا" در مقاومت فونداسیون تاثیر می‌گذارد.

برای پر کردن گودال اطراف تیر می‌توان از خاك محل، خاکهای درشت دانه و سنگهای شکسته‌شده و قلوه‌سنگ و حتی بتن استفاده کرد. استفاده از بتن نسبت به خاکهای درشت دانه‌ای که خوب کوبیده شده باشد دارای مزیت قابل توجهی نیست. البته پر کردن با بتن دارای این مزیت است که نیازی به کوبیدن ندارد ولی باید به این نکته توجه داشت که علاوه‌بر گرانتر بودن بتن، استفاده از نگهدارنده‌های موقتی تا زمان گیرش نهایی بتن نیز مستلزم صرف هزینه‌های اضافی است.

هنگام طراحی تیر باید به این نکته توجه داشت که به‌دلیل رفتار شمع مانند این نوع فونداسیون، حداکثر لنگر خمشی بجای سطح زمین، در نقطه‌ای پایین‌تر از سطح زمین رخ می‌دهد به این دلیل که اغلب تیرها دارای مقطع متغیر هستند (از بالا به سمت پایین مقطع بزرگتر می‌شود) افزایش در سطح مقطع تیر می‌تواند جبران‌کننده باشد لذا منظور کردن لنگر خمشی تیر در تراز زمین غیرایمن نخواهد بود.

توجه شود در تیرهای پیش‌تنیده (که دارای مقطع توخالی هستند) هنگامی که از مهار استفاده می‌شود نیروی محوری زیادی در تیر بوجود می‌آید لذا باید به چگونگی انتقال این نیرو به زمین در کف تیر توجه ویژه‌ای شود برای مقابله با تنشهای لهیدگی در این ناحیه می‌توان صفحات بزرگتری در زیر تیر تعبیه نمود. این موضوع علی‌الخصوص در خاکهای ضعیف باید موردتوجه قرار گیرد.

۱۰- هادی اتصال زمین[۱]

درصورت درخواست خریدار و ارائه طرح مناسب، قرار دادن هادی اتصال زمین در تیر بتنی با هادیهای مشخص‌شده زیر بلامانع است.

۱۰-۱- قرار دادن یک هادی مسی رشته‌ای لخت به سطح مقطع حداقل ۳۰ میلیمترمربع در طول تیر و در داخل بتن، مقداری که هادی باید از بالای تیر و از پایین آن بیرون باشد باتوجه‌به طریقه زمین کردن و اتصال به هادی خنثی خط توسط خریدار باید تعیین شود.

۱۰-۲- در مواردی که آرماتورهای اصلی از ابتدا در تمام طول تیر به‌طور ممتد قرار گرفته و یا به همدیگر جوش خورده باشند و سطح مقطع هر کدام از آرماتورها حداقل برابر ۲۵۰ میلیمترمربع باشد، می‌توان از آنها به‌عنوان هادی زمین استفاده نمود. دراین صورت جهت اتصال هادی زمین با الکترود زمین در پایین تیر و

۱- برای تکمیل اطلاعات به استاندارد سیستم زمین شبکه‌های توزیع مراجعه شود.

هادی خنثی در بالای تیر، باید دو تکه به طول مناسب از جنس سیم مسی مشابه بند (۱۰-۱) به دو انتهای آرماتورها اتصال داده شود.

۱۰-۳- پیش‌بینی امکاناتی که خریدار ازطریق آنها بتواند یک هادی مسی لخت به سطح مقطع حداقل ۱۶ میلیمترمربع به تیر اضافه نماید.

یادآوری ۱ : طرح ارائه‌شده نبایستی مشخصات فنی تیر را جهت تاثیر قرار دهد.

یادآوری ۲ : توصیه می‌گردد از این هادی برای سیستم زمین فشارمتوسط استفاده نگردد.

۱۱- حمل تیرها

۱۱-۱- تیرها پس از سپری شدن مدت زمانهای زیر پس از تاریخ بتن‌ریزی قابل حمل به خارج از کارگاه خواهند بود:

۱۱-۱-۱- برای تیرهایی که با سیمان پرتلند معمولی به حالت عادی عمل آورده شده باشند ۲۸ روز.

۱۱-۱-۲- برای تیرهایی که با سیمان پرتلند معمولی با بخار عمل آورده شده باشند حداقل ۱۴ روز.

۱۱-۲- نصب حلقه یا آرماتور در طرفین تیر به‌منظور حمل و نقل و بلند کردن مجاز نمی‌باشد. اگر سازنده تدبیری جهت حمل نیاندیشیده باشد باید بااستفاده از رنگی مقاوم مرکز ثقل تیر را مشخص نماید. می‌توان برای حمل تیرهای پیش‌تنیده از تسمه برزنتی و برای حمل تیرهای بتن مسلح از چنگک استفاده کرد.

۱۲- گزارشها

سازنده پایه بایستی گزارشها ذیل را همراه هر محموله تیر ارسال نماید:

الف - گزارش آزمایش بتن

ب - گزارش آزمایش فولاد (میل‌گردها یا تندانها)

پ - گزارش آزمایش تیر

۱۳- بازرسی

۱۳-۱- خریدار یا نماینده وی می‌تواند در زمان تهیه مقدمات کار و یا در زمان پیشرفت کار از کارها بازرسی نماید. سازنده نیز موظف است تسهیلات لازم را از این نظر برای خریدار فراهم نماید.

۱۳-۲- تمام مصالح در محل ساخت تیر بازرسی می‌شوند، مصالح را می‌توان پس از انجام اولین بازرسی یا هر موقعی که نقص و عیبی به هنگام ساخت یا احداث آنها مشاهده شد، رد نمود.

۱۳-۳- عدم بازرسیهای لازم توسط خریدار، مسئولیت سازنده را در مورد تحویل کالا بطوری که با شرایط این مشخصات مطابقت داشته باشد سلب ننموده و هرگونه اقامه دعوی را که خریدار ممکن است به‌علت معیوب بودن مصالح و یا رضایتبخش نبودن ساخت بنماید منقضی نمی‌نماید.

۱۳-۴- عدم رعایت هر قسمت از نقشه‌ها و مشخصات بوسیله سازنده جهت عدم پذیرش تمام مصالح و یا قسمتی از آن دلیل کافی تلقی خواهد گردید.

۱۳-۵- سازنده باید تمام مصالح پذیرفته‌نشده از طرف خریدار و یا نماینده مجاز او را تعویض و یا

طوری اصلاح نماید که با نقشه‌ها و مشخصات مربوطه مطابقت نماید.

۱۳-۶- درصورتی که از نظر پیشبرد برنامه‌ها، طبق تشخیص خریدار ضرورت ایجاب کند، خریدار می‌تواند مصالح معیوب را به خرج سازنده تعویض یا اصلاح نماید و سازنده حق هیچگونه اعتراضی را نخواهد داشت.

۱۳-۷- کلیه تیرهای ساخته‌شده قبل از حمل از کارگاه به‌دقت مورد بررسی قرار گرفته و بایستی اطمینان حاصل شود که مصالح و ساخت آنها با شرایط این مشخصات تطبیق نماید.

۱۴- پذیرش

۱۴-۱- علاوه‌بر بازرسیهای عادی که خریدار یا نماینده او درحین ساخت به‌عمل می‌آورند تحویل نهایی پس از ارزشیابی بازرسیهایی که درحین ساخت به‌عمل آمده (نتیجه آزمایش مصالح، آزمایش تیرهای نمونه و بازدید عینی ابعاد و خصوصیات دیگری که در مشخصات ذکر گردیده است) صورت خواهد گرفت.

۱۴-۲- سازنده موظف است که ۱ درصد از هر محموله تیر را که می‌سازد مجانا" و بدون تعهدی ازطرف خریدار و در حضور نماینده خریدار در محل کارخانه خود مورد آزمایش مکانیکی مطابق با مندرجات این استاندارد قرار دهد. اختیار انتخاب کردن نمونه‌های آزمایشی بعهده خریدار خواهد بود.

۱۴-۳- محموله تیر عبارت است از تعداد تیری که خریدار در یک زمان تحویل می‌گیرد، چنانچه این محموله کمتر از ۱۰۰ اصله باشد یک اصله تیر آزمایش خواهد شد.

۱۴-۴- درصورتی که تیر نمونه یک محموله کاملا" با مشخصات مطابقت نداشت سازنده بدون دریافت وجه یا تعهدی از جانب خریدار سه نمونه دیگر را که بطور تصادفی انتخاب می‌شوند مورد آزمایش قرار خواهد داد، درصورتی که حتی یکی از این سه نمونه جدید که مورد آزمایش و بررسی قرار می‌گیرند کاملا" با مشخصات تطبیق نداشت تمام آن محموله مردود تلقی خواهد شد.

۱۴-۵- سازنده تیر بایستی حداقل ۱۰ روز قبل از موعد آزمایش نمونه‌های انتخابی یک محموله، خریدار را آگاه سازد تا نماینده مجاز او بتواند در جریان آزمایش حضور یابد.

۱۴-۶- عدم حضور خریدار یا نماینده او در جریان آزمایش فقط به‌عنوان صرفنظر نمودن از حضور در جریان آزمایش تلقی خواهد گردید و در هر حال نتیجه آزمایش بایستی ظرف مدت ۵ روز دراختیار خریدار گذارده شود.

۱۴-۷- درصورتی که یک محموله تیر پس از ارزشیابی مورد قبول خریدار واقع گردید مهر پذیرش که بوسیله خریدار بدین جهت تخصیص داده شده روی تمام تیرهای آن محموله زده می‌شود.

یادآوری : پیمانکاران خطوط هوایی در کارهای اجرایی خود فقط حق دارند از تیرهایی که دارای این مهر پذیرش هستند استفاده کنند.

۱۵- آزمون تیرهای بتنی

آزمونهای تیرهای بتنی به دو گروه تقسیم می‌شود:

- آزمونهایی که روی نمونه‌های تصادفی انجام می‌شود.
- آزمونی که روی تک‌تک تیرها صورت می‌پذیرد.

۱۵-۱- آزمونهایی که روی نمونه‌های تصادفی انجام می‌شود

این آزمونها در محیط کارگاه انجام می‌شود و برای انجام آزمون نیاز به جایگاهی جهت آزمون می‌باشد. مشخصات جایگاه آزمون در پیوست ۱ بیان شده است.

۱۵-۱-۱- کارهای مقدماتی برای شروع آزمایش

الف- ابتدا آن قسمت از پایه که در موقع نصب در داخل زمین قرار خواهد گرفت اندازه‌گیری و علامتگذاری شود (این مقدار در حدود ۱۴٪ ارتفاع کلی تیر بوده ولی بسته به موقعیت محلی و جنس زمین که پایه درآن نصب می‌گردد ممکن است مختصری تغییر داده شود).

ب - پایه بطور افقی در بستر آزمایش قرار می‌گیرد بطوری که تا قسمت علامتگذاری‌شده آن بین دو دیواره بتنی قرار گیرد (پایه موازی جهتی خوابانده می‌شود که نیروی کششی عمل می‌نماید).

ج - بااستفاده از الوارهای چوبی و چند جک قسمت انتهایی پایه بین دو دیواره کاملا" محکم بسته می‌شود.

د - برای اینکه قسمت آزاد پایه بتواند بطور آزاد در جهت افقی حرکت نماید در فاصله ۳ متری سر پایه دو عدد لوله به قطر حدود دو اینچ و به طول نیم متر در طرفین پایه گذاشته می‌شود و با قرار دادن لوله دیگری در زیر پایه و در روی لوله‌های طرفین، سطح لغزنده و قابل تحرکی برای حرکت افقی پایه ایجاد می‌گردد.

هـ - محل وارد نمودن نیرو به سر تیر در روی پایه علامتگذاری شود.

(این نقطه طبق استاندارد معمول آزمایش تیرها در فاصله ۶۰ سانتیمتری سر پایه می‌باشد)

و - سیم بکسل ۲۰-۱۶ میلیمتری به این پایه بسته شده و پس از قرار گرفتن دستگاه اندازه‌گیری نیرو (دینامومتر) و یک دستگاه کشش (تیرفور یا راچت) ۵ تنی بطور متوالی در مسیر سر دیگر سیم بکسل، به محل ثابتی که در نقشه پیش‌بینی و قبلا" آماده گردیده محکم بسته شود.

طرز قرار گرفتن سیم بکسل طوری است که پس از آغاز کشش پایه بایستی دقیقا" بر امتداد آزاد

پایه عمود باشد.

۱۵-۱-۲- آزمایش مقاومت نرمال

الف - نخست باید قبل از آزمایش مشخصات کامل پایه و قدرت اسمی و طول تیر بعلاوه هرگونه ترک سطحی یا عمقی و جزئیات دیگری که در تیر مشاهده می‌شود با تعیین محل دقیق آنها، در ورقه آزمایش قید شود.

ب - نیرویی برابر ۲۵ درصد مقاومت نرمال تیر، به‌آرامی به آن وارد شود و پس از آن مقدار تغییر مکان راس تیر و ترکهای موئین که احیانا" در بدنه تیر ظاهر خواهد شد به‌دقت یادداشت شود.

ج - مجددا" ۲۵٪ دیگر از مقاومت نرمال پایه به نیروهای وارده اضافه شود و سپس تغییر مکان راس تیر و سایر عوارض دقیقا" یادداشت شود.

د - متعاقبا" ۲۵٪ سوم مقاومت نرمال اضافه و تغییر مکان راس تیر و سایر عوارض اندازه‌گیری و یادداشت می‌شود.

ه - بالاخره درمرحله بعد ۲۵٪ آخر مقاومت نرمال نیز اضافه شده و همچنین تغییر مکان راس تیر و سایر عوارض یادداشت می‌گردد.

و - در پایان بایستی به‌آرامی نیروهای وارده بر پایه برداشته شود و با آزاد کردن کامل پایه مقدار تغییر مکان راس تیر و سایر عوارض در روی تیر پس از قطع نیرو دقیقا" یادداشت شود.

تیر درصورتی آزمایش را با موفقیت به پایان رسانیده که:

الف- در هیچ کدام از مراحل فوق ترکی در پایه مشاهده نگردد.

ب - تغییر مکان راس تیر در هر چهار مرحله متناسب و یکنواخت باشد.

ج - پس از حذف نیروی مجاز، راس تیر تقریبا" به حالت اول بازگردد و بجز ترکهای مویی هیچگونه ترکی مشاهده نگردد.

نتیجه : هرگونه عدم‌تطابق با شرایط ذکرشده در فوق به‌علت ضعف پایه خواهد بود و پایه سالم تشخیص داده نخواهد شد و این ضعف در آزمایشهای بعدی آشکارتر خواهد گردید.

۱۵-۱-۳- آزمایش مقاومت درمرحله‌ارتجاعی

الف - نخست نیرو به‌آرامی از صفر تا مقاومت نرمال افزایش داده می‌شود. پس از آن باید تغییر مکان راس پایه و عوارض دقیقا" یادداشت شود.

ب - به اندازه ۲۵٪ مقاومت نرمال بر نیرو افزوده می‌شود. تغییر مکان و ترکهای ایجادشده با ذکر دقیق محل هر یک از ترکها یادداشت شود.

ج - دراین مرحله نیروی ۲۵٪ اضافه‌شده به‌آرامی کسر می‌شود تا نیروی وارده مجددا" در حد مقاومت نرمال برسد. پس از این کار تغییر مکان راس تیر و ترکهای باقیمانده دقیقا" یادداشت شود.

د - در مرحله بعدی مقدار کشش به اندازه ۵۰٪ مقاومت نرمال به‌آرامی افزایش داده می‌شود که کلا" نیروی وارده به تیر ۱/۵ برابر مقاومت نرمال پایه خواهد بود. باز هم تغییر مکان راس پایه و محل ترکها و تعداد آنها دقیقا" یادداشت شود.

دراین مرحله ممکن است در جان تیر ترکهایی بطور مورب آشکار شود که این ترکها باید بطور جداگانه یادداشت شوند.

هـ - بالاخره در پایان این آزمایش نیروی وارده تا میزان مقاومت نرمال تقلیل داده می‌شود و میزان تغییر مکان راس پایه و ترکهای باقیمانده دقیقا" یادداشت می‌گردد.

تیر درصورتی آزمایش را با موفقیت به پایان رسانده که:

الف - درصورت ایجاد ترك در مقابل ازدیاد نیرو، این ترکها در موقع بازگشت نیرو تا حد مقاومت نرمال کاملا" بسته شوند.

ب - تغییر مکان راس پایه در مراحل فوق تا حدودی متناسب با نیروی وارده باشد.

لازم به ذکر است که ترکهای مورب احتمالی ناشی از کمبود خاموتها بوده و دلیل ضعف پایه

محسوب می‌گردد.

ج - تغییر مکان باقیمانده راس تیر پس از حذف کلیه نیروها نسبت به حالت تحمل ۱/۵ برابر مقاومت نرمال تیر، نباید از ۱۰٪ بیشتر باشد.

نتیجه: عدم تطبیق با هر یک از شرایط فوق دلیل ضعیف و سالم نبودن تیر خواهد بود و درصورت انهدام پایه در مراحل آزمایشات فوق الذکر، تیر مطلقا" مردود است.

۱۵-۱-۴- آزمایش مقاومت نهایی

دراین آزمایش نیروی وارده در هر مرحله با اضافه کردن ۲۵٪ از مقاومت نرمال قبلی به تیر وارد می‌شود و در هر نوبت تغییر محل مکان راس تیر و همچنین تعداد و محل ترکها یادداشت می‌گردد. این عمل آنقدر ادامه می‌یابد تا سر پایه بدون تحمل نیروی اضافه دیگری به تغییر مکان ادامه دهد و به‌عبارت دیگر به حد گسیختگی برسد.

در یک پایه سالم که برابر مشخصات فنی تهیه شده باشد حداکثر نیرویی که پایه تحمل خواهد کرد برای تیرهای با قدرت ۴۰۰ کیلوگرم‌نیرو و کمتر باید بالاتر از سه برابر و برای تیرهای با قدرت بیش از ۴۰۰ کیلوگرم‌نیرو باید بالاتر از ۲/۵ برابر نیروی مجاز تیر باشد.

۱۵-۱-۵- جمع‌بندی

بطور کلی آزمایشهای اول و دوم در حدود مقاومت نرمال و مقاومت مرحله ارتجاعی تکلیف پایه را بخوبی معلوم خواهد کرد و درحقیقت آزمایش سوم تائیدی بر آزمایشهای قبلی خواهد بود که پایه از هر نظر سالم یا معیوب می‌باشد و درنتیجه پذیرفتنی یا مردود است.

۱۵-۲- آزمونی که روی تک‌تک تیرها صورت می‌پذیرد

علاوه‌بر آزمایشها و کنترلهایی که در بخش پنجم این استاندارد در مورد مصالح آورده شد، کلیه تیرها ازنظر ظاهری بررسی می‌شوند و در هنگام بازدید ظاهری موارد زیر باید مدنظر باشد:

- سطح تیر صاف و فاقد حفره‌های بزرگ مطابق با تعریف بند (۳-۲) باشد.

- گوشه‌های تیر کاملا" گردشده باشند.

- حصول اطمینان از عدم‌گرفتگی سوراخها.

۱۶- تقسیم‌بندی تیرهای استاندارد

به‌منظور تنوع‌زدایی، تیرها از نظر طول و قدرت به دسته‌هایی مطابق با جدول (۳-الف) و (۳-ب) تقسیم می‌شوند.

جدول (۳-الف) اطلاعات تیرهای بتنی مسلح

طول تیر (متر)	قدرت اسمی (کیلوگرم‌نیرو)	مقاومت در مرحله ارتجاعی (کیلوگرم‌نیرو)	مقاومت نهایی (کیلوگرم‌نیرو)
۹	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۹	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۹	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۹	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۲	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۲	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۲	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰
۱۵	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۵	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۵	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۵	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰

جدول (۳-ب) اطلاعات تیرهای پیش‌تنیده

طول تیر (متر)	قدرت اسمی (کیلوگرم‌نیرو)	مقاومت در مرحله ارتجاعی (کیلوگرم‌نیرو)	مقاومت نهایی (کیلوگرم‌نیرو)
۸	۱۰۰	۱۵۰	۳۰۰
۸	۱۵۰	۲۲۵	۴۵۰
۸	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۹	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۹	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۹	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۹	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۹	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۵۰۰
۱۰/۵	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۰/۵	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۲	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۲	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۲	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۲	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰
۱۵	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۵	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۵	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۵	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۵۰۰

۱۷- مشخصات فنی

۱۷-۱- مشخصات فنی تیرهای بتنی مسلح

باتوجه‌به تقسیم‌بندی به‌عمل‌آمده در بند ۱۶، طرحهای نمونه و مشخصات فنی مربوطه در این قسمت باتوجه‌به توضیحات زیر آورده شده است:

الف- در ساخت این تیرها باید از بتن مسلح با حداقل مقاومت Kg/cm^2 ۳۰۰ و از آرماتور نوع A-II آجدار و با مقاومت کششی Kg/cm^2 ۳۰۰۰ استفاده شود.

ب - فرم قالبها طوری درنظر گرفته شده که با داشتن قالب ۱۲متری و حذف ۳ متر پایین آن بتوان برای ساخت پایه ۹متری اقدام کرد. نیروی کششی در این حالت برای هر دو پایه که با یک قالب ساخته می‌شوند، به غیر از موارد زیر یکسان است:

ب-۱- برای ساخت پایه ۱۵متری با کشش ۴۰۰ کیلوگرم‌نیرو از قالب پایه ۱۲متری با کشش ۲۰۰ کیلوگرم‌نیرو استفاده می‌شود (اضافه کردن ۳ متر به انتهای پایه ۱۲متری)

ب-۲- برای ساخت پایه ۱۵متری با کشش ۶۰۰ کیلوگرم‌نیرو از قالب پایه ۱۲متری با کشش ۸۰۰ کیلوگرم‌نیرو استفاده می‌گردد.

ب-۳- برای ساخت پایه ۱۵متری با کشش ۸۰۰ کیلوگرم‌نیرو از قالب پایه ۱۲متری با کشش ۱۲۰۰ کیلوگرم‌نیرو استفاده می‌شود.

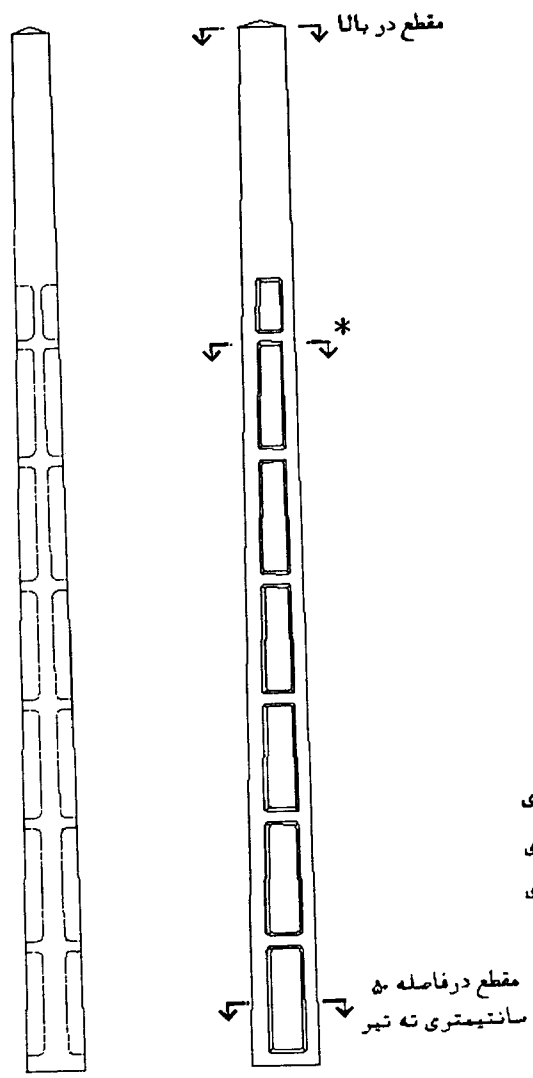
ب-۴- پایه ۱۵متری با کشش ۱۲۰۰ کیلوگرم‌نیرو از قالب ۱۲متری با کشش ۱۲۰۰ کیلوگرم‌نیرو استفاده می‌گردد.

ج - فاصله پله‌ها ۱ متر است که درصورت درخواست خریدار می‌توان فاصله آنها را تا ۷۵ سانتیمتر کاهش داد.

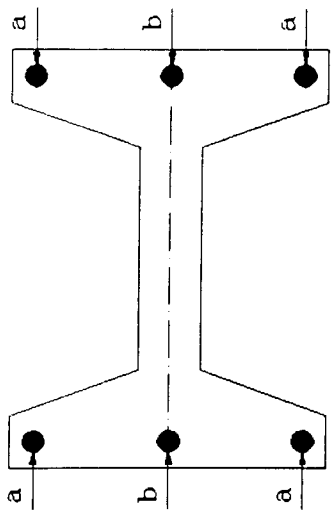
د - فاصله بین خاموتها، برابر فاصله بین آرماتورهای یک وجه یا وجه مقابل و حداکثر برابر ۲۵ سانتیمتر است.

هـ - در انتهای خاموتها و محل اتصال آنها، میلگرد طولی باید با سیم فولادی به قطر ۱ یا ۱/۵ میلیمتر بسته شود.

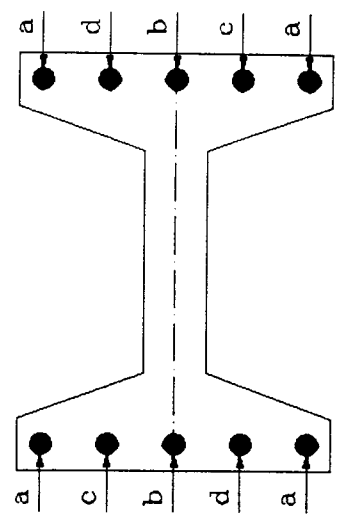
شمای کلی تیرهای بتنی مسلح در شکل شماره (۳) و چگونگی استقرار آرماتورها نسبت به یکدیگر به یکی از چهار حالت مشخص‌شده در شکل (۴) درنظر گرفته شده است.



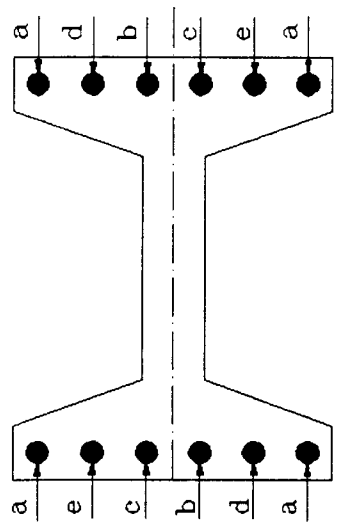
شکل (۳) شمای کلی تیر بتنی مسلح



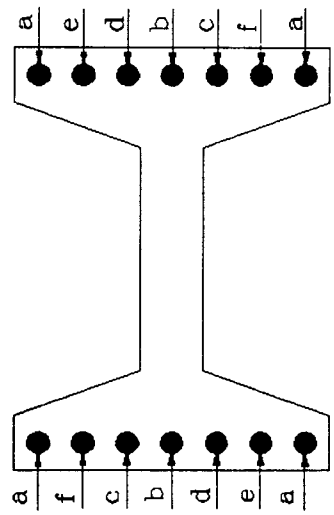
(الف)



(ب)



(ج)



(د)

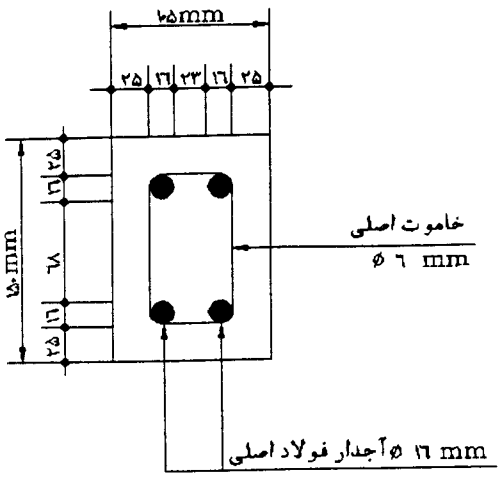
شکل (۴) طرز استقرار آرماتورها نسبت به یکدیگر

۱۷-۱-۱- تیرهای بتنی مسلح ۹متری

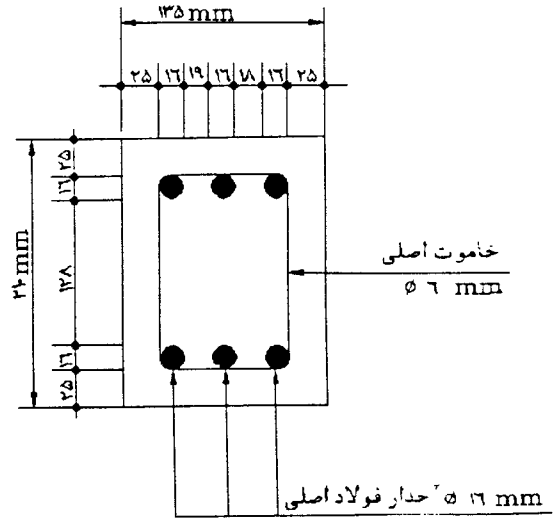
مشخصات تیرهای بتنی مسلح ۹متری مطابق جدول (۴) و شکلهای (۵) تا (۸) می‌باشند.

جدول (۴) مشخصات فنی تیر ۹متری

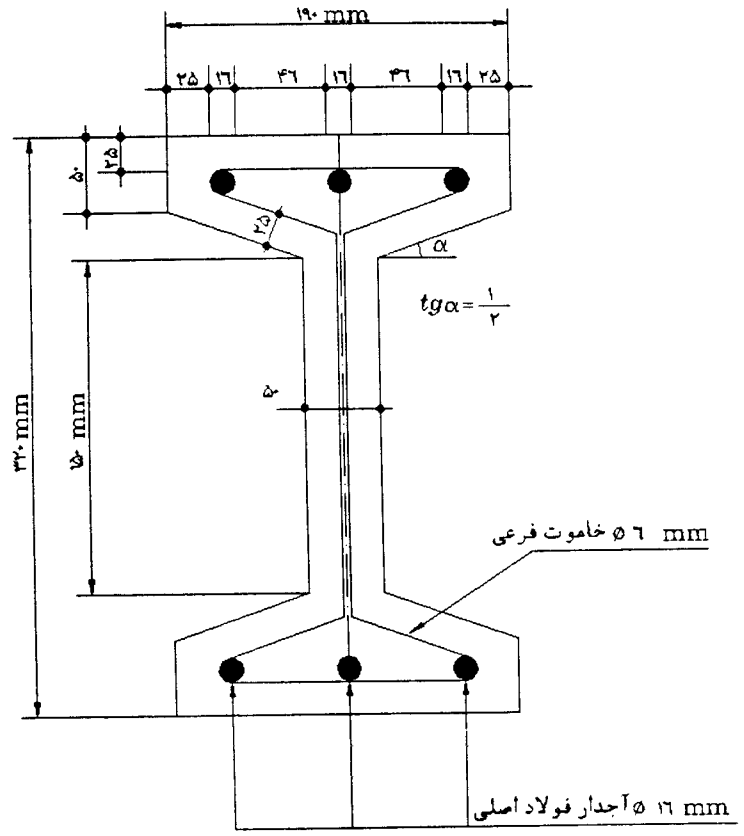
قدرت اسمی	ابعاد بالا	ابعاد پایین	آرماتورها	a		b		c		d		e		الگوی آرماتورگذاری
Kgf	cm	cm		ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	
۲۰۰	۱۵×۱۰/۵	۳۳×۱۹/۵	۶ϕ۱۶	۱۶	۹۰۰	۱۶	۶۰۰							الف
۴۰۰	۲۲×۱۹	۴۰×۲۸	۱۰ϕ۱۴	۱۴	۹۰۰	۱۴	۶۰۰	۱۴	۵۰۰	۱۴	۴۰۰			ب
۶۰۰	۲۵×۱۹	۴۷/۵×۳۲/۵	۶ϕ۱۶ ۶ϕ۱۴	۱۶	۹۰۰	۱۶	۶۰۰	۱۴	۵۰۰	۱۴	۴۰۰	۱۴	۳۰۰	ج
۸۰۰	۳۰×۲۳	۵۳/۵×۳۶/۵	۸ϕ۱۶ ۴ϕ۱۴	۱۴	۹۰۰	۱۶	۶۰۰	۱۶	۵۰۰	۱۶	۴۰۰	۱۶	۳۰۰	ج



مقطع سر تیر

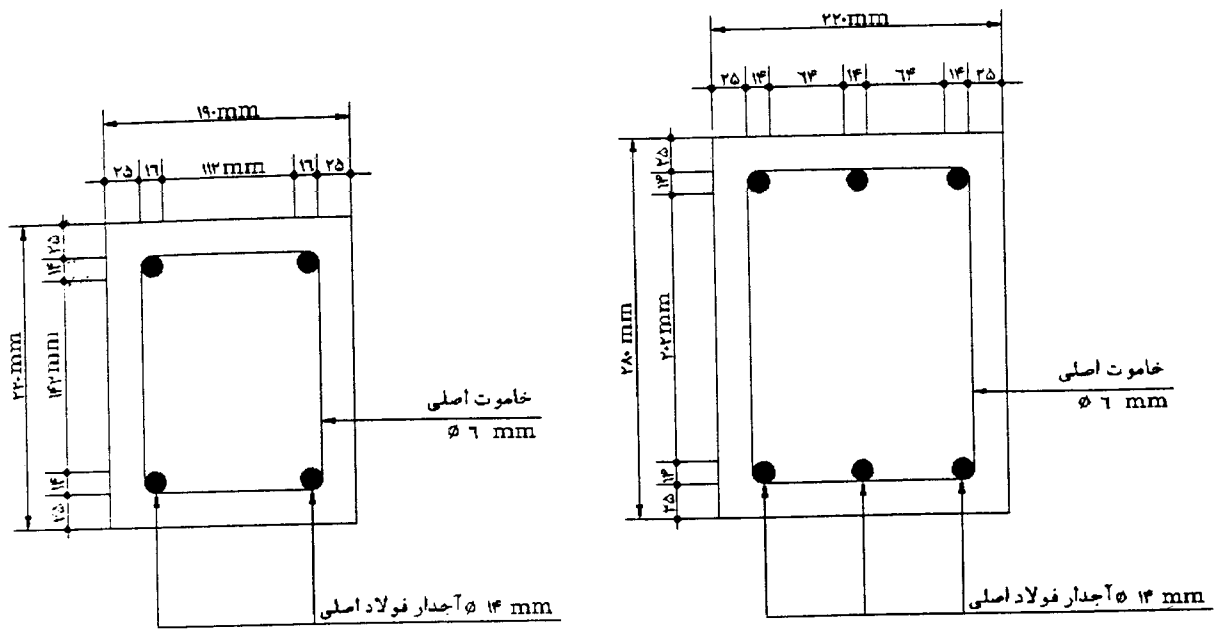


مقطع در فاصله ۶ متری



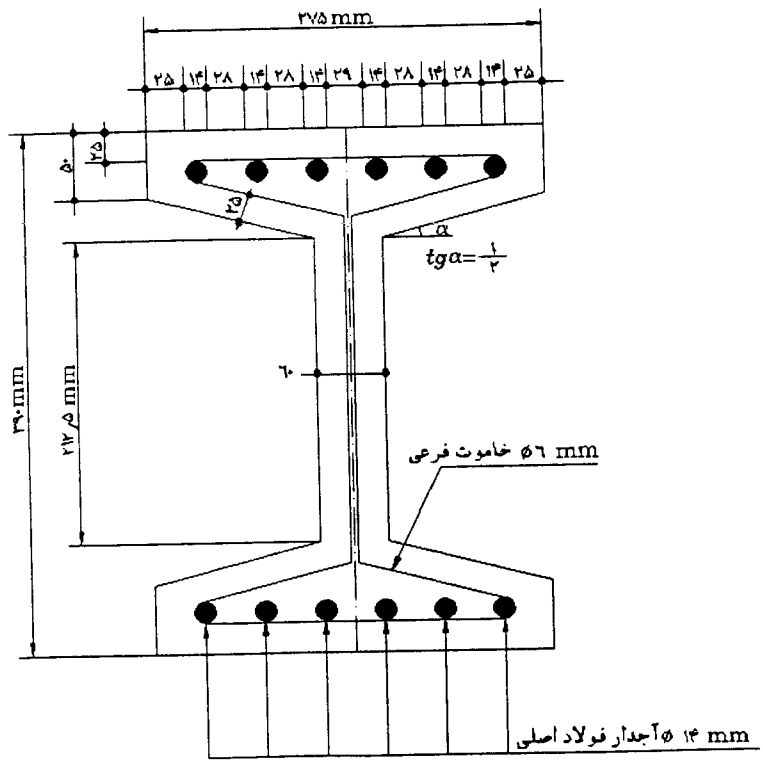
مقطع در فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

شکل (۵) نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۲۰۰



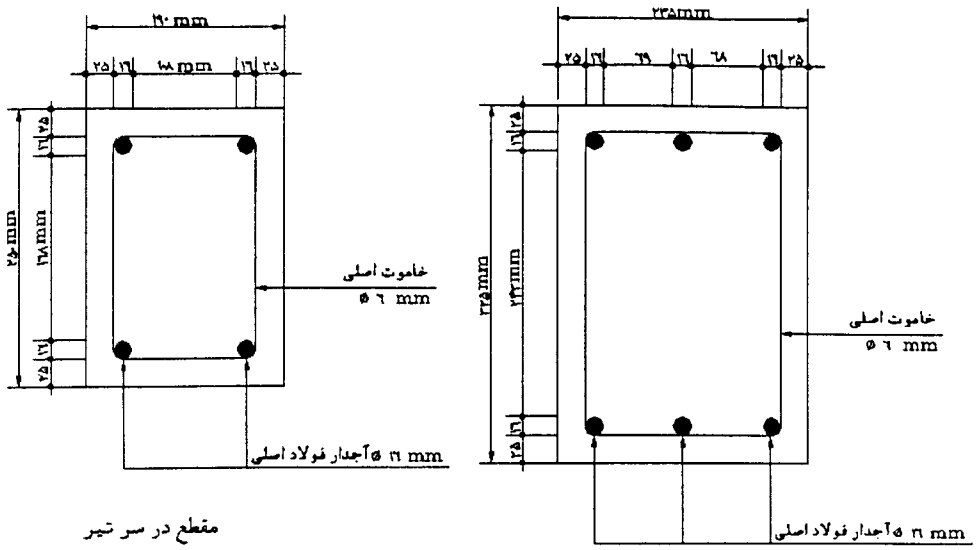
مقطع در فاصله ۶ متری از ته تیر

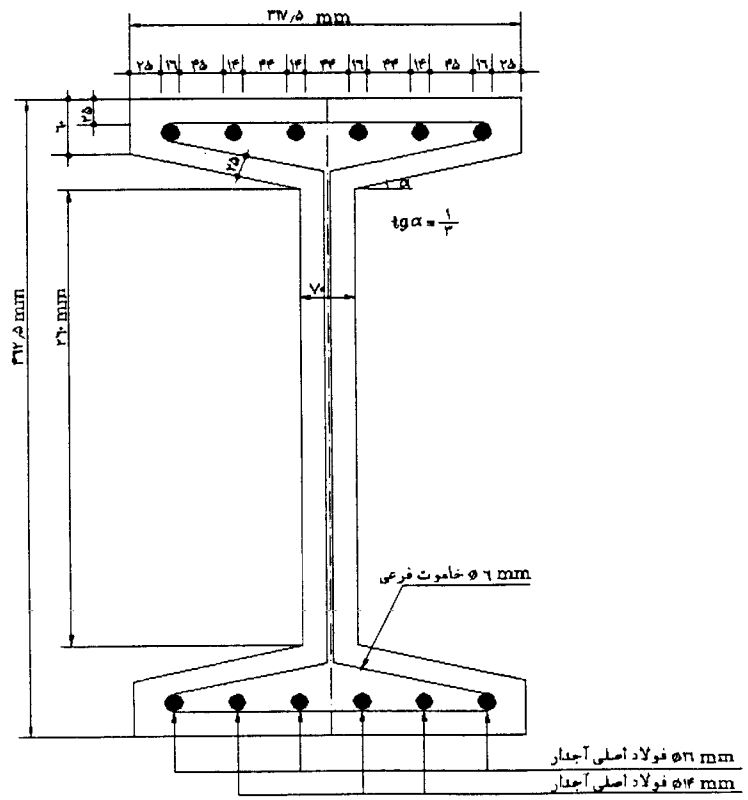
مقطع سر تیر



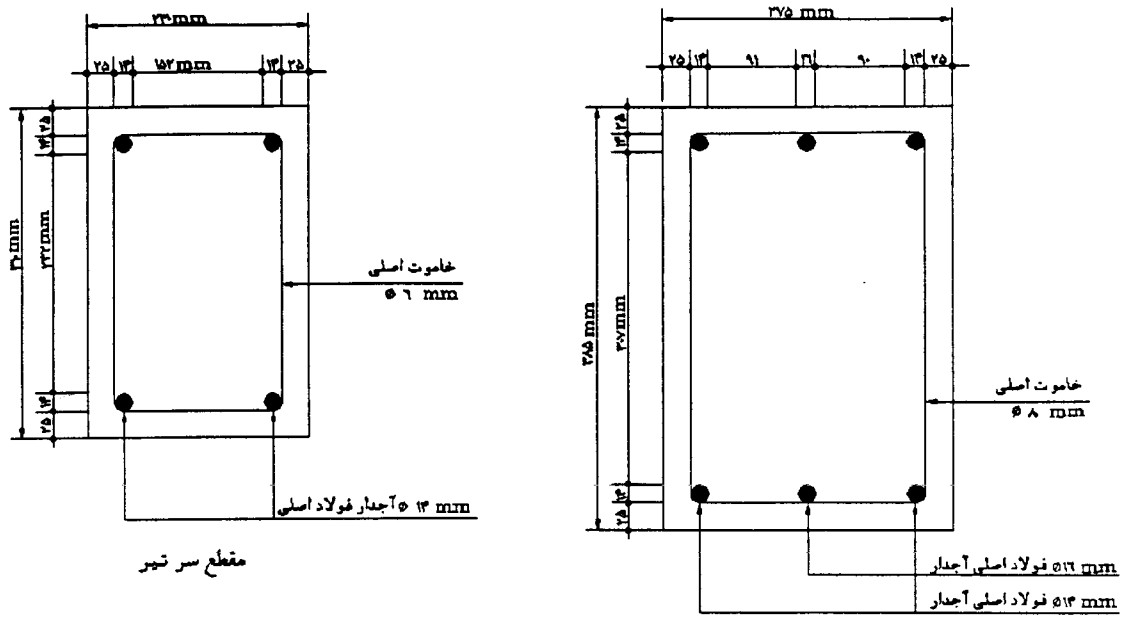
مقطع تیر به فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

شکل (۶) نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۴۰۰



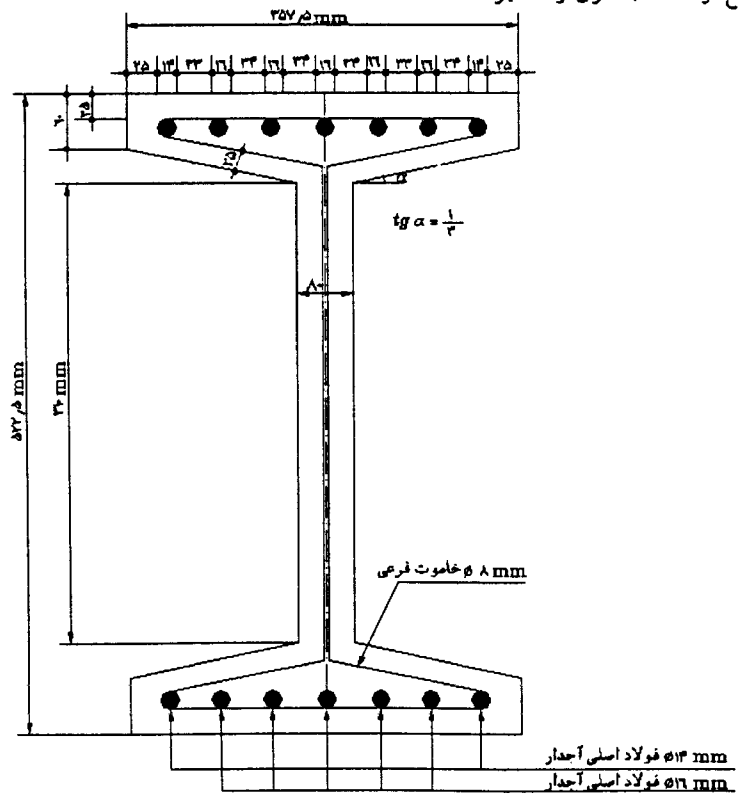


شکل (۷) نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۶۰۰



مقطع سر تیر

مقطع در فاصله ۶ متری از ته تیر



مقطع در فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

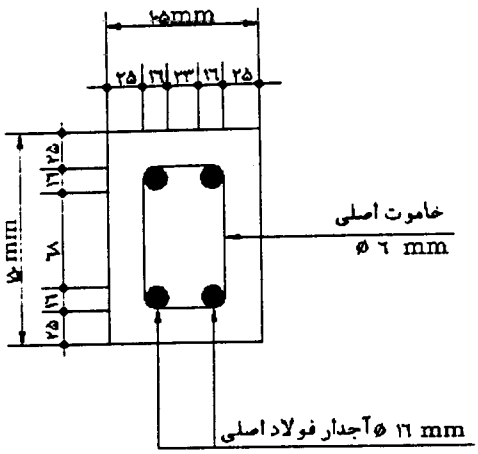
شکل (۸) نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۸۰۰

۱۷-۱-۲ تیر بتنی مسلح ۱۲متری

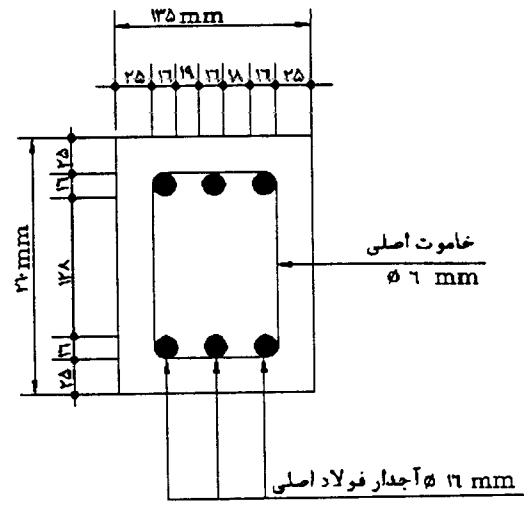
مشخصات تیرهای بتنی مسلح ۱۲متری مطابق جدول (۵) و شکلهای (۹) تا (۱۳) می‌باشند.

جدول (۵) مشخصات فنی تیر ۱۲متری

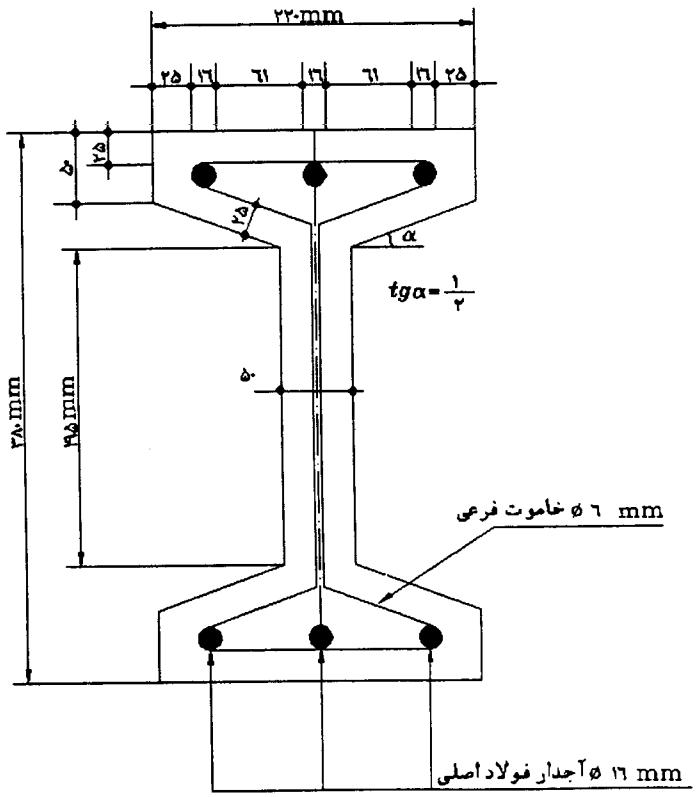
قدرت اسمی	ابعاد بالا	ابعاد پایین	آرماتور	a		b		c		d		c		f		الگوی آرماتور گذاری
Kgf	cm	cm		ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	
۲۰۰	۱۵×۱۰/۵	۳۹×۲۲/۵	۶ϕ ۱۶	۱۶	۱۲۰۰	۱۶	۹۰۰									الف
۴۰۰	۲۲×۱۹	۴۶×۳۱	۱۲ϕ ۱۴	۱۴	۱۲۰۰	۱۴	۹۰۰	۱۴	۸۰۰	۱۴	۷۰۰	۱۴	۴۰۰			ج
۶۰۰	۲۵×۱۹	۵۵×۳۷	۶ϕ ۱۶ ۶ϕ ۱۴	۱۶	۱۲۰۰	۱۶	۹۰۰	۱۴	۸۰۰	۱۴	۷۰۰	۱۴	۶۰۰			ج
۸۰۰	۳۱×۲۳	۶۱×۴۱	۱ϕ ۱۶ ۴ϕ ۱۴	۱۴	۱۲۰۰	۱۶	۹۰۰	۱۶	۸۰۰	۱۶	۷۰۰	۱۶	۶۰۰	۱۶	۵۰۰	د
۱۲۰۰	۴۰×۲۴	۷۰×۴۲	۴ϕ ۱۸ ۱ϕ ۲۰	۱۸	۱۲۰۰	۲۰	۸۰۰	۲۰	۷۰۰	۲۰	۶۰۰	۲۰	۵۰۰	۲۰	۴۰۰	د



مقطع سر تیر

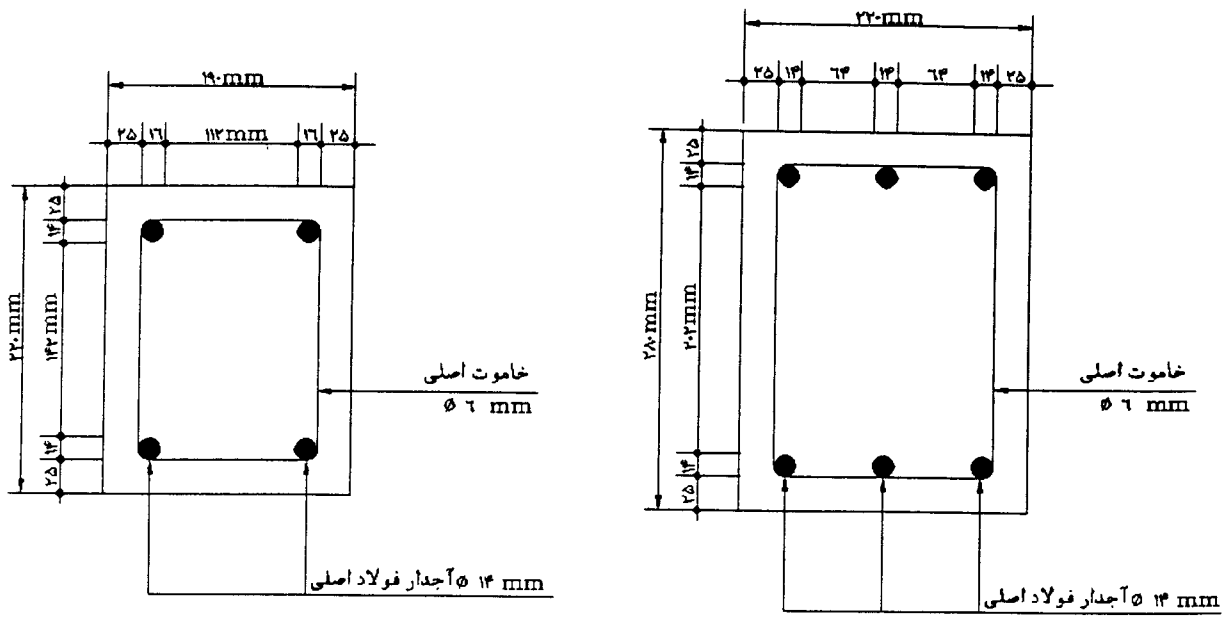


مقطع در فاصله ۹ متری ته تیر



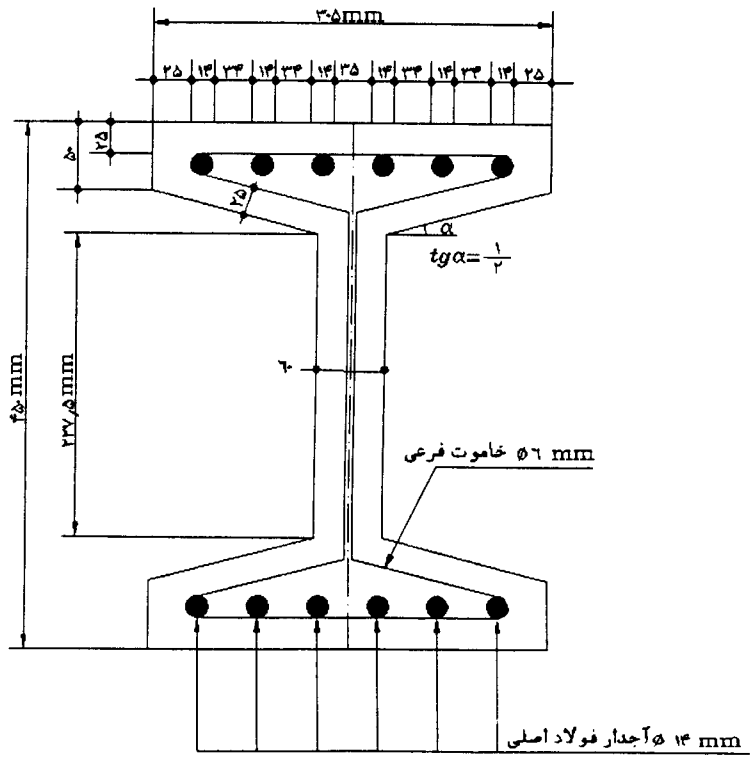
مقطع در فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

شکل (۹) نقشه آرایش آرماتورهای پایه (۱۲/۲۰۰)



مقطع به فاصله ۹ متری از ته تیر

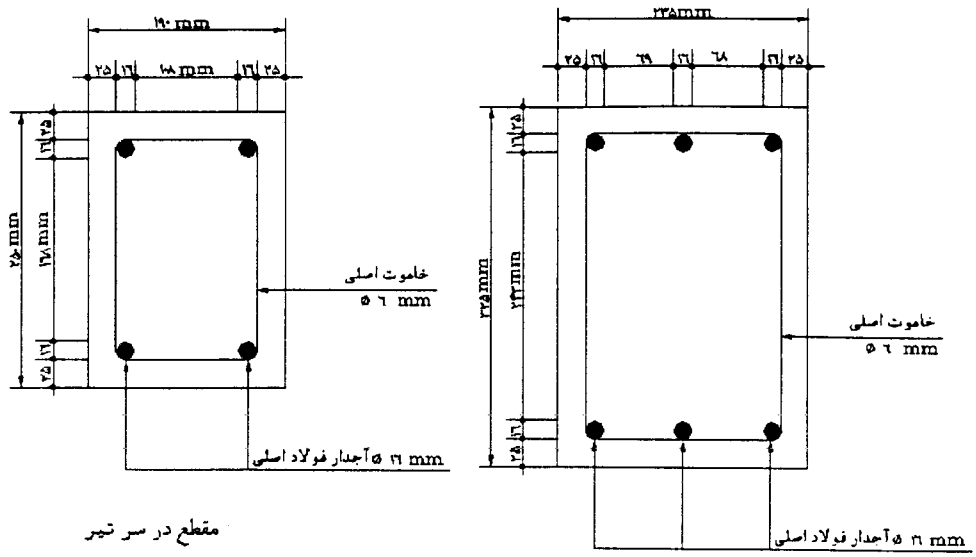
مقطع سر تیر



مقطع تیر به فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

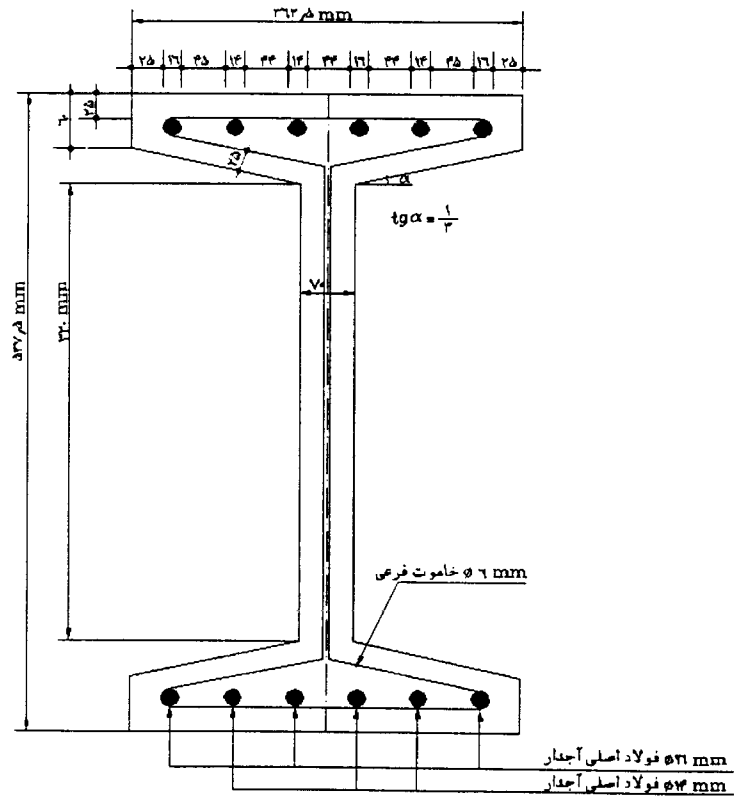
شکل (۱۰) نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۴۰۰

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد دوم: استاندارد تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۳۸



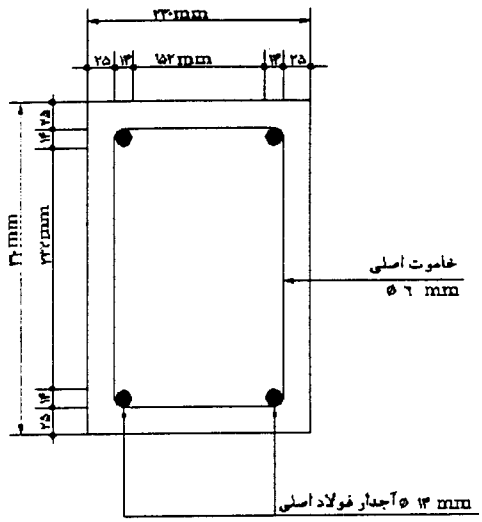
مقطع در سر تیر

مقطع در فاصله ۹ متری از ته تیر

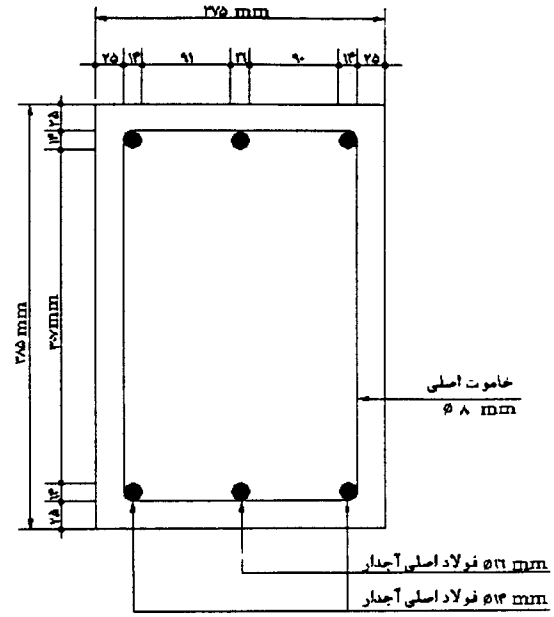


مقطع در فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

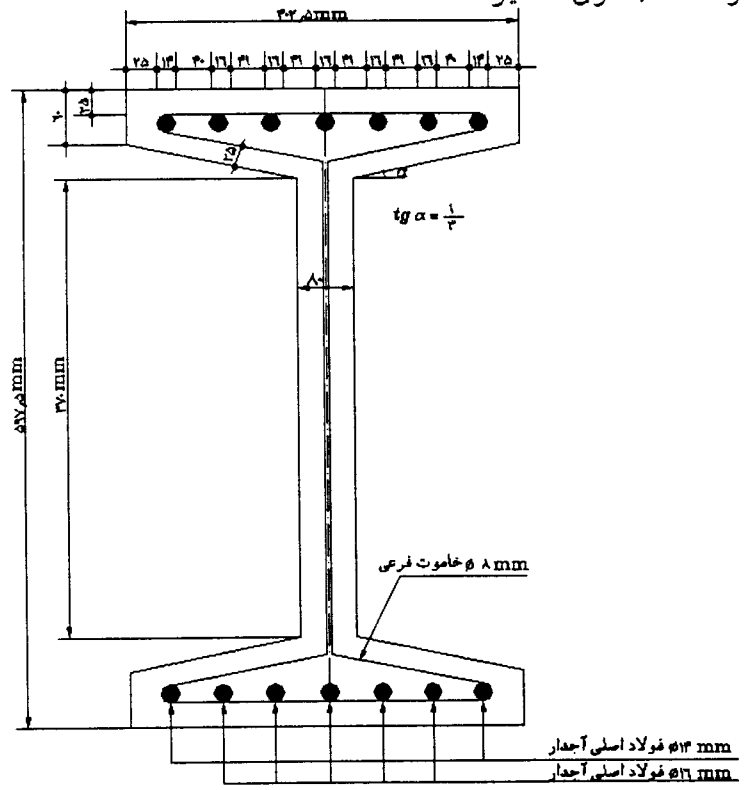
شکل (۱۱) نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۶۰۰



مقطع سر تیر

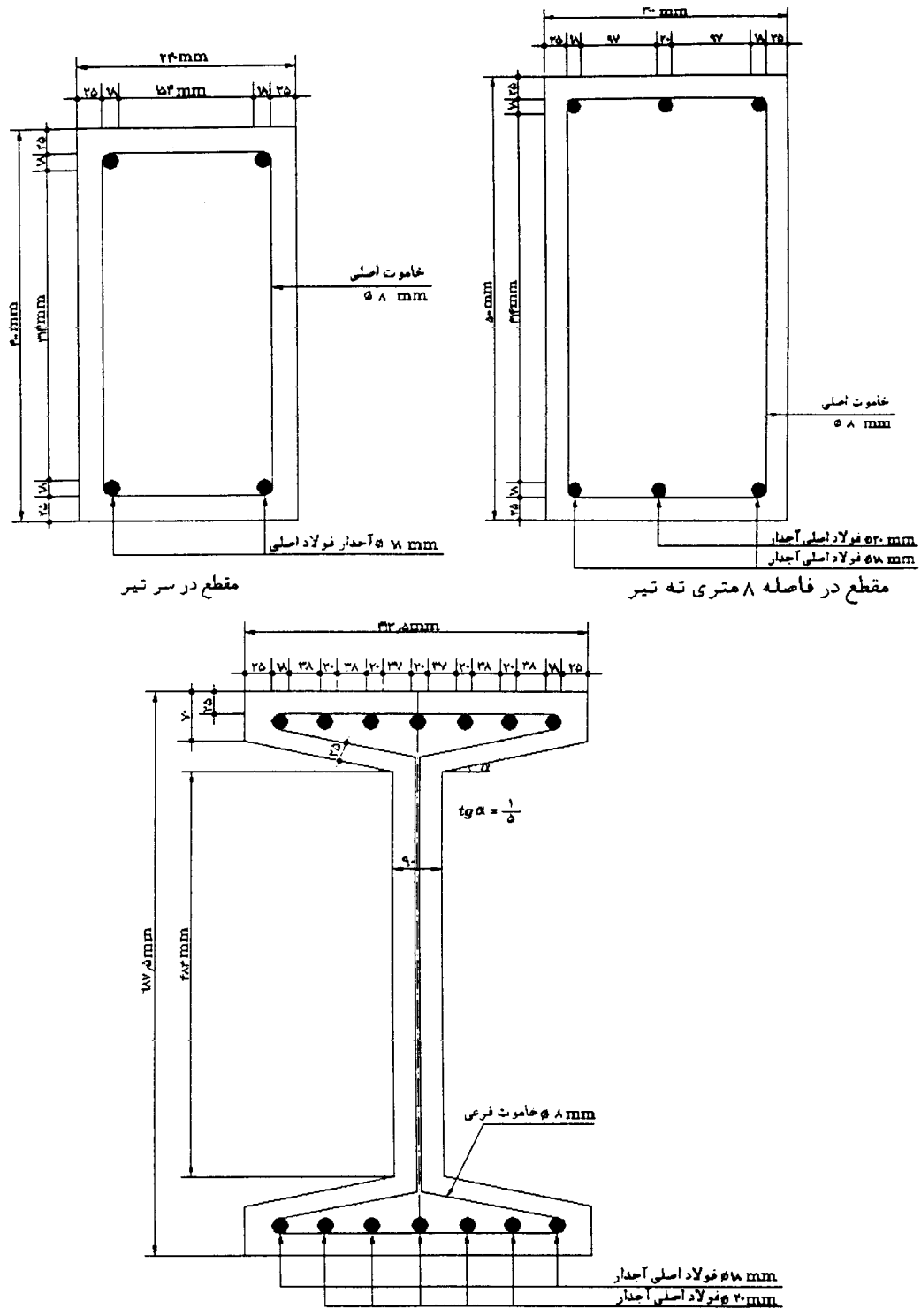


مقطع در فاصله ۹متری ته تیر



مقطع در فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

شکل (۱۲) نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۸۰۰



شکل (۱۳) نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۱۲۰۰)

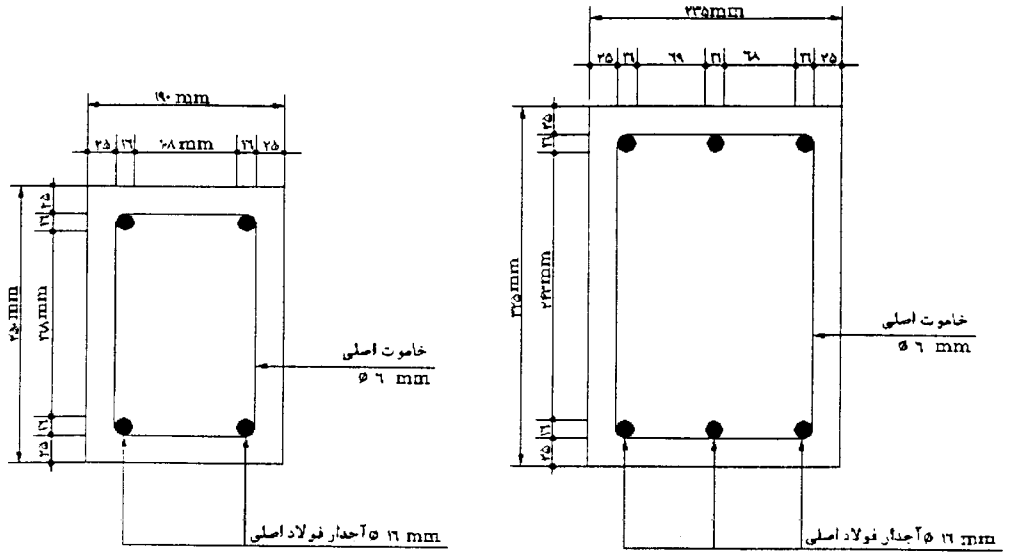
عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	**عنوان جزء:** جلد دوم: استاندارد تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۴۱

۱۷-۱-۲- تیر بتنی مسلح ۱۵متری

مشخصات تیرهای بتنی ۱۵متری مطابق جدول (۶) و شکلهای (۱۴) تا (۱۷) می‌باشد.

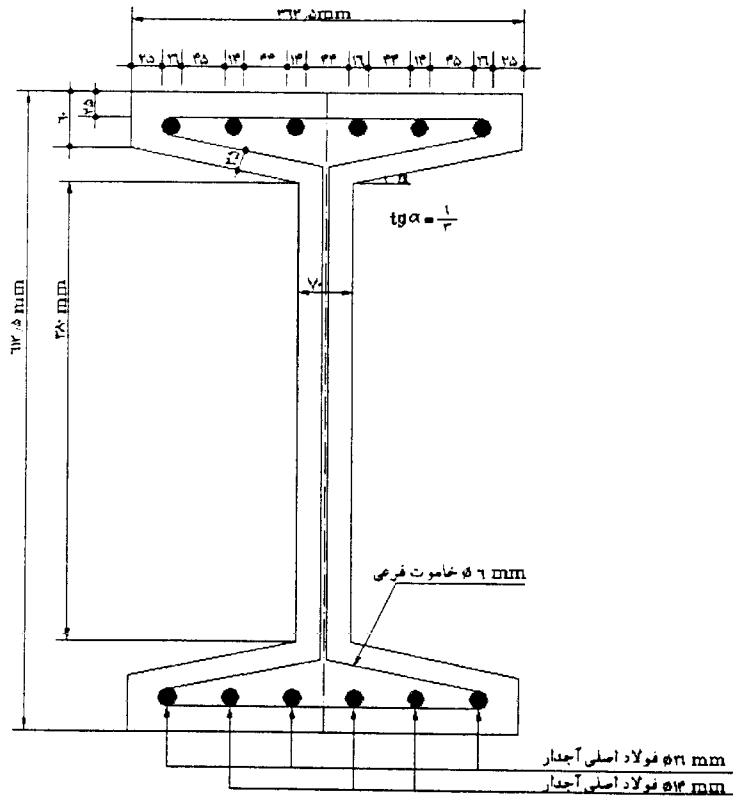
جدول (۶) مشخصات فنی تیر ۱۵متری

قدرت اسمی	ابعاد بالا	ابعاد پایین	آرماتور	a		b		c		d		c		f		الگوی آرماتور گذاری
Kgf	cm	cm		ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	
۴۰۰	۲۵×۱۹	۶۲/۵×۴۱/۵	۶ϕ ۱۶ ۶ϕ ۱۴	۱۶	۱۵۰۰	۱۶	۱۲۰۰	۱۴	۱۱۰۰	۱۴	۱۰۰۰	۱۴	۸۰۰			ج
۶۰۰	۳۱×۲۳	۶۸/۵×۴۵/۵	۸ϕ ۱۶ ۴ϕ ۱۴	۱۶	۱۵۰۰	۱۶	۱۲۰۰	۱۶	۱۱۰۰	۱۴	۱۰۰۰	۱۴	۸۰۰			ج
۸۰۰	۴۰×۲۴	۷۷/۵×۴۶/۵	۱ϕ ۱۶ ۴ϕ ۱۴	۱۶	۱۵۰۰	۱۶	۱۲۰۰	۱۶	۱۱۰۰	۱۶	۱۰۰۰	۱۴	۸۰۰	۱۴	۷۰۰	د
۱۲۰۰	۴۰×۲۴	۷۷/۵×۴۶/۵	۴ϕ ۱۸ ۱ϕ ۲۰	۱۸	۱۵۰۰	۲۰	۱۲۰۰	۲۰	۱۱۰۰	۲۰	۱۰۰۰	۲۰	۸۰۰	۲۰	۷۰۰	د



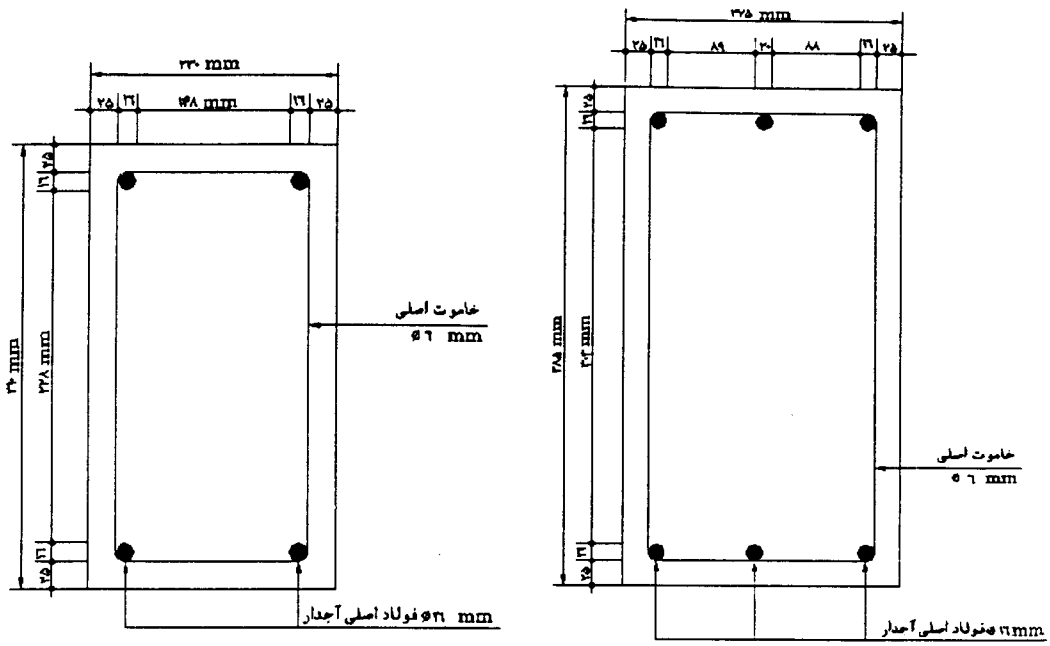
مقطع در سر تیر

مقطع تیر درفاصله ۱۲ متری ته تیر



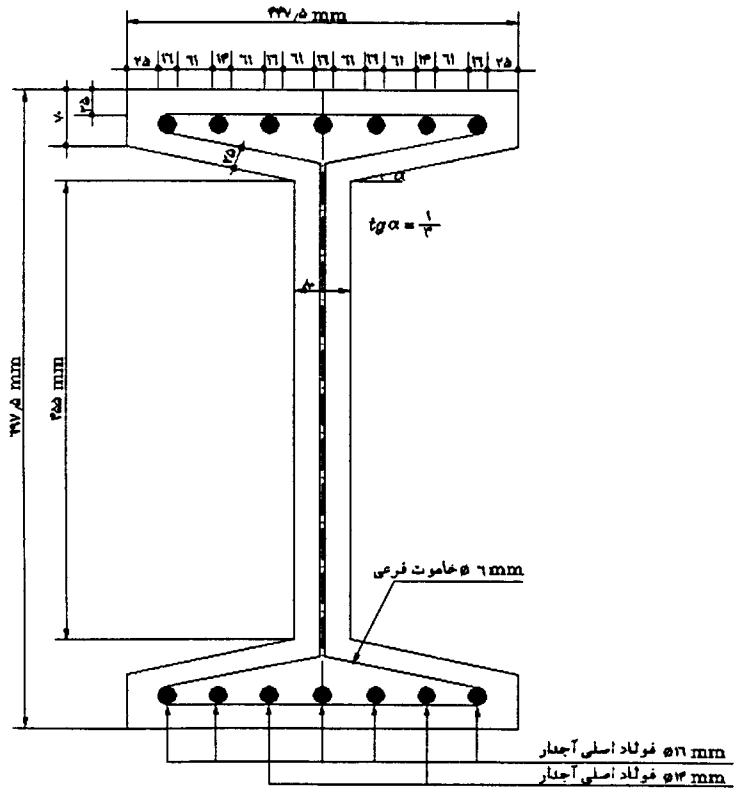
مقطع در فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

شکل (۱۴) نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۴۰۰



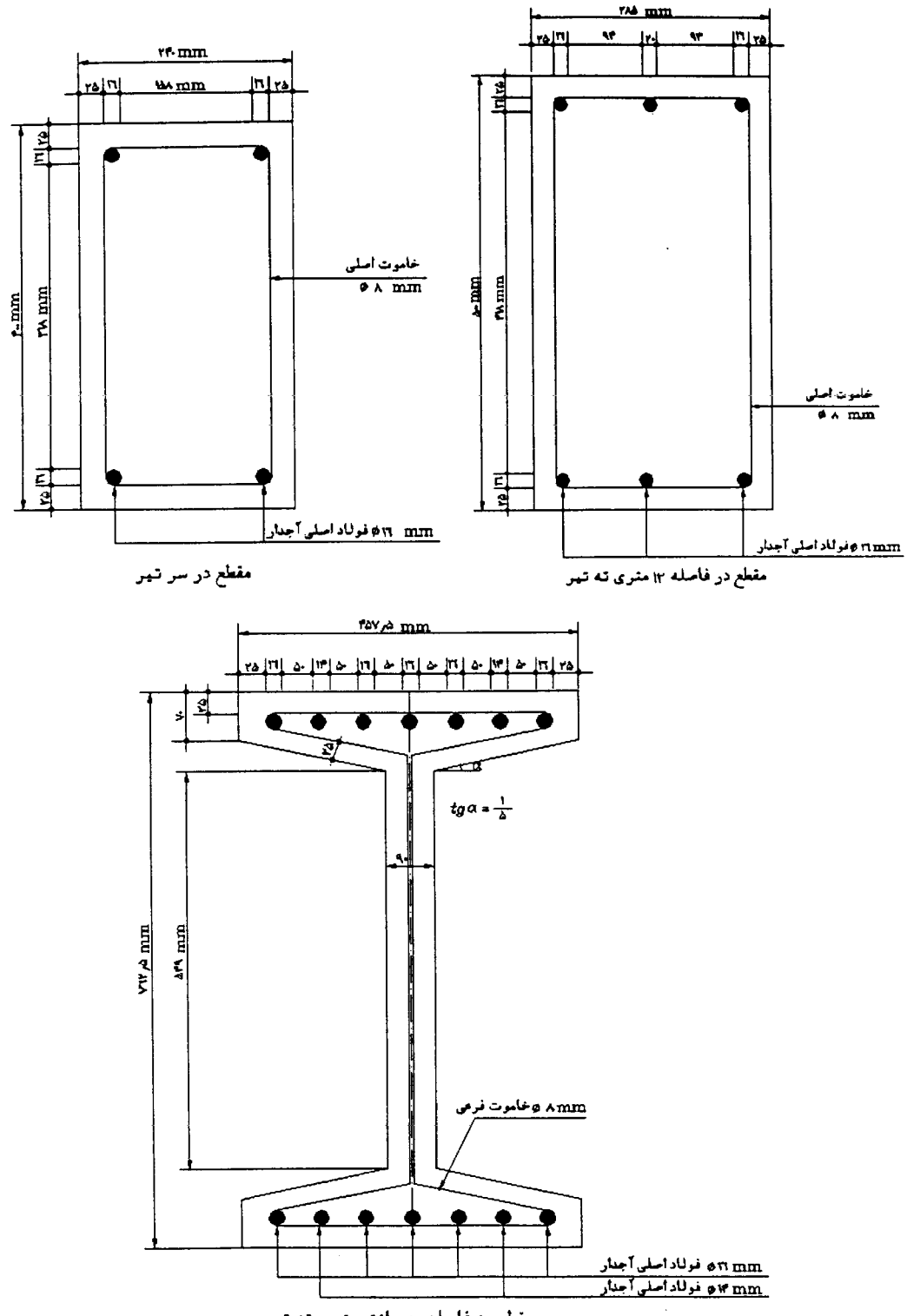
مقطع در فاصله ۱۲ متری ته تیر

مقطع در سر تیر



مقطع به فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

شکل (۱۵) نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۶۰۰



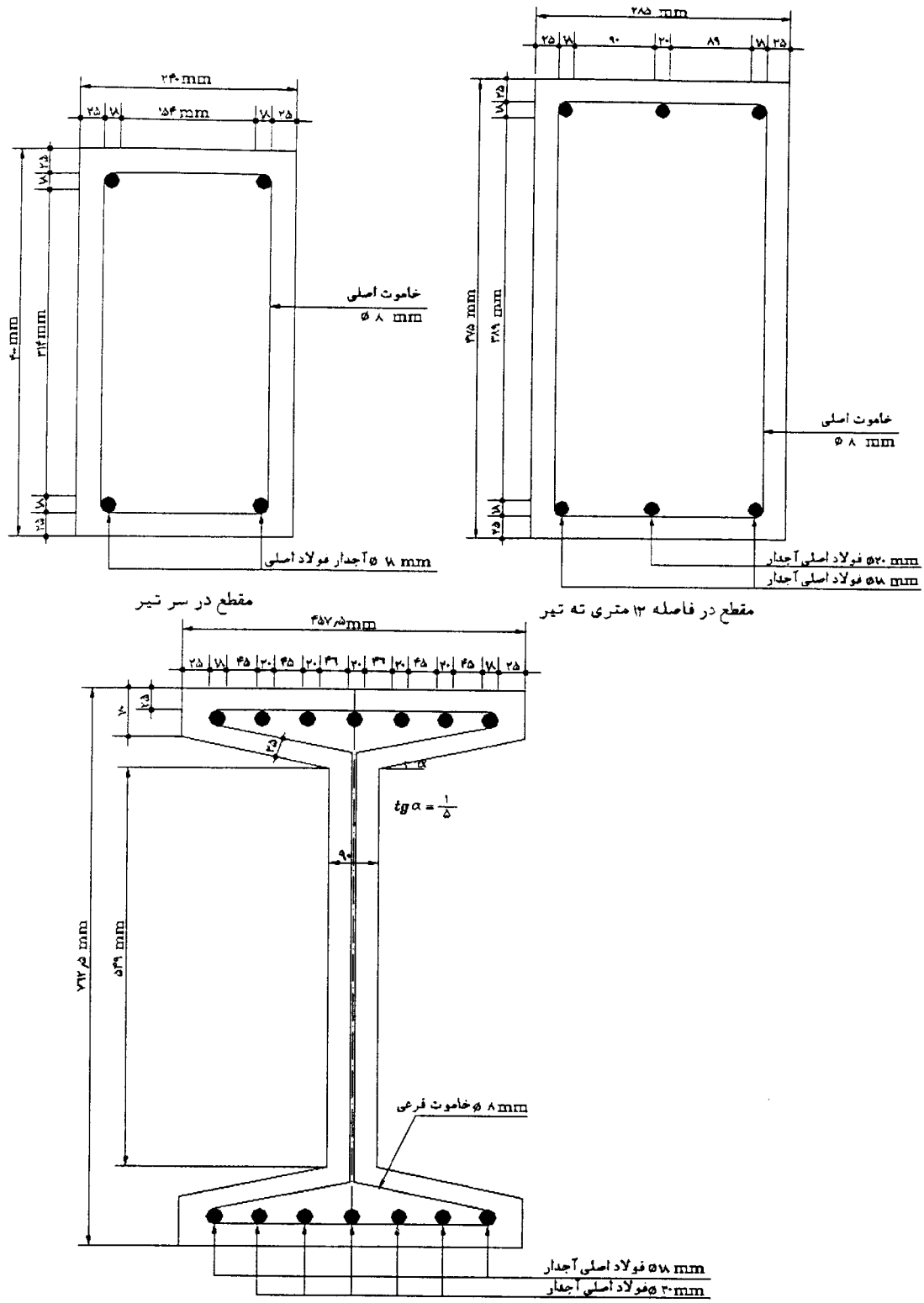
مقطع در سر تیر

مقطع در فاصله ۱۲ متری ته تیر

مقطع به فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

شکل (۱۶) نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۸۰۰

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد دوم: استاندارد تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۴۵



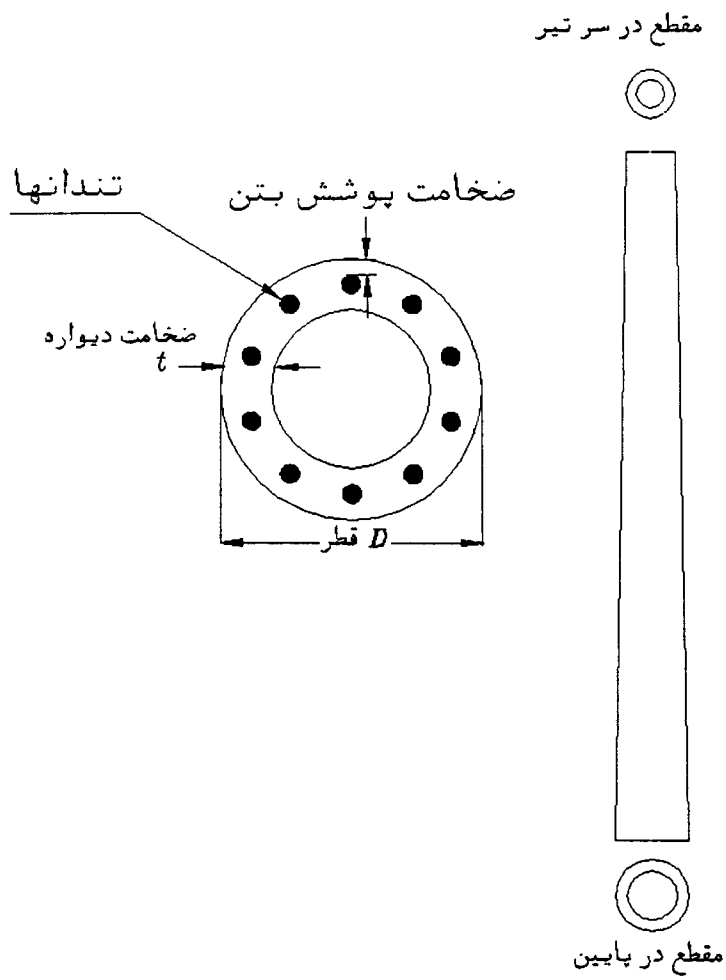
شکل (۱۷) نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۱۲۰۰

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	**عنوان جزء:** جلد دوم: استاندارد تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	**صفحه:** ۴۶

۱۷-۲- مشخصات فنی تیرهای بتنی پیش‌تنیده

باتوجه‌به تقسیم‌بندی بند ۱۶ و مشخصات نمونه‌ای تیرهای بتنی پیش‌تنیده با درنظر گرفتن شکل (۱۸) به‌صورت جدول (۷) می‌باشد.

لازم به ذکر است که طراحی تیرها، با بتن مقاومت بالا (حداقل Kg/cm^2 ۵۰۰) انجام شده است. سیمهای به‌کاررفته در پیش‌تنیدگی این تیرها سیم مقاومت بالا و با حداقل مقاومت جاری شدن Kg/cm^2 ۱۵۰۰۰ می‌باشد.



شکل (۱۸) شمای کلی تیر بتنی پیش‌تنیده

جدول (۷) مشخصات فنی تیرهای بتنی پیش‌تنیده

L	P	D_t	D_B	t	ϕ	
طول‌تیر m	قدرت‌اسمی Kgf	قطرتیردربالا cm	قطرتیردرپایین cm	ضخامت‌دیواره cm	قطر سیم عرضی mm	تعدادسیم‌عرضی مصرفی
۸	۱۰۰	۱۲	۲۴	۵	۵	۴
۸	۱۵۰	۱۲	۲۴	۵	۵	۸
۸	۲۰۰	۱۲	۲۴	۵	۵	۱۲
۹	۲۰۰	۱۳	۲۶/۵	۵	۷/۵	۶
۹	۴۰۰	۱۶/۵	۳۰	۶	۷/۵	۸
۹	۶۰۰	۱۸/۵	۳۲	۶	۷/۵	۱۲
۹	۸۰۰	۲۳/۵	۳۷	۷	۷/۵	۱۴
۹	۱۰۰۰	۲۳/۵	۳۷	۷	۷/۵	۱۸
۱۰/۵	۲۰۰	۱۳	۲۱	۶	۷/۵	۶
۱۰/۵	۴۰۰	۱۶/۵	۳۲/۵	۷	۷/۵	۸
۱۲	۲۰۰	۱۳	۳۱	۶	۷/۵	۶
۱۲	۴۰۰	۱۶/۵	۳۴/۵	۷	۷/۵	۸
۱۲	۶۰۰	۲۰	۳۸	۷	۷/۵	۱۲
۱۲	۸۰۰	۳۰	۴۸	۸	۷/۵	۱۴
۱۲	۱۲۰۰	۳۰	۴۸	۹	۷/۵	۱۸
۱۵	۴۰۰	۲۰	۴۲/۵	۷	۷/۵	۱۲
۱۵	۶۰۰	۳۰	۵۲/۵	۸	۷/۵	۱۴
۱۵	۸۰۰	۳۰	۵۲/۵	۹	۷/۵	۱۸
۱۵	۱۰۰۰	۳۵	۵۷/۵	۹	۷/۵	۲۰

پیوست الف

جایگاه آزمایش تیرهای بتنی

مقدمـــه

جهت آزمایش تیرهای بتنی (پیش‌تنیده و مسلح) نیاز به سکو و جایگاهی جهت آزمایش است. این سکو باید قابلیت تحمل نیروهایی را که حین آزمایش به آن وارد می‌شود، داشته باشد. دراینجا طرحی پیشنهادی جهت ساخت این سکو مطرح می‌شود.

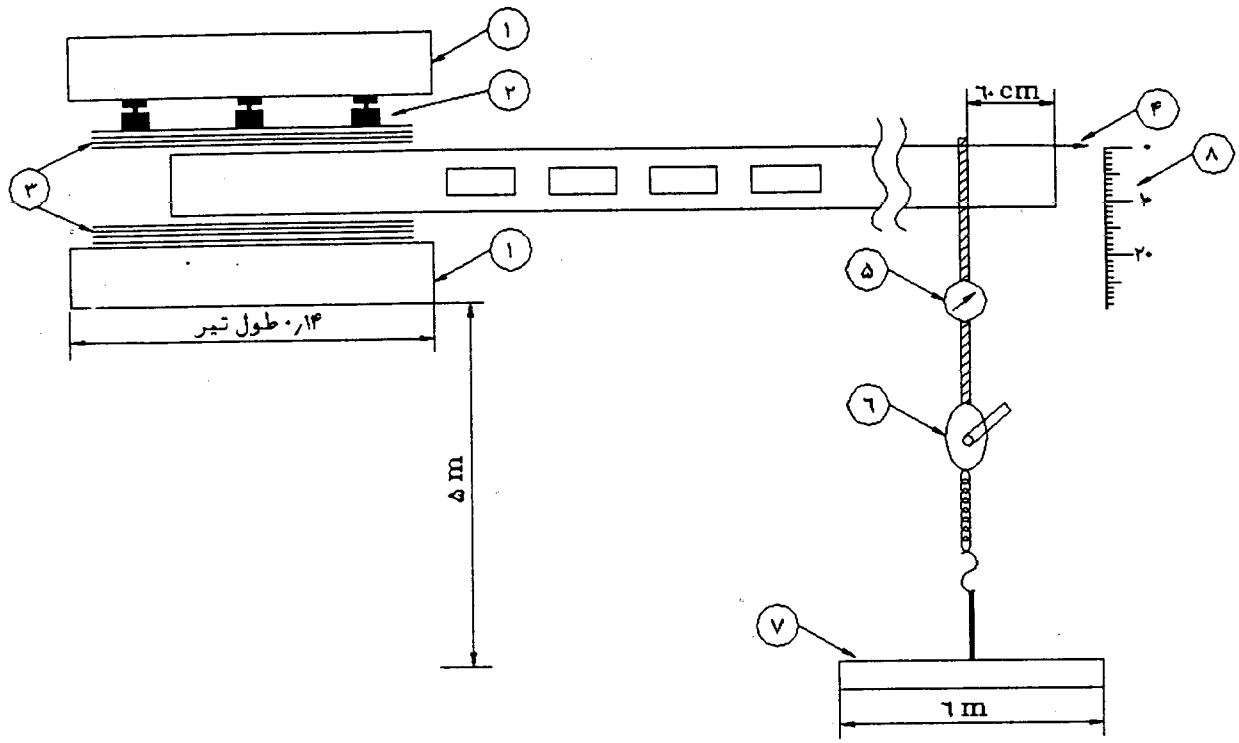
این مجموعه دارای دو قسمت عمده، سکو و پایه، است. در شکل (الف-۱) این مجموعه آمده است.

الف-۱- سکـو

این سکو جهت ثابت نگهداشتن انتهای تیر درحین آزمایش می‌باشد و از دو دیواره بتنی تشکیل شده است. مشخصات دیواره و آرماتورها در شکلهای (الف-۱) و (الف-۲) رسم شده است.

الف-۲- پایـه ثابـت

این پایـه جهـت اتصـال دستگـاه تیرفور به آن می‌باشد و مشخصات آن در شکل (الف-۶) رسم شده است.



۱- دیواره سکوی بتنی

۲- جک هیدرولیک

۳- الوار

۴- عقربه اندازه‌گیری انحراف

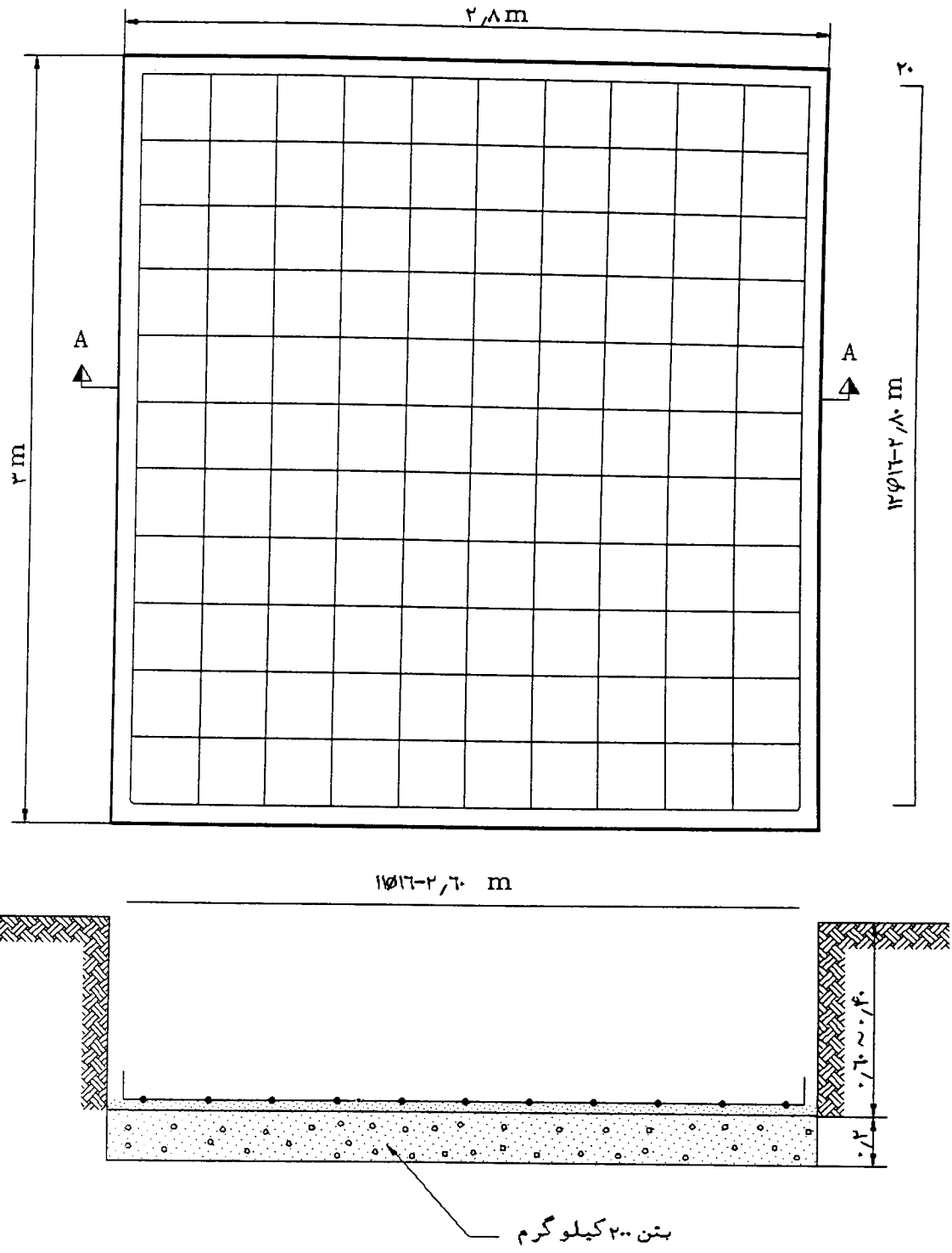
۵- دینامومتر

۶- تیرفور به قدرت ۳ الی ۵ تن

۷- پایه ثابت

۸- خط‌کش

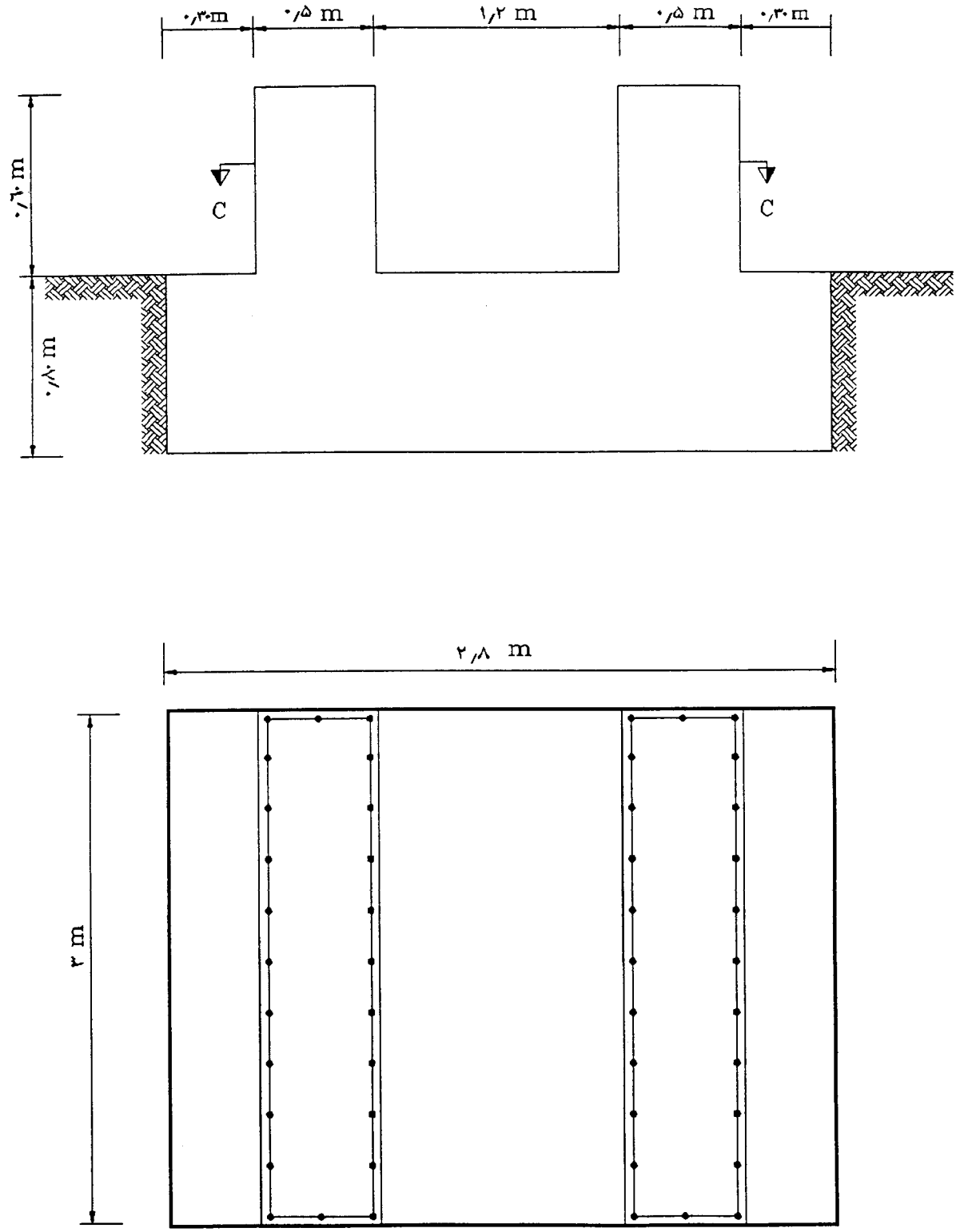
شکل (الف-۱) جایگاه آزمایش تیر



A–A

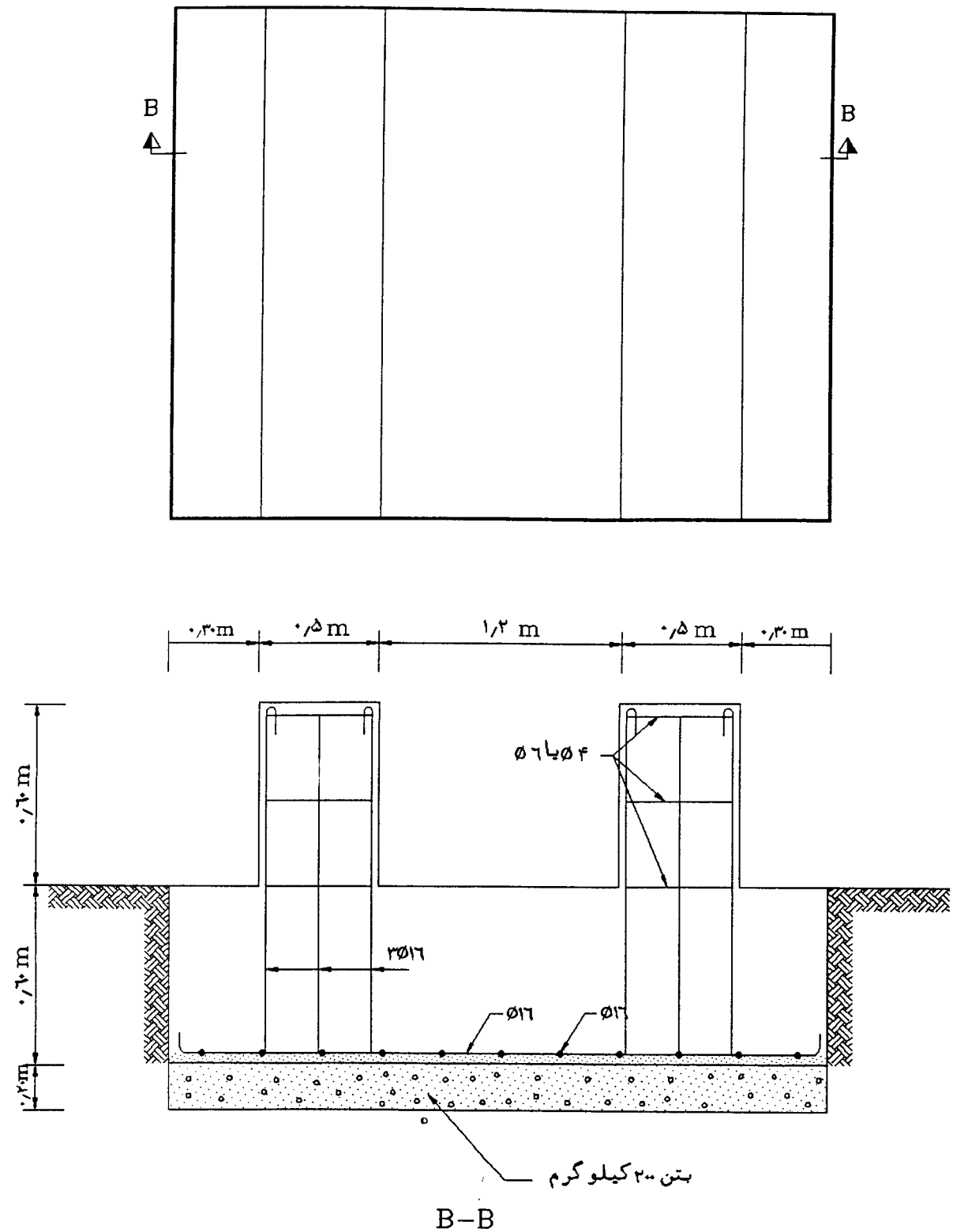
* *انتخاب عمق پی از ۰/۶ متر تا ۰/۸ متر به‌سختی و یا نرمی خاك بستگی دارد*

شکل (الف-۲) پی‌کنی آرماتوربندی و بتون‌ریزی سکو



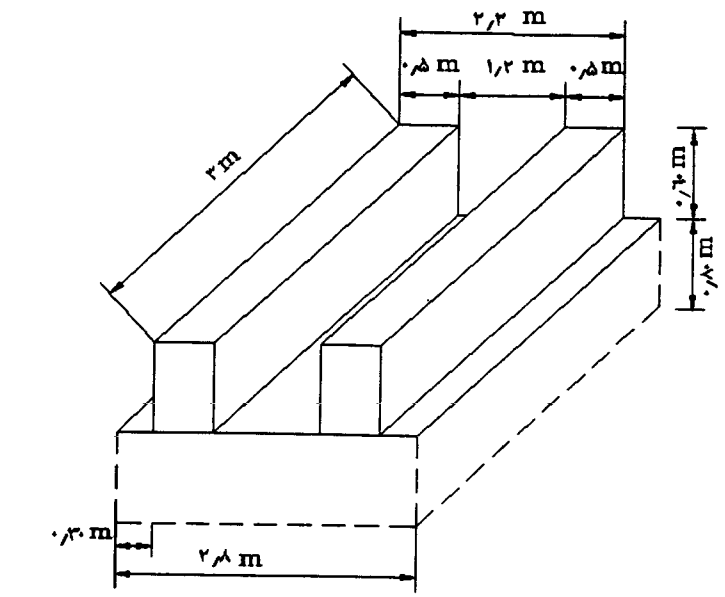
C–C

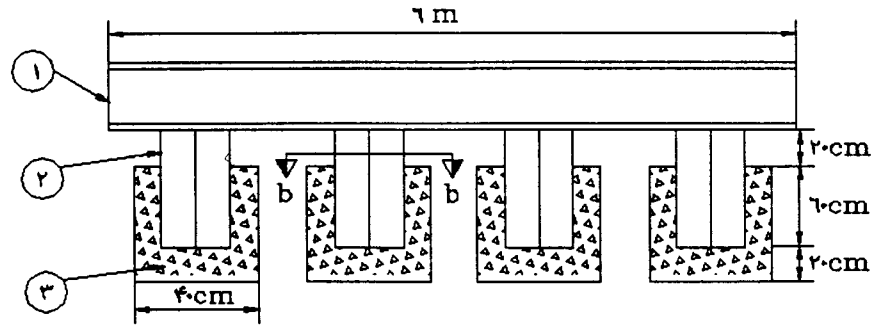
شکل (الف-۳) برش افقی فونداسیون سکو

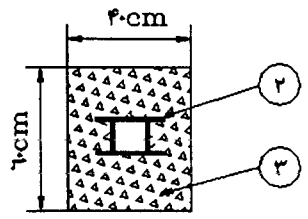


شکل (الف-۴) برش عمودی فونداسیون سکو

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	**عنوان جزء:** جلد دوم: استاندارد تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		**صفحه:** ۵۴







برش b–b

۱- تیرآهن *INP20*

۲- دو عدد تیرآهن *INP14*

۳- بتن ۲۰۰ کیلوگرم

شکل (الف-۵) نمای روبرو و برش فونداسیون و مشخصات تیرآهنهای پایه ثابت

پیوست ب

عمل آوردن بتن

ب-۱- عمل آوردن بتن

عمل آوردن بتن فرآیندی است که طی آن از افت رطوبت بتن جلوگیری به‌عمل می‌آید و دمای بتن در حد رضایتبخشی حفظ می‌شود. عمل آوردن باید بلافاصله پس از تراکم بتن آغاز گردد. مدت عمل آوردن به نوع سیمان، شرایط محیطی و دمای بتن بستگی دارد و درطی آن دمای هیچ قسمت از سطح بتن نباید از ۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد.

مدت زمان عمل آوردن برای بتن با سیمان پوزولانی بیشتر است و به‌علت دیرگیری اینگونه بتنها لازم است عمل‌آوری با دقت خاصی دنبال شود. افت در مقاومت بتن ناشی از عمل آوردن نامناسب همیشه محسوس است. آب مصرفی برای عمل آوردن باید کیفیتی مشابه آب مصرفی برای اختلاط بتن داشته باشد. از ریختن آب سرد به روی بتنهای داغ که ایجاد شوك حرارتی می‌نماید خودداری گردد.

باید دقت شود بتن حداقل به مدت یک هفته مرطوب بماند. درصورتی که سازنده بخواهد بتن را با بخار عمل آورد این مدت به ۴ روز تقلیل می‌یابد.

روشهای عمل آوردن به میزان وسیعی با شرایط موجود در کارگاه و اندازه و شکل عضو به‌سختی متغیر است. در زیر به چند نمونه از آنها اشاره می‌شود:

ب-۱-۱- عمل آوردن بدون بخار

می‌توان به‌وسیله روغن‌مالی و خیس کردن قالبها قبل از بتن‌ریزی، به عمل آوردن بتن کمک کرد. پس از بتن‌ریزی و سفت شدن بتن می‌توان سطح آن را با حصیر، گونی، برزنت و . . . پوشاند و با آب‌پاشی متناوب رطوبت کافی برای عمل‌آوری را فراهم نمود. برای جلوگیری از تبخیر آب می‌توان از پوششهایی نظیر ماسه نم‌دار یا خاك‌اره خیس استفاده کرد. همچنین می‌توان قطعه را در آب غوطه‌ور نمود.

ب-۱-۲- عمل آوردن با بخار

افزایش درجه حرارت باعث تسریع در روند توسعه مقاومت بتن می‌شود لذا می‌توان با عمل آوردن

بتن در بخار کسب مقاومت را سرعت بخشید. عمل آوردن در بخار و فشار اتمسفر (یعنی درجه حرارت حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد بجز برای سیمان برقی (پرآلومین) یک روش بسیار کارا است. معمولا" عمل آوردن در بخار با فشار کم را در اطاقهای مخصوص یا تونلهایی که از میان آن قطعات بتنی حرکت می‌کنند انجام می‌دهند یا اینکه می‌توان جعبه‌ها یا پوششهای پلاستیکی را روی قطعه قرار داد و بخار را توسط لوله‌های خرطومی به زیر آنها فرستاد. نباید اجازه داد درجه حرارت قطعه بتنی خیلی سریع بالا برود زیرا اثر نامساعدی بر مقاومت بتن دارد، لذا بایستی در مراحل اولیه عمل آوردن با بخار تاخیر ایجاد کرد.

علاوه‌بر روشهای فوق می‌توان قطعات بتنی را با بخار فشار زیاد عمل آورد (اتوکلاو) در این حالت قطعات در داخل مخزن تحت فشار قرار می‌گیرند و بخار به داخل آن تزریق می‌شود. لازم است در فضای داخل مخزن آب اضافی پاشیده شود تا از تماس بخار داغ با بتن جلوگیری شود.