لیست گزارشات

جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو
پژوهشگاه نیرو

عنوان گزارش : استاندارد مقررات و ضوابط طراحی و اجرای تیرهای چوبی، بتنی و پیش تنیده و فلزی

عنوان پروژه: "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی"

کد پروژه: **PTRVT02**

کارفرما: سازمان توانیر

پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
گروه پژوهشی خط و پست
آبان‌ماه ۱۳۸۲

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-هدف ۱
۲-دامنه کاربرد ۱
۳-کلیات ۱
۳-۱-طبقه‌بندی پایه‌ها ۲
۳-۱-۱-طبقه‌بندی براساس بارگذاری ۲
۳-۱-۲-طبقه‌بندی براساس جنس و پایه ۳
۳-۱-۲-۱-پایه‌های چوبی ۳
۳-۱-۲-۲-پایه‌های فلزی ۳
۳-۱-۲-۳-پایه‌های بتنی ۴
۴-تعاریف و اصطلاحات ۵
۴-۱-تعاریف مربوط به پایه‌های چوبی ۵
۴-۱-۱-یقه تیر ۵
۴-۱-۲-محیط سینه تیر ۵
۴-۱-۳-دوره (یا دوایر) رویش سالانه ۵
۴-۱-۴-ترک ۶
۴-۱-۵-شکاف ۶
۴-۱-۶-شکست عرضی و مورب ۶
۴-۱-۷-پوسیدگی ۶
۴-۱-۸-مغز چوب ۷
۴-۱-۹-مغز پوک چوب ۷
۴-۱-۱۰-قسمت برون چوب ۷
۴-۱-۱۱-قسمت درون چوب ۷
۴-۱-۱۲-گره ۷

۴-۱-۱۳-گره مرده ۷
۴-۱-۱۴-چوب فشاری و چوب کششی ۷
۴-۱-۱۵-جای زخم ۸
۴-۱-۱۶-رگه مرده ۸
۴-۱-۱۷-تکان خوردگی (گرد گسیختگی) ۸
۴-۱-۱۸-الیاف مارپیچی ۹
۴-۱-۱۹-ضایعات ناشی از حشرات ۹
۴-۱-۲۰-قرمزی داخل چوب (درون قرمز) ۹
۴-۱-۲۱-رنگ باختگی ۹
۴-۱-۲۲-ته تیر معیوب ۱۰
۴-۱-۲۳-انحنا یا خمیدگی در تیر چوبی ۱۰
۴-۱-۲۴-پیچ یا خم کوتاه ۱۰
۴-۱-۲۵-نمای ظاهری تیر ۱۱
۴-۱-۲۶-قسمت مماس با زمین ۱۱
۴-۱-۲۷-قطر گره ۱۱
۴-۱-۲۸-کلاس پایه‌اهی چوبی ۱۱
۴-۲-تعاریف مربوط به پایه‌های بتنی ۱۲
۴-۲-۱-بتن مسلح ۱۲
۴-۲-۲-بتن پیش تنیده ۱۲
۴-۲-۳-تندان ۱۲
۴-۲-۴-خاموت ۱۲
۴-۲-۵-مقاومت نرمال ۱۲
۴-۲-۶-مقاومت ارتجاعی ۱۲
۴-۲-۷-مقاومت نهایی ۱۲
۴-۲-۸-ضریب بار ۱۳
۴-۲-۹-انحراف از حالت مستقیم ۱۳

۵-معیارها و ضوابط فنی تیر چوبی ۱۳
۵-۱-مشخصات فنی پایه‌های چوبی ۱۳
۵-۱-۱-چوبهای مناسب برای ساخت پایه‌های چوبی ۱۳
۵-۱-۲-لکه در قسمت خارجی و زیر پوست درخت..... ۱۴
۵-۱-۳-ترک ۱۴
۵-۱-۴-شکاف ۱۵
۵-۱-۵-پوسیدگی..... ۱۵
۵-۱-۶-مغز پوک چوب..... ۱۵
۵-۱-۷-گره مرده..... ۱۵
۵-۱-۸-چوب فشاری و چوب کششی..... ۱۵
۵-۱-۹-جای زخم..... ۱۵
۵-۱-۱۰-فرورفتگیها در روی درخت ۱۶
۵-۱-۱۱-رگه مرده..... ۱۶
۵-۱-۱۲-تکان خوردگی..... ۱۶
۵-۱-۱۳-الیاف مارپیچی ۱۷
۵-۱-۱۴-ضایعات ناشی از حشرات ۱۷
۵-۱-۱۵-قرمزی داخل چوب..... ۱۷
۵-۱-۱۶-رنگ باختگی ۱۷
۵-۱-۱۷-ته تیر معیوب ۱۷
۵-۱-۱۸-انحنای تیر..... ۱۷
۵-۱-۱۹-خمیدگی کوتاه تیر..... ۱۸
۵-۱-۲۰-تغییرات طول تیر..... ۲۰
۵-۱-۲۱-محدودیت قطر گره در چوب ۲۰
۵-۱-۲۲-حداقل تنش خمشی ۲۰
۵-۱-۲۳-حداقل محیط سر تیر ۲۱
۵-۱-۲۴-حداقل قطر سر تیر..... ۲۱

۵-۱-۲۵-تغییرات مجاز قطر سر تیر ۲۱
۵-۱-۲۶-نیروی شکست ۲۱
۵-۱-۲۷-طول پایه‌های چوبی ۲۲
۵-۱-۲۸-حداقل محیط سینه تیر در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر ۲۲
۵-۱-۲۹-رطوبت پایه‌ها ۲۲
۵-۱-۳۰-اشباع پایه‌های چوبی ۲۳
۵-۱-۳۱-برش سر تیر ۲۳
۵-۱-۳۲-آزمایشهای لازم جهت اجرا برروی پایه‌های چوبی ۲۴
۵-۲-محاسبه مکانیکی پایه‌های چوبی ۲۴
۵-۳-طرح و ساخت پایه‌های چوبی ۲۵
۵-۴-علامت‌گذاری روی پایه‌های چوبی ۲۵
۵-۴-۱-کد چوبهای مختلف ۲۶
۵-۵-نگهداری، حمل و نقل و بهره‌برداری از پایه‌های چوبی ۲۸
۵-۵-۱-مقدمه ۲۸
۵-۵-۲-محل انبار ۲۸
۵-۵-۳-سکوی استقرار تیر (بالشتک) ۲۸
۵-۵-۴-نحوه قرار گرفتن پایه‌ها برروی سکو ۲۹
۵-۵-۵-حمل و جابجایی پایه‌ها ۲۹
۵-۵-۶-بهره‌برداری از پایه‌ها ۳۰
۶-معیارها و ضوابط فنی تیرهای بتنی ۳۱
۶-۱-مشخصات فنی ۳۱
۶-۱-۱-شکل ظاهری ۳۱
۶-۱-۱-۱-مقطع عرضی تیر ۳۱
۶-۱-۱-۲-سطح خارجی تیر ۳۱
۶-۱-۱-۳-سوراخها ۳۱
۶-۱-۱-۴-حد مجاز برای ارتفاع ۳۳

۶-۱-۱-۵-انحراف از حالت مستقیم..... ۳۳
۶-۱-۲-طرح و ساخت تیرهای بتنی مسلح..... ۳۳
۶-۱-۲-۱-تیرهای بتنی مسلح ۹ متری ۳۶
۶-۱-۲-۲-تیر بتنی مسلح ۱۲ متری ۴۱
۶-۱-۲-۳-تیر بتنی مسلح ۱۵ متری ۴۷
۶-۱-۳-طرح و ساخت تیرهای بتنی پیش تنیده..... ۵۲
۶-۱-۴-هادی اتصال زمین..... ۵۴
۶-۱-۵-حمل تیرها ۵۴
۶-۱-۶-گزارشها ۵۵
۶-۱-۷-بازرسی ۵۵
۶-۱-۸-پذیرش..... ۵۵
۶-۱-۹-علامت‌گذاری..... ۵۶
۶-۲-مشخصات مصالح و بتن مصرفی..... ۵۷
۶-۲-۱-انواع مصالح مصرفی ۵۷
۶-۲-۱-۱-سیمان مصرفی..... ۵۷
۶-۲-۱-۲-سنگدانه ۵۷
۶-۲-۱-۳-آب ۵۸
۶-۲-۱-۴-میلگرد..... ۵۹
۶-۲-۲-بتن ۶۰
۶-۲-۲-۱-ریختن بتن ۶۱
۶-۲-۲-۲-ارزیابی مقاومت و پذیرش بتن ۶۲
۶-۲-۳-بارهای پیش‌تنیدگی ۶۳
۶-۲-۳-۱-فولاد..... ۶۳
۶-۲-۳-۲-بتن ۶۳
۶-۳-تقسیم‌بندی تیرهای استاندارد..... ۶۳
۷-معیارها و ضوابط تیرهای فلزی..... ۶۶

۷-۱-طرح و ساخت پایه‌های فلزی ۶۶
۷-۱-۱-انواع پایه‌های فلزی ۶۶
۷-۱-۲-چگونگی ساخت پایه فلزی آهن کشیده (پرتیک یا A شکل) ۶۶
۷-۱-۳-چگونگی ساخت دکل فلزی مشبک ۶۶
۷-۱-۴-چگونگی ساخت دکل فلزی لوله‌ای ۶۹
۷-۲-سرویس و بهره‌برداری از پایه‌های فلزی ۷۲
۸-آزمون تیرها ۷۲
۸-۱-آزمون تیرهای بتنی ۷۲
۸-۱-۱-آزمونهایی که روی نمونه‌های تصادفی انجام می‌شود ۷۲
۸-۱-۱-۱-کارهای مقدماتی برای شروع آزمایش ۷۳
۸-۱-۱-۲-آزمایش مقاومت نرمال ۷۳
۸-۱-۱-۳-آزمایش مقاومت در مرحله ارتجاعی ۷۴
۸-۱-۱-۴-آزمایش مقاومت نهایی ۷۵
۸-۱-۱-۵-جمع‌بندی ۷۵
۸-۱-۲-آزمونی که روی تک‌تک تیرها صورت می‌پذیرد ۷۶
۸-۲-آزمون تیرهای چوبی ۷۶
۸-۲-۱-تعیین قدرت شکست ۷۶
۸-۲-۱-۱-مکان آزمایش ۷۶
۸-۲-۱-۲-مقدمات اولیه اجرای آزمایش ۷۹
۸-۲-۱-۳-اعمال بار (نیرو) ۷۹
۸-۲-۱-۴-محل تیر فور ۸۰
۸-۲-۱-۵-اندازه‌گیری نیرو ۸۰
۸-۲-۱-۶-انحرافات ۸۱
۸-۲-۱-۷-روش آزمایش ۸۱
۸-۲-۲-تعیین میزان رطوبت ۸۱
۸-۲-۲-۱-نمونه‌گیری ۸۱

۸-۲-۲-۲-نحوه آزمایش ۸۲
۸-۲-۳-تعیین میزان نفوذ مواد اشباع کننده در پایه ۸۲
۸-۲-۳-۱-نمونه‌گیری ۸۲
۸-۲-۳-۲-روش کار ۸۲
۸-۳-آزمون دکلهای فلزی ۸۳
۸-۳-۱-تست تحمل مکانیکی ۸۳
۸-۳-۲-بررسی کیفیت مواد مورد استفاده در ساخت دکل ۸۴
۹-فونداسیون ۸۴
۹-۱-گودبرداری برای نصب پایه‌ها ۸۴
۹-۱-۱-ابعاد گودال ۸۴
۹-۱-۲-جنس زمین ۸۵
۹-۱-۳-وزن و نیروی کششی پایه‌ها ۸۶
۹-۲-نصب پایه‌های بتنی ۸۸
۹-۳-نصب پایه‌های چوبی ۹۰
۹-۴-فونداسیون‌های خاص ۹۲
مراجع ۹۵
پیوست الف: اشباع پایه‌های چوبی ۹۶
الف-۱- روش بتل ۹۷
الف-۲- روش روپینگ ۹۸
الف-۲-۱- روش روپینگ ساده ۹۸
الف- ۲-۲- روش روپینگ دوبل ۹۸
الف-۳- مواد قابل استفاده برای اشباع چوب ۹۹
پیوست ب: محاسبه نیروی شکست پایه و حداکثر تنش خمشی پایه در نقطه متناظر با سطح زمین ۱۰۱

ب-۱- نیروی شکست ۱۰۱
ب- ۲- حداکثر تنش خمشی در سطح زمین ۱۰۱
پیوست ج: جایگاه آزمایش تیرهای بتنی ۱۰۵
ج-۱-سکو ۱۰۵
ج-۲- پایه ثابت ۱۰۵
پیوست د: عمل آوردن بتن ۱۱۰
د-۱- عمل آوردن بتن ۱۱۰
د-۱-۱- عمل آوردن بدون بخار ۱۱۰
د-۱-۲- عمل آوردن با بخار ۱۱۰

فهرست اشکال

شکل (۴-۱): محل یقه تیر ۵
شکل (۴-۲): حلقه‌های مربوط به دوره رویش سالانه ۶
شکل (۴-۳): مقطع چوب فشاری و کششی ۸
شکل (۴-۴): تکان‌خوردگی در چوب ۹
شکل (۴-۵): انحنای تیر ۱۰
شکل (۴-۶): خم کوتاه در تیر ۱۱
شکل (۴-۷): انحراف از حالت مستقیم ۱۳
شکل (۵-۱): محدودیت تعداد حلقه‌های رویش سالانه ۱۴
شکل (۵-۲): محدودیت تعداد حلقه‌های رویش سالانه ۱۴
شکل (۵-۳): محدودیت فاصله بین دو ترک ۱۴
شکل (۵-۴): محدودیت اثر زخم ۱۶
شکل (۵-۵) انحنای تیر در یک جهت ۱۸
شکل (۵-۶): انحنای تیر در دو جهت ۱۸
شکل (۵-۷): خمیدگی کوتاه تیر، حالت ۱ ..... ۱۹
شکل (۵-۸): خمیدگی کوتاه تیر، حالت ۲ ..... ۱۹
شکل (۵-۹): خمیدگی کوتاه تیر، حالت ۳ ..... ۱۹
شکل (۵-۱۰): برش سر تیر ۲۳
شکل (۵-۱۱): نحوه علامت‌گذاری روی پایه ۲۷
شکل (۵-۱۲): نمونه سکوی بتنی ۲۹
شکل (۵-۱۳): قرار گرفتن پایه‌ها برروی سکو ۲۹
شکل (۶-۱): فاصله سوراخها روی تیر بتنی ۳۲
شکل (۶-۲): شمای کلی تیر بتنی مسلح ۳۴
شکل (۶-۳): طرز قرار گرفتن آرماتورها نسبت به یکدیگر ۳۵
شکل (۶ ۴): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۲۰۰ ..... ۳۷
شکل (۶-۵): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۴۰۰ ..... ۳۸

شکل (۶-۶): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۶۰۰ ..... ۳۹
شکل (۶-۷): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۸۰۰ ..... ۴۰
شکل (۶-۸): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۲۰۰ ..... ۴۲
شکل (۶-۹): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۴۰۰ ..... ۴۳
شکل (۶-۱۰): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۶۰۰ ..... ۴۴
شکل (۶-۱۱): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۸۰۰ ..... ۴۵
شکل (۶-۱۲): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۱۲۰۰ ..... ۴۶
شکل (۶-۱۳): نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۴۰۰ ..... ۴۸
شکل (۶-۱۴): نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۶۰۰ ..... ۴۹
شکل (۶-۱۵): نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۸۰۰ ..... ۵۰
شکل (۶-۱۶): نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۸۰۰ ..... ۵۱
شکل (۶-۱۷): شمای کلی تیر بتنی پیش‌تنیده ۵۲
شکل (۷-۱): اجزای اصلی دکل فلزی مشبک ۶۷
شکل (۷-۲): دکل فلزی ۲۰ کیلوولت (۱۳۰۰ کیلوگرم و ۱۳ متر) ۶۸
شکل (۷-۳): پایه فلزی لوله‌ای – نوع تداخلی- با صفحه فلنج (۱۱ متری) ۷۰
شکل (۷-۴): پایه فلزی لوله‌ای- نوع بوش، تبدیل – با صفحه فلنج (۹ و ۱۰ متری) ۷۱
شکل (۸-۱): دستگاه آزمایش پایه‌های چوبی ۷۸
شکل (۸-۲): الوارهای چوبی ۷۹
شکل (۹-۱): نحوه اجرای فونداسیون و نصب پایه‌های بتنی ۸۹
شکل (۹-۲): جزئیات نصب پایه در زمین سست ۹۰
شکل (۹-۳): نصب پایه‌ها چوبی، در زمین سست با استفاده از بلوک سیمانی ۹۱
شکل (۹-۴): سکوی بتنی نصب پایه در مناطقی که به افزایش ارتفاع محل نصب یا افزایش مجازی طول پایه نیاز است. ۹۲
شکل (۹-۵): روش گودبرداری، نصب و دورچینی تیرهای بتنی در زمین‌های باتلاقی ۹۳
(۹-۶): نحوه سنگ‌چینی دور پایه برای مناطق با احتمال آبگرفتگی ۹۴
شکل (الف- ۱) قسمتهای اصلی سیستم اشباع پایه‌های چوبی ۹۶
شکل (الف-۲) منحنی عملیات اشباع به روش بتل ۹۷

شکل (الف-۳): منحنی عملیات اشباع به روش روپینگ ساده ۹۸
شکل (الف-۴): منحنی عملیات اشباع به روش روپینگ دوبل ۹۹
شکل (ب-۱): نحوه استقرار پایه برای محاسبه حداکثر تنش ۱۰۲
شکل (ج-۱): جایگاه آزمایش تیر بتنی ۱۰۵
شکل (ج-۲): گودبرداری، آرماتوربندی و بتون‌ریزی سکو ۱۰۶
شکل (ج-۳): برش افقی فونداسیون سکو ۱۰۷
شکل (ج-۴): برش عمودی فونداسیون سکو ۱۰۸
شکل (ج-۵): نمای روبرو و برش فونداسیون و مشخصات تیرآهنهای پایه ثابت ۱۰۹

فهرست جداول

جدول (۵-۱): محدودیت قطر گره در چوب ۲۰
جدول (۵-۲): حداقل محیط سرتیر برای کلاسهای مختلف ۲۱
جدول (۵-۳): حداقل قطر سر تیر برای کلاسهای مختلف ۲۱
جدول (۵-۴): نیروی شکست پایه برای کلاسهای مختلف ۲۲
جدول (۵-۵): حداقل محیط سینه در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر ۲۲
جدول (۶-۱): حداکثر انحراف مجاز از حالت مستقیم تیر بتنی ۳۳
جدول (۶-۲): مشخصات فنی تیر ۹ متری ۳۶
جدول (۶-۳): مشخصات فنی تیر ۱۲ متری ۴۱
جدول (۶-۴): مشخصات فنی تیر ۱۵ متری ۴۷
جدول (۶-۵): مشخصات فنی تیرهای بتنی پیش‌تنیده ۵۳
جدول (۶-۶): میزان مجاز مواد زیان‌آور در آب مصرفی بتن ۵۸
جدول (۶-۷): اطلاعات تیرهای بتنی مسلح ۶۴
جدول (۶-۸): اطلاعات تیرهای پیش‌تنیده ۶۵
جدول (۷-۱): میزان تداخل لوله‌ها در یکدیگر ۶۹
جدول (۷-۲): ضخامت مورد نیاز پوشش گالوانیزه روی دکلهای فلزی ۷۲
جدول (۸-۱): تعیین محل تیر فور نسبت به محور پایه و سطح زمین ۸۰
جدول (۹-۱): ابعاد گودبرداری تیرهای بتنی در زمین‌های متفاوت ۸۷
جدول (۹-۲): حداقل عمق دفن پایه‌های چوبی ۸۸

بخش اول
اصول طراحی و مهندسی

فهرست مطالب

۱- هدف

این استاندارد شامل حداقل مقررات و ضوابط برای طراحی و اجرای تیرهای چوبی، بتن مسلح و پیش تنیده و فلزی می‌باشد. همچنین در این استاندارد مشخصات فنی و آزمونهای مربوط به تیرهای چوبی، بتنی و فلزی مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲- دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این استاندارد برای تیرهای چوبی، بتنی و فلزی مورد استفاده در خطوط توزیع فشار متوسط و ضعیف می‌باشد.

۳- کلیات

خطوط توزیع هوایی، بطور کلی در همه جا روی پایه‌ها نصب می‌شوند. این پایه‌ها بیشتر از نوع بتنی، چوبی و یا فلزی هستند. البته به موازات پیشرفت در شبکه توزیع هوایی، مواد مناسب و کارآمدتر و همچنین روشهای جدید در ساخت تجهیزات، از جمله پایه‌های خطوط هوای توزیع پدیده آمده که کار محافظت بهتر پایه‌ها و ساخت پایه‌های توخالی و سبک، پیش تنیده، فایبر گلاس، کمپوزیت، فولادی و حتی آلیاژهای آلومینیومی را هموار کرده است.

یک پایه مناسب باید بتواند کلیه نیروهای عمودی و افقی که به آن وارد می‌شود را براحتی و با اطمینان کامل تحمل نماید. لازم به یادآوری است که نیروهای عمودی ناشی از وزن سیم یا لایه یخ دور سیم، یراق‌آلات، مقره و کنسول می‌باشد و نیروهای افقی ناشی کشش سیم، فشار باد و نیروهای ناشی از وزن هادی در نتیجه غیر یکنواخت بودن فاصله پایه‌ها از یکدیگر و زاویه انحراف خط است. از سوی دیگر، از نظر معماری شهری و زیبایی محیط، نیز پایه باید شرایط مطلوب را داشته باشد.

82461103

۳-۱- طبقه‌بندی پایه‌ها

۳-۱-۱- طبقه‌بندی براساس بارگذاری

پایه‌ها براساس نیروهای وارد بر آنها و بارگذاریشان به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

۱- پایه‌های تو خطی (میانی)[1]

این پایه‌ها، همان پایه‌های میانی در یک خط مستقیم هستند.

۲- پایه‌های کششی[2]

این پایه‌ها، در نقاط زاویه و انحراف خط نصب می‌شوند.

۳- پایه‌های انتهایی خط[3]

این پایه‌ها، در انتهای یک خط نصب می‌شوند و نیروی کشش وارده به آن یکطرفه است.

بدیهی است که محاسبه میزان نیروی شکست تیر و نیز رعایت کمترین قدرت تحمل پایه مورد نظر، تعیین کننده «کلاس» یا همان «قدرت کششی» پایه‌ها خواهد بود. در خطوط توزیع، طول پایه‌ها استاندارد بوده و در محدوده مشخص شده‌ای قرار می‌گیرد ولی استحکام آنها بستگی به ماده تشکیل دهنده و همچنین ابعاد سطح مقطع آنها دارد. این ویژگیها، در پایه‌های چوبی و بتنی استاندارد شده و «کلاس» یا «شماره رده» برای تیرهای چوبی و نیز «قدرت اسمی» و یا «مقاومت نرمال» برای تیرهای بتنی نام گرفته است.

کلاس پایه چوبی، عددی است که مشخص کننده نیروی شکست تیر براساس کمترین محیط سینه و کمترین قطر سر تیر چوبی است. در مورد تیرهای بتنی، تعیین قدرت، به مقدار مقاومت پایه بتنی در برای نیروهای مقاومت نرمال، مقاومت ارتجاعی و نیروهای مقاومت نهایی (در بند ۴، این نیروها تعریف شده‌اند) بستگی دارد.

نیروی مجاز وارد بر تیر درصدی از نیروی مقاومت نهایی است که با ضریب معکوس «ضریب اطمینان» در نیروی مقاومت نهایی بدست می‌آید. در شبکه‌های توزیع، به منظور تنوع‌زدایی تیرها را از نظر طول و قدرت به دسته‌های مشخصی طبقه‌بندی می‌شود که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

---

[1] - Tangent

[2] - Dead End

[3] - End Pole

۳-۱-۲- طبقه‌بندی براساس جنس و پایه

پایه‌های خطوط هوایی فشار متوسط و ضعیف، از لحاظ مواد سازنده آنها به سه نوع چوبی، فلزی و بتنی تقسیم می‌شوند.

۳-۱-۲-۱-پایه‌های چوبی

پایه‌های چوبی در ابتدا بطور وسیع در سیستم توزیع برق و خطوط انتقال تا ولتاژ ۶۳ کیلوولت استفاده می‌شد. اما امروزه بیشتر در مناطقی که امکان تردد وسایل نقلیه برای برپا کردن تیرهای سنگین بتنی ممکن نیست استفاده می‌شوند.

پایه‌های چوبی دارای سه مزیت اساسی می‌باشند:

الف- پایه‌های چوبی عایق طبیعی خوبی هستند

ب- بعلت سبکی، حمل و نقل آنها آسان است

ج- در مناطقی که چوب بطور فراوان وجود دارد، تیرها ارزانتر تمام می‌شوند

سهولت در حمل و نقل و نصب در مسیرهای با شیب تند و سخت، از مزایای شاخصی است که امروزه نیز باعث استفاده از تیرهای چوبی شده است.

از معایب پایه‌های چوبی،آسیب‌پذیری آنها در برابر عوامل جوی از جمله امکان آتش گرفتن آنها در اثر رعد و برق و یا در اثر تخلیه جزیی مقره سوزنی با فازها و پوسیدگی می‌باشد و همچنین در نگهداری پایه‌های چوبی، روش خاصی برای جلوگیری از تغییر شکل آنها لازم است. در ضمن برای جلوگیری از پوسیدگی آنها نیز باید تدابیر خاص اندیشید.

۳-۱-۲-۲-پایه‌های فلزی

برای احداث خطوط هوایی در مسیرهایی که حمل و نقل پایه‌های سنگین مشکل بوده و ضرورت چند تکه کردن پایه‌ها مورد نیاز باشد و یا به منظور عبور خطوط از موانع و مکانهایی که به قدرت و مقاومت بیشتری نیاز است، انواع تیرهای فلزی (فولادی) طراحی و مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ضمن بدلیل زیبایی و یکنواختی آنها، گونه‌هایی از این پایه‌ها در شبکه روشنایی معابر بکار می‌رود.

پایه‌های فلزی، براساس ویژگی‌های مورد نیاز برای کاربردی که دارند ساخته می‌شوند. در این پایه‌ها علاوه بر امکان گالوانیزه کردن، می‌توان آنها را به رنگهای مختلف رنگ‌آمیزی کرد. پایه‌های فلزی می‌توانند بطور مستقیم در زمین قرار داده شوند یا داخل پایه‌ای که بتن‌ریزی شده متصل شود و یا روی صفحه فلزی (فلنج) با پیچ محکم گردد.

پایه‌های فلزی بدلیل راحتی در حمل و نقل بخصوص در مناطق کوهستانی،بصورت چند تکه ساخته

82461103

می‌شوند، بدین ترتیب، هنگام حمل پایه‌ها به محل نصب،اجزا آن به یکدیگر پیچ و مهر شده و یا برش داده شده و مونتاژ می‌شود.

۳-۱-۲-۳-پایه‌های بتنی

پایه‌های بتنی در حال حاضر بطور وسیعی در شبکه‌های توزیع بکار برده می‌شوند. پایه‌های بتنی، بیشتر در مکانهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند که استحکام زیاد و شکل ظاهری از اهمیت بالایی برخوردار باشد. برای زیبایی بیشتر، می‌توان پایه‌های بتنی را در رنگها و شکلهای متفاوتی ساخت. پایه‌های سیمانی دارای سطح مقطعهای مربع، دایره‌ای و چند ضلعی (شش یا هشت ضلعی) هستند. پایه‌های سیمانی، در اثر آب و هوای خشک یا مرطوب، دچار پوسیدگی، زنگ‌زدگی و خرابی چندانی نمی‌شوند و بطور معمول نسبت به پایه‌های چوبی به تعمیرات کمتری نیاز دارند و با توجه به روند تکاملی ساخت فرآورده‌های بتنی در جهت کاهش وزن، این پایه‌ها با حفظ استقامت مکانیکی همچنان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پایه‌های بتنی را بصورت توخالی یا لانه زنبوری می‌سازند تا وزن آنها، که عیب این نوع پایه‌هاست کم شود، زیرا سنگینی آنها بخصوص در محلهای نامناسب یا سطوح شیب‌دار، کوهپایه‌ها، کار نصب را با مشکل مواجه می‌کند. امروزه تکنولوژی ساخت پایه‌های توخالی نوع گرد، که براساس اصول دوران قالب و نیروی گریز از مرکز ساخته می‌شوند و وزن آنها کمتر می‌شود باید جایگزین سایر روشها شده و توسعه یابد.

82461103

فهرست مطالب

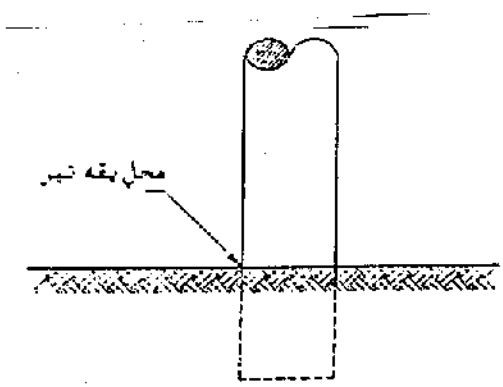
۴- تعاریف و اصطلاحات

۴-۱- تعاریف مربوط به پایه‌های چوبی

در این استاندارد از اصطلاحاتی استفاده شده است که تعریف آنها در این قسمت می‌آید.

۴-۱-۱- یقه تیر

فصل مشترک بین تیر چوبی و سطح زمین، یقه تیر نام دارد. (شکل ۴-۱)



شکل (۴-۱): محل یقه تیر

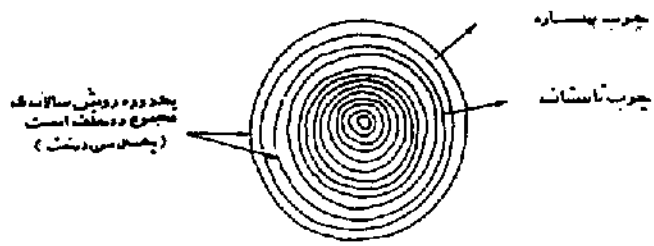
۴-۱-۲- محیط سینه تیر

محیط آن قسمت از تیر که در ارتفاع ۱۸۳ سانتیمتری از ته تیر قرار گرفته است محیط سینه تیر نام دارد.

۴-۱-۳- دوره (یا دوایر) رویش سالانه

دوره رویش سالانه درخت عموماً در فصل بهار آغاز و در اواخر تابستان پایان می‌یابد. دوره رویش سالانه شامل یک حلقه چوب روشن رنگ بهاره و یک حلقه چوب تیره رنگ تابستانی است که مجموع این دو حلقه، دایره رویش سالانه نام دارد (حلقه‌ها در مقطع تیر مشخص می‌باشند). هر دوره رویش سالانه نشان دهنده یک سال برای سن درخت است. (شکل ۴-۲)

82461103



شکل (۴-۲): حلقه‌های مربوط به دوره رویش سالانه

۴-۱-۴- ترک

به هنگام خشک کردن چوب، تنشهای داخلی ایجاد شده موجب ظهور شیارهایی سطحی به موازات محور طولی تیر می‌گردد. این شیارها ترک نامیده می‌شوند که بطور معمول در امتداد شعاع دوایر رویش سالانه و محور طولی تیر توسعه می‌یابند.

۴-۱-۵- شکاف

حالت عمیق ترک که ممکن است تا مرکز تیر امتداد یابد شکاف نامیده می‌شود.

۴-۱-۶- شکست عرضی و مورب

شکست عرضی و مورب، در اثر جدا شدن الیاف چوب حاصل می‌شود و بطور معمول در جهت عمود بر محور طولی و یا مورب می‌باشد. نیروهای خارجی وارد شده به تیر و یا نامتعادل بودن تنشهای داخلی عامل این شکست هستند. باید توجه داشت چوبهایی که دارای این نوع شکست هستند نباید در ساخت پایه‌های چوبی بکار روند.

۴-۱-۷- پوسیدگی

پوسیدگی بر اثر تجزیه بافت چوب توسط قارچهای مخرب ایجاد می‌شود. پوسیدگی ابتدا بصورت مقدماتی است. در مرحله مقدماتی به سختی چوب لطمه‌ای وارد نمی‌شود (چوب نرم نمی‌شود). از علائم پوسیدگی مقدماتی تغییر رنگ مختصری است که در چوب ایجاد می‌شود. در صورت ادامه روند پوسیدگی پس از مرحله مقدماتی، پوسیدگی پیشرفته ایجاد می‌شود که به علت آثار تخریبی، به سهولت تشخیص داده می‌شود. در این مرحله از پوسیدگی، چوب نرم و مجوف و شکننده شده و الیاف و دوایر رویشی آن پیوستگی خود را از دست می‌دهند.

۴-۱-۸- مغز چوب

قسمت نرم و مرکزی تنه و شاخه درخت که محل ذخیره مواد غذایی و دفع مواد غیر ضرروی است مغز چوب نامیده می‌شود.

۴-۱-۹- مغز پوک چوب

در صورتی که بر اثر حمله حشرات یا آفات نباتی قسمتی از مغز چوب دچار پوسیدگی شود و این پوسیدگی در سراسر مغز چوب یا قسمتی از آن سرایت کند، مغز چوب پوک خواهد شد.

۴-۱-۱۰- قسمت برون چوب

قسمتی از درخت که وظیفه حفظ انجام اعمال فیزیولوژیکی و همچنین حفظ استقامت بدنه درخت را به عهده دارد، برون چوب نامیده می‌شود.

۴-۱-۱۱- قسمت درون چوب

قسمتی از درخت که وظیفه حفظ استقامت ساقه را به عهده دارد و در مجاورت مغز قرار گرفته، درون چوب نامیده می‌شود. این قسمت در انجام اعمال فیزیولوژیکی نقشی ندارد.

۴-۱-۱۲- گره

اثری که محل اتصال شاخه به تنه درخت باقی می‌گذارد گره نام دارد.

۴-۱-۱۳- گره مرده

هنگامی که شاخه درخت در اثر بریدن و یا سایر عوامل می‌میرد ارتباط بافت چوبی ساقه و شاخه قطع شده و در نتیجه گره مرده بوجود می‌آید.

۴-۱-۱۴- چوب فشاری و چوب کششی

گاهی مشاهده می‌شود که پس از قطع تنه درخت دوایر رویشی سالانه در یک سمت مقطع پنهای بیشتری دارد. بنابراین به نظر می‌رسد مغز چوب بجای مرکز در یک گوشه مقطع قرار گرفته است و چوب تابستانه در آن به نسبت زیادتری وجود دارد (شکل ۴-۳). رنگ این قسمت از مقطع اغلب تیره (قرمز) می‌باشد.

شکل (۴-۳): مقطع چوب فشاری و کششی

این نوع چوب در درختان سوزنی برگ چوب فشاری و در درختان پهن‌برگ، چوب کششی نامیده می‌شود. چوب فشاری پس از خشک شدن خمیده می‌شود و در چوب کششی مقاومت در مقابل فشار و مدول الاستیسیته کم است.

۴-۱-۱۵- جای زخم

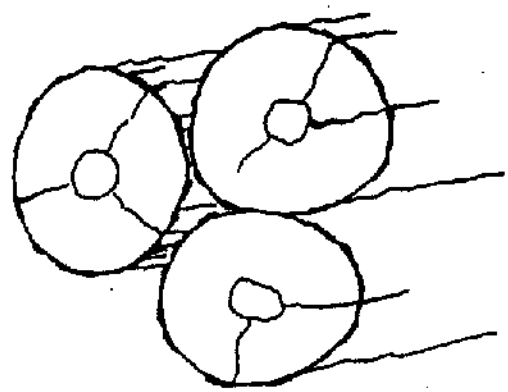
جای زخم ناشی از فرورفتگی سطح چوب بر اثر زخمی شدن می‌باشد که ترمیم آن بصورت طبیعی انجام نشده است.

۴-۱-۱۶- رگه مرده

به دلیل آسیب رساندن حشرات و یا سایر صدمات خارجی، سلولهای رویشی چوب و پوست در قسمتی از درخت دچار ضایعه می‌گردند. از آنجا که سلولهای رویشی در قسمتهای سالم درخت به رشد خود ادامه می‌دهند لذا بخش صدمه دیده درخت پس از مدتی بصورت یک شیار خالی برروی درخت ظاهر می‌شود. به این شیار رگه.مرده گفته می‌شود. ظاهر رگه‌های مرده، کهنه و رنگ آنها دستخوش تغییر می‌گردد. در صورتی که چوب دارای رگه مرده باشد باید با توجه به احتمال صدمه دیدن آن بر اثر زخم، فرورفتگی و پوسیدگی، استفاده از آن برای ساخت پایه با احتیاط لازم همراه باشد.

۴-۱-۱۷- تکان خوردگی (گرد گسیختگی)

تکان خوردگی عبارت است از انفصال دوایر رویش سالانه که در داخل ساقه و به شکل یک حلقه می‌باشد. (شکل ۴-۴)



شکل (۴-۴): تکان‌خوردگی در چوب

۴-۱-۱۸- الیاف مارپیچی

در اغلب چوبهای طبیعی، امتداد الیاف تقریباً موازی با محور ساقه است. در بعضی مواقع جهت الیاف با محور درخت حالت مارپیچی پیدا می‌کنند بصورتی که الیاف ممکن است سمت راست یا چپ محور پیچیده باشند. مارپیچی بودن الیاف موجب کاهش مقاومت چوب در مقابل نیروهای کششی می‌شود.

۴-۱-۱۹- ضایعات ناشی از حشرات

ضایعات ناشی از حشرات (یا نوزاد کرمی شکل آنها) منجر به بروز خراشهای سطحی، شیارهای کوتاه و یا سوراخهای کوچک برروی چوب می‌شود. این ضایعه در نهایت با ایجاد سوراخهای عمقی در داخل چوب تکمیل می‌گردد.

۴-۱-۲۰- قرمزی داخل چوب (درون قرمز)

یک نوع انگل قارچی به نام Fomes Pini، پدیده درون قرمزی را موجب می‌شود. در مراحل اولیه آلودگی قارچی، درون چوب درخت زنده به رنگ قرمز یا قهوه‌ای درمی‌آید. در ادامه، چوب درخت زنده تجزیه و فاشد شده و در نقاط کوچک (ولی مشخص و آشکار) پوسیده و به شکل حفره‌هایی که دور آنها به توسط خطوط سفید احاطه شده است در می‌آید.

۴-۱-۲۱- رنگ باختگی

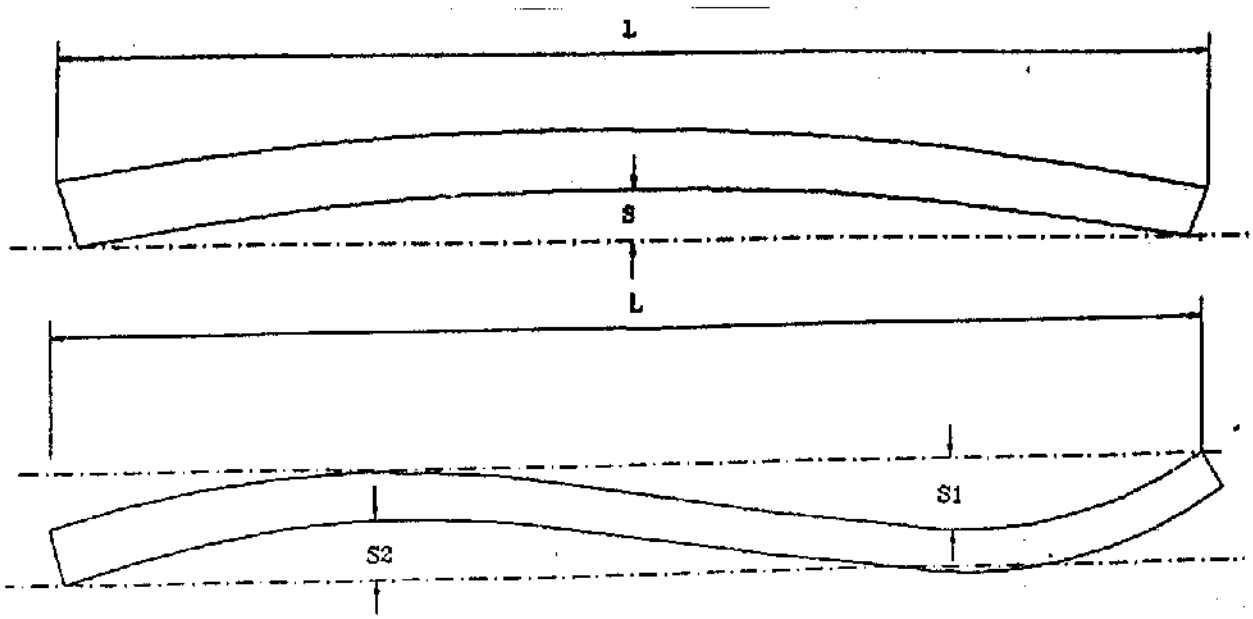
رنگ باختگی عبارت است از تغییر رنگ قسمت خارجی و زیر پوست درخت که بوسیله انگلهای قارچی و فعالیت سایر عوامل خارجی بوجود می‌آید ولی باعث تخریب و نرم شدن پوست درخت نمی‌شود.

۴-۱-۲۲- ته تیر معیوب

به هنگام قطع درخت و یا تبدیل آن به تیر چوبی ممکن است قسمتی از انتهای تیر کنده شده و در نتیجه فضای خالی ایجاد شود. به این شکل ته تیر معیوب خواهد بود.

۴-۱-۲۳- انحنا یا خمیدگی در تیر چوبی

انحراف قامت نیز از امتداد مستقیم، انحنا نام دارد. (شکل ۴-۵)



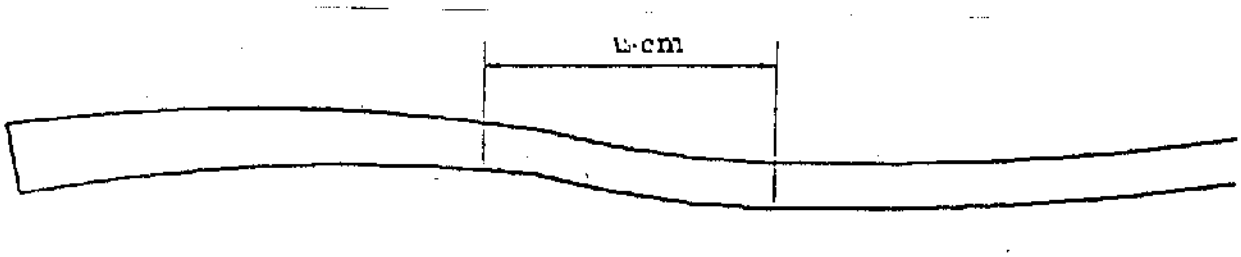
انحراف تیر از امتداد مستقیم = S_2، S_1 و S و طول تیر = L

شکل (۴-۵): انحنای تیر

۴-۱-۲۴- پیچ یا خم کوتاه

پیچ یا خم کوتاه عبارت است از خمیدگی کوتاه موضعی تیر بطوری که فاصله دو سر خمیدگی حداکثر ۱۵۰ سانتیمتر باشد (شکل ۴-۶).

82461103



شکل (۴-۶): خم کوتاه در تیر

۴-۱-۲۵- نمای ظاهری تیر

تصویر تیر برروی صفحه‌ای به موازات محور طولی تیر، نمای ظاهری تیر نامیده می‌شود.

۴-۱-۲۶- قسمت مماس با زمین

آن قسمت از تیر که بین ۳۰ سانتیمتر بالاتر و ۶۰ سانتیمتر پایین‌تر از سطح زمین واقع شده است قسمت مماس با زمین نام دارد.

۴-۱-۲۷- قطر گره

قطر گره روی تنه درخت چوب و در جهت عمود بر محور طولی تیر اندازه‌گیری می‌شود. قسمت خارجی گره (زیر پوست و دارای شیره) و قسمت داخلی و سخت آن باید در اندازه‌گیری در نظر گرفته شود.

۴-۱-۲۸- کلاس پایه‌اهی چوبی

کلاس هر پایه عددی است که مشخص کننده حداقل محیط سرتیر، حداقل قطر سرتیر، تغییرات مجاز قطر تیر و نیروی شکست تیر می‌باشد. پایه‌های قابل استفاده در شبکه برق به ۷ کلاس تقسیم می‌شوند. قویترین پایه‌ها که محیط آنها بیشترین مقدار را دارد در کلاس یک قرار می‌گیرند. با افزایش کلاس، از مقاومت پایه کاسته و محیط سینه (و در نتیجه قطر سینه) آن نیز کم می‌شود.

بطور کلی، پایه‌های کلاس یک برای شبکه فشارقوی، کلاسهای ۲، ۳ و ۴ برای شبکه فشار متوسط و کلاسهای ۵، ۶ و ۷ برای شبکه فشار ضعیف مناسب هستند.

82461103

۴-۲- تعاریف مربوط به پایه‌های بتنی

۴-۲-۱- بتن مسلح

به بتنی اطلاق می‌گردد که در داخل آن میلگردهای فولادی (آرماتور) جهت افزایش استحکام بتن بکار رفته باشد. میلگردهای فولادی بصورت اسکلت فولادی در قالب قرار می‌گیرد و پس از بتن‌ریزی در قالب و رسیدن مقاومت بتن به حد کافی قالبها برداشته می‌شود.

۴-۲-۲- بتن پیش تنیده

به بتنی اطلاق می‌گردد که میله یا سیمهای فولادی (تندان) پیش از ریختن 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.

۴-۲-۳- تندان[1]

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

۴-۲-۴- 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 بکار می‌روند.

۴-۲-۵- 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.

۴-۲-۶- مقاومت ارتجاعی

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

۴-۲-۷- مقاومت نهایی

میزان باری است که در اثر وارد شدن، تیر شکسته می‌شود.

---

[1] - Tendon

82461103

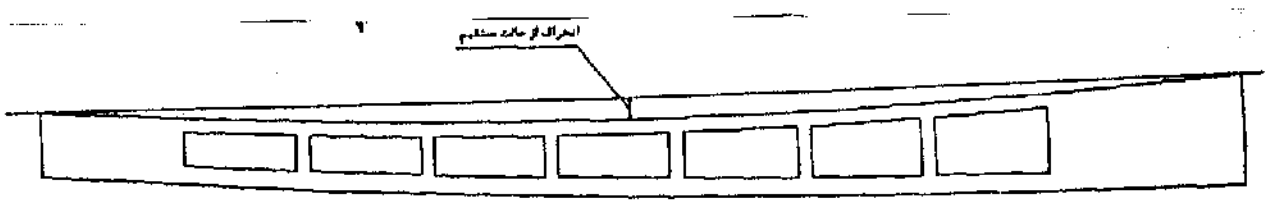
بخش دوم
معیارها و ویژگیهای فنی

۴-۲-۸- ضریب بار

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

۴-۲-۹- 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 ۴-۷)



شکل (۴-۷): انحراف از حالت مستقیم

فهرست مطالب

۵- معیارها و ضوابط فنی تیر چوبی

۵-۱- مشخصات فنی پایه‌های چوبی

۵-۱-۱- چوبهای مناسب برای ساخت پایه‌های چوبی

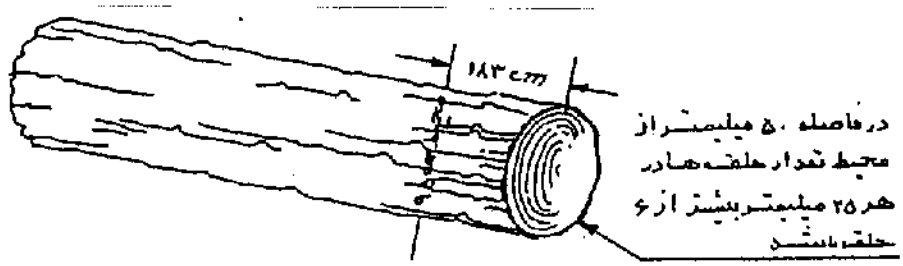
با توجه به آزمایشهای انجام شده برروی گونه‌های مختلف درختان پهن برگ و سوزنی برگ کشور، استفادهاز درختان زیر برای تهیه پایه‌های چوبی مناسب است:

- سوزنی برگ شامل کاج تدا، کاج تهران و کاج زربین
- پهن برگ شامل راش، ممرز، تبریزی، صنوبر، افرا، اکالیپتوس و انجیلی

رشد درختانی که برای تهیه پایه‌های چوبی بکار می‌روند باید دارای شرایطی بصورت زیر باشد:

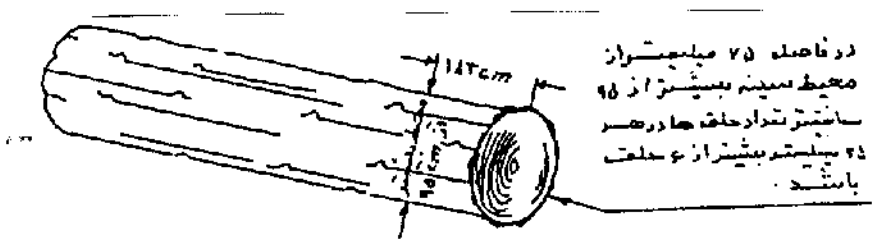
الف- تعداد حلقه‌های رویش سالانه در طول ۲/۵ سانتیمتر و فاصله ۵ سانتیمتری از محیط مقطع عرضی درختانی که محیط سینه آنها از ۹۵ سانتیمتر کمتر است باید بیش از ۶ باشد (شکل ۵-۱).

82461103



شکل (۵-۱): محدودیت تعداد حلقه‌های رویش سالانه

ب- تعداد حلقه‌های رویش سالانه در طول ۲/۵ سانتیمتر و فاصله ۷/۵ سانتیمتر از محیط مقطع عرضی درختانی که محیط سینه آنها بیش از ۹۵ سانتیمتر است باید بیش از ۶ باشد (شکل ۵-۲)



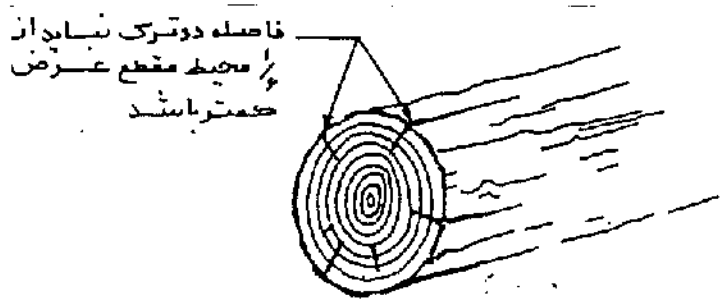
شکل (۵-۲): محدودیت تعداد حلقه‌های رویش سالانه

۵-۱-۲- لکه در قسمت خارجی و زیر پوست درخت

تغییر رنگی که در قسمت خارجی و زیر پوست درخت توسط انگلهای قارچی و خزه‌ای ایجاد می‌شود ولی منجر به فساد و نرمی چوب نمی‌گردد مجاز است.

۵-۱-۳- ترک

طول ترکهای ظاهر شده در سر پایه حداکثر می‌تواند ۳۰ سانتیمتر باشد. این مقدار در قسمت پایین پایه می‌تواند تا ۶۰ سانتیمتر باشد. در عین حال فاصله دو ترک نزدیک به هم که منتهی به مقطع عرضی سر یا ته می‌شوند نباید از یک ششم محیط مقطع عرضی کمتر باشد (شکل ۵-۳).



شکل (۵-۳): محدودیت فاصله بین دو ترک

82461103

در صورتی که سایر ترکهای موجود در طول تیر خارج از معیارهای مذکور باشند، انتخاب و استفاده از تیر مجاز است.

۵-۱-۴- شکاف

طول شکافهایی که در سر تیر ظاهر می‌شوند نباید بیش از ۳۰ سانتیمتر باشد. این مقدار در ته تیر می‌تواند تا ۶۰ سانتیمتر ادامه یابد. البته اگر طول سایر شکافهای موجود در امتداد تیر بیشتر از مقادیر ذکر شده باشد می‌توان از پایه استفاده کرد. فاصله دو شکاف نزدیک به هم که منتهی به مقطع عرضی سر یا ته گردند نباید کمتر از یک ششم محیط مقطع مربوطه باشد.

۵-۱-۵- پوسیدگی

وجود پوسیدگی مقدماتی در چوب مانع استفاده از آن برای ساخت پایه نیست ولی چوبهای دارای پوسیدگی پیشرفته برای ساخت پایه مناسب نمی‌باشند.

۵-۱-۶- مغز پوک چوب

استفاده از چوبهای که مغز آنها پوک شده است برای تهیه پایه‌های چوبی مجاز نیست.

۵-۱-۷- گره مرده

اگر عمق گره‌های مرده تا ۵ سانتیمتر از سطح چوب ادامه داشته باشد می‌توان از چوب برای ساخت پایه استفاده کرد. در غیر این صورت احتمال ایجاد پوسیدگی داخلی چوب وجود دارد و لذا استفاده از چوب برای ساخت پایه مجاز نیست.

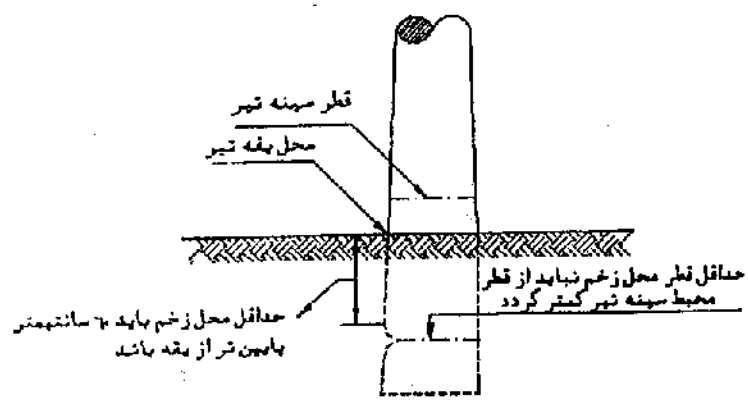
۵-۱-۸- چوب فشاری و چوب کششی

استفاده از چوبهایی که دارای علائم چوب فشاری (یا کششی) در فاصله ۲۵ میلیمتری از محیط قطع شده در ابتدا یا انتهای چوب هستند، برای ساخت پایه مجاز نیست.

۵-۱-۹- جای زخم

در انتخاب تیرهای چوبی باید توجه داشت که سطح تیر تا ارتفاع ۶۰ سانتیمتر بالاتر از محل یقه باید فاقد جای زخم باشد. در سایر قسمتهای تیر آثار زخم در صورتی جای اشکال ندارد که بتوان با تراشی مختصر آنها را ترمیم نمود و در عین حال شرایط زیر را نیز باید در نظر گرفت:

الف- قطر مقطع عرضی تیر در محل زخم ترمیم شده واقع در ۶۰ سانتیمتری پایین‌تر از محل یقه، نباید کمتر از قطر مقطع محیط سینه تیر گردد (شکل ۵-۴)



شکل (۵-۴): محدودیت اثر زخم

ب- اگر قطر تیر در محل اثر زخم ۲۵ سانتیمتر یا کمتر باشد، عمق زخم ترمیم شده نباید از ۵ سانتیمتر تجاوز کند. چنانچه قطر تیر در محل زخم ترمیم شده، بیش از ۲۵ سانتیمتر باشد عمق اثر زخم نباید بیش از یک پنجم قطر تیر در محل زخم ترمیمی باشد.

۵-۱-۱۰- فرورفتگیها در روی درخت

درختانی که عمق فرورفتگیهای روی آنها کمتر از ۵ سانتیمتر باشد (اندازه‌گیری عمق از روی پوست انجام می‌شود) برای ساخت پایه‌های چوبی مجاز هستند.

۵-۱-۱۱- رگه مرده

با رعایت محدودیتهای ذکر شده در مورد پوسیدگی، اثر زخم و فرورفتگی، می توان از چوبهای دارای رگه مرده برای ساخت پایه استفاده کرد.

۵-۱-۱۲- تکان خوردگی

تکان خوردگی در انتهای پایه در صورتی که فاصله آن تا محیط مقطع انتهای پایه بیش از ۵ سانتیمتر باشد و ضمناً تکان خوردگی تا یقه تیر ادامه نداشته باشد مجاز است. برای تکان خوردگی در سر تیر دو محدودیت زیر لازم است رعایت شود:

الف- اگر قطر دایره تکان خوردگی بیش از نصف قطر سر تیر باشد نمی‌توان از پایه استفاده کرد زیرا تکان‌خوردگی موجب می‌شود پایه استحکام خود را از دست بدهد.

ب- با توجه به اینکه از محل تکان خوردگی سر تیر ممکن است حشرات و قارچها به داخل تیر نفوذ کرده و موجب پوسیدگی آن شوند، در صورتی که تمام تیر آغشته به مایع اشباع گردد خطر ضایعات

82461103

حشرات و قارچها منتفی شده و اگر قطر دایره تکان‌خوردگی بیش از یک دوم قطر سر تیر نباشد استفاده از پایه مجاز است.

اگر فقط قسمت پایین تیر که در زمین قرار می‌گیرد اشباع شده باشد، هیچگونه تکان‌خوردگی در سر پایه مجاز نیست.

۵-۱-۱۳- الیاف مارپیچی

استفاده از درختان دارای الیاف مارپیچی جهت ساخت پایه تحت شرایط زیر مجاز است:

طول تیر	حداکثر پیچش مجاز
۹ متر و کمتر	یک دور کامل در هر ۳ متر
۱۰ تا ۱۴ متر	یک دور کامل در هر ۵ متر
بیش از ۱۵ متر	یک دور کامل در هر ۶ متر

۵-۱-۱۴- ضایعات ناشی از حشرات

استفاده از درخت برای تهیه پایه در صورتی مجاز است که قطر سوراخهای بوجود آمده توسط حشرات حداکثر یک سانتیمتر باشد. در صورت وجود ضایعات دیگر ناشی از حشرات، استفاده از درخت مجاز نیست.

۵-۱-۱۵- قرمزی داخل چوب

استفاده از چوبهایی که قرمزی داخل آن همراه با پوسیدگی و فساد است برای ساخت پایه مجاز نمی‌باشد.

۵-۱-۱۶- رنگ باختگی

رنگ‌باختگی قسمت خارج چوب در صورتی که همراه با فساد داخلی نباشد مجاز است.

۵-۱-۱۷- ته تیر معیوب

در صورتی که سطح فضای خالی ایجاد شده در ته تیر بیش از ۱۰ درصد سطح مقطع عرضی تیر باشد استفاده از تیز مجاز نیست.

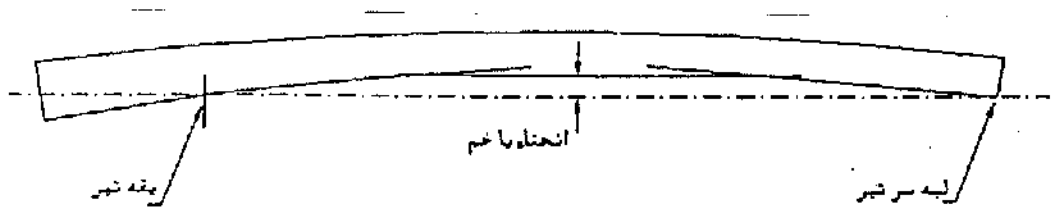
۵-۱-۱۸- انحنای تیر

با در نظر گرفتن شرایط زیر، تیر می‌تواند دارای انحنا باشد:

الف- انحنا در یک جهت: برای تیرهای با ارتفاع حداکثر ۱۵ متر که در یک جهت خمیدگی دارند، برای اندازه‌گیری خمیدگی آنها به این صورت اقدام می‌شود که ابتدا در طول تیر خمیده، قطعات ۳ متری

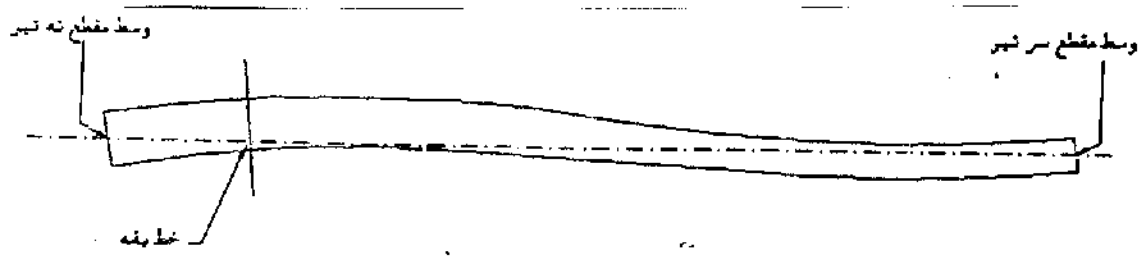
82461103

از محل یقه به بالا انتخاب و علامت گذاری می‌شوند، سپس یک نخ در ابتدا و انتهای هر قطعه ۳ متری بصورت کشیده و مستقیم نگهداشته می‌شود. در این حالت هیچ نقطه‌ای از تیر در قسمت خمیدگی واقع در قطعه ۳ متری، نباید فاصله‌ای بیش از ۲/۵ سانتیمتر با نخ داشته باشد (شکل ۵-۵).



شکل (۵-۵) انحنای تیر در یک جهت

ب- انحنا در دو جهت: خط مستقیمی که از وسط سر و ته تیر می‌گذرد باید در فاصله این دو نقطه در محلهای انحنا حداقل مماس با سطح تیر باشد (شکل ۵-۶).



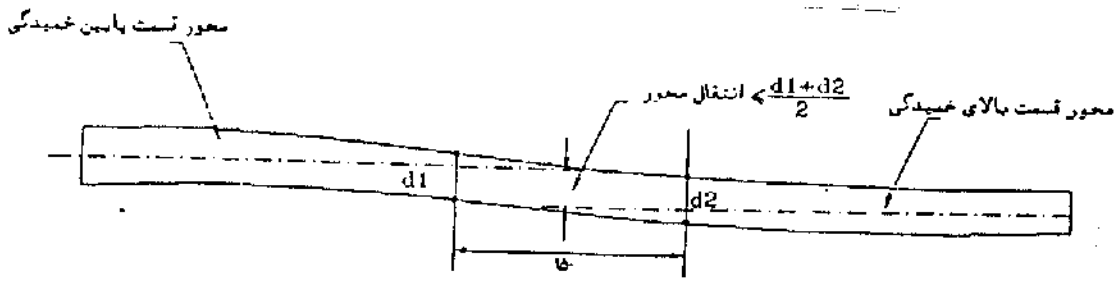
شکل (۵-۶): انحنای تیر در دو جهت

۵-۱-۱۹- خمیدگی کوتاه تیر

تیر باید فاقد خمیدگیهای کوتاه باشد. برای اندازه‌گیریهای خمیدگی‌های کوتاه ۱۵۰ سانتیمتری یا کمتر به شرح زیر عمل می‌شود:

حالت ۱- در صورتی که محورهای مبنا با هم تقریباً موازی باشند فاصله دو محور، نباید از متوسط قطر بالا و پایین خمیدگی، بیشتر باشد. (شکل ۵-۷)

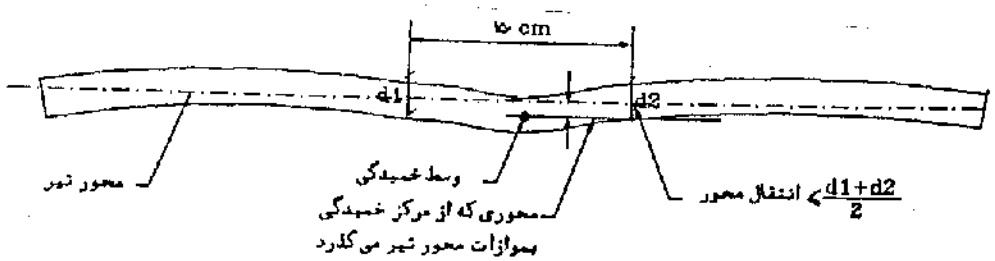
$$\text{فاصله دو محور} \le \frac{d_1 + d_2}{2}$$



شکل (۵-۷): خمیدگی کوتاه تیر، حالت ۱

حالت ۲: در صورتی که محور بالا و پایین خمیدگی کوتاه، بر هم منطبق باشند فاصله محور تیر از محوری که از مرکز قسمت خمیدگی به موازات محور تیر می‌گذرد، نباید از متوسط قطر بالا و پایین خمیدگی بیشتر باشد (شکل ۵-۸).

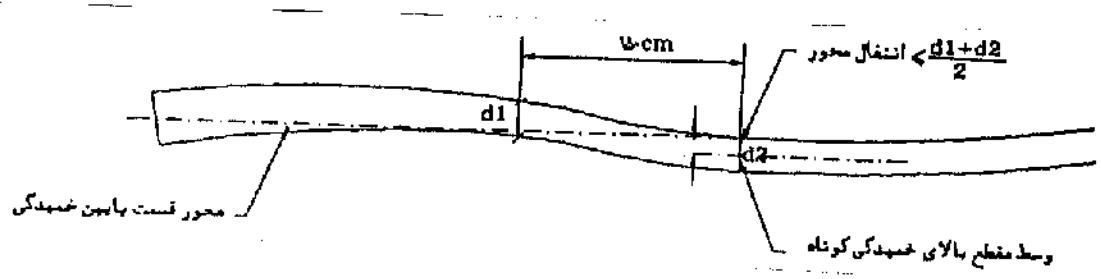
فاصله دو محور $\leq \frac{d_1 + d_2}{2}$



شکل (۵-۸): خمیدگی کوتاه تیر، حالت ۲

حالت ۳: در صورتی که محور بالا و پایین قسمت خمیدگی بر هم منطبق نبوده و موازی نیز نباشند فاصله محور پایین تیر و خطی که از مرکز مقطع عرضی بالای خمیدگی و موازی پایین کشیده شده نباید بیشتر از متوسط قطر بالا و پایین خمیدگی باشد (شکل ۵-۹).

فاصله محور پایین و مرکز بالای خمیدگی $\leq \frac{d_1 + d_2}{2}$



شکل (۵-۹): خمیدگی کوتاه تیر، حالت ۳

۵-۱-۲۰- تغییرات طول تیر

طول تیرهایی که درازای اسمی آنها کمتر از ۱۵ متر است، نباید کمتر از ۸ و بیشتر از ۱۵ سانتیمتر با طول اسمی، اختلاف داشته باشند. در تیرهای بلندتر از ۱۵ متر، مقادیر مذکور به ترتیب ۱۵ و ۳۰ سانتیمتر هستند.

۵-۱-۲۱- محدودیت قطر گره در چوب

به هنگام انتخاب درخت برای تهیه پایه چوبی و یا خرید پایه باید توجه شود قطر هر گره و مجموع قطر گره‌های موجود در یک فاصله ۳۰ سانتیمتری در طول پایه نباید از حدود جدول (۵-۱) تجاوز کند:

جدول (۵-۱): محدودیت قطر گره در چوب

طول تیر	محل گره‌ها	کلاس ۱، ۲ و ۳	کلاس ۴، ۵، ۶ و ۷
۸ تا ۱۵ متر	نیمه اول از ته تیر	قطر هر گره، ۷/۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر	قطر هر گره، ۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر
۸ تا ۱۵ متر	نیمه دوم از ته تیر	قطر هر گره، ۱۲/۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر	قطر هر گره، ۱۰ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر
بیش از ۱۵ متر	نیمه اول از ته تیر	قطر هر گره، ۱۰ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمتر	قطر هر گره، ۱۰ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمتر
بیش از ۱۵ متر	نیمه دوم از ته تیر	قطر هر گره، ۱۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمتر	قطر هر گره، ۱۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمترر

۵-۱-۲۲- حداقل تنش خمشی

با توجه به نتایج آزمایشهای انجام شده برروی پایه‌های چوبی وارداتی، حداقل تنش خمشی پایه‌های مذکور برابر ۵۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد. از طرف دیگر ممکن است حداقل تنش خمشی چوبهایی که در داخل کشور بعمل آورده می‌شوند از ۵۶۰ کمتر باشد ولی بتوان با تغییر سطح مقطع و طول تیر (در حدودی که در استاندارد پیش‌بینی شده است و از لحاظ ساخت و همچنین زیبایی، اشکالی ایجاد نکند) به نتایج قابل قبول از دید آزمایشهای بارگذاری دست یافت. بنابراین چنانچه حداقل تنش خمشی پایه‌ای کمتر از ۵۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد نمی‌توان رای به عدم استفاده از آن داد مگر اینکه تغییر طول و یا سطح مقطع در چارچوب مجاز به نتایج قابل قبول از نظر بارگذاری منتهی شود.

۵-۱-۲۳- حداقل محیط سر تیر

حداقل محیط سر تیر برای پایه‌های چوبی با طول بین ۸ تا ۱۸ متر در هر کلاس عدد ثابتی است که در جدول (۵-۲) نشان داده شده است.

جدول (۵-۲): حداقل محیط سرتیر برای کلاسهای مختلف

کلاس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
حداقل محیط سرتیر (سانتیمتر)	۶۸	۶۳	۵۸	۵۳	۴۸	۴۳	۳۸

۵-۱-۲۴- حداقل قطر سر تیر

حداقل قطر سر تیر در کلاسهای مختلف عددی ثابت است. بنابراین با افزایش طول پایه، قطر سینه آن نیز افزایش می‌یابد. در جدول (۵-۳) حداقل قطر سر تیر برای کلاسهای مختلف آورده شده است.

جدول (۵-۳): حداقل قطر سر تیر برای کلاسهای مختلف

کلاس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
حداقل محیط سرتیر (سانتیمتر)	۲۲	۲۰	۱۹	۱۷	۱۵	۱۴	۱۲

۵-۱-۲۵- تغییرات مجاز قطر سر تیر

از آنجا که به هنگام انتخاب درختان برای تهیه پایه‌های چوبی شاید بتوان به قطر تعیین شده برای سر تیر دست یافت، تغییرات مجازی برابر ۲+ سانتیمتر برای قطر سرتیر در تمام کلاسها در نظر گرفته می‌شود.

۵-۱-۲۶- نیروی شکست

نیروی شکست پایه در کلاسهای مختلف در جدول (۵-۴) آورده شده است. روش آزمایش به منظور محاسبه این نیرو در بند ۸-۲ ذکر شده است. در پیوست ب، نحوه محاسبه نیروی شکست پایه آمده است.

جدول (۵-۴): نیروی شکست پایه برای کلاسهای مختلف

کلاس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
نیروی شکست (کیلوگرم)	۲۰۰۰	۱۷۰۰	۱۳۵۰	۱۱۰۰	۹۰۰	۷۰۰	۵۵۰

۵-۱-۲۷- طول پایه‌های چوبی

بطور معمول طول پایه‌های چوبی بکار گرفته شده در شبکه برق بین ۸ تا ۱۸ متر می‌باشد. در محدوده مذکور، عموماً اعداد ۸، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۷ و ۱۸ متر بعنوان طول پایه در نظر گرفته می‌شوند.

۵-۱-۲۸- حداقل محیط سینه تیر در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر

در جدول (۵-۵) حداقل محیط سینه تیر در فاصله ۱۸۳ سانتیمتری انتهای تیر به ازای طولها و کلاسهای مختلف تیرها داده شده است.

جدول (۵-۵): حداقل محیط سینه در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر

کلاس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
طول تیر (متر)	حداقل محیط سینه تیر در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر (سانتیمتر)						
۸	۸۵	۸۰	۷۵	۷۰	۶۵	۵۸/۵	۵۵
۹	۹۰	۸۶	۸۱	۷۳/۵	۷۰	۶۲	۵۸/۵
۱۱	۹۶/۵	۹۰	۸۴	۷۸/۵	۷۳/۵	۶۷	۶۲
۱۲	۱۰۱/۵	۹۵	۹۱/۵	۸۲/۵	۷۷/۵	۷۱	۶۶
۱۴	۱۰۷	۱۰۳	۹۳	۸۶	۸۲/۵	۷۳/۵	۶۸/۵
۱۵	۱۱۲	۱۰۷	۹۵	۹۰	۸۶	۷۷/۵	۷۲
۱۷	۱۱۵	۱۱۱	۱۰۱/۵	۹۶/۵	۸۹	۸۰	-
۱۸	۱۱۹	۱۱۴	۱۰۴	۹۹	۹۱/۵	۸۴	-

۵-۱-۲۹- رطوبت پایه‌ها

عملیات اشباع انواع چوب (بجز صنوبر) تا زمانی که رطوبت متوسط هر دسته از پایه‌ها به حداکثر ۲۸ درصد کاهش نیابد نمی‌تواند شروع شود. در این شرایط رطوبت هیچیک از پایه‌های یک دسته، نباید بیش از ۳۰ درصد باشد. رطوبت پایه‌ها بیش از شروع عملیات اشباع را می‌توان با استفاده از رطوبت‌سنج و یا

آزمایشی که در بند ۸-۲ توضیح داده شده است بدست آورد. در صورت استفاده از رطوبت‌سنج، اگر رطوبت بیش از ۲۵ درصد نشان داده شود باید به کمک آزمایش مذکور نتیجه را تایید نمود. پایه‌هایی که قرار است اشباع شوند باید تحت باران شدید و پیوسته قرار نگیرند. زمانی که لازم است پایه‌های چوبی رطوبت خود را از دست بدهند بین ۶ تا ۱۲ ماه است.

از آنجا که زمان لازم برای آنکه چوب رطوبت خود را بصورت طبیعی از دست بدهد زیاد است می‌توان از روش مصنوعی برای خشک کردن چوب استفاده کرد. روش کار به این صورت است که چوبها در اتاقهای سرپوشیده بزرگی که لوله‌های حاوی بخار گرم در آنها پیش‌بینی شده است قرار می‌گیرند. دمای اتاقها در حدود ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتگیراد است و به این ترتیب چوبها در طی زمانی در حدود ۲۴ ساعت یا بیشتر رطوبت اضافی خود را از دست داده آماده اشباع می‌شوند.

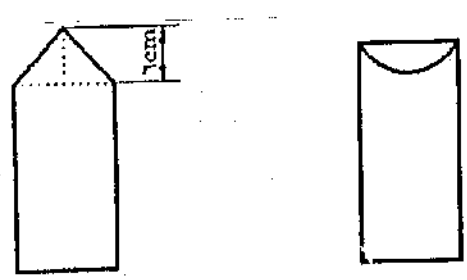
۵-۱-۳۰- اشباع پایه‌های چوبی

به منظور افزایش عمر مفید چوب و جلوگیری از نفوذ حشرات و قارچها در چوب، پایه‌های چوبی باید اشباع شوند. بطور عمده از کرئوزوت، روغنهای آلی قابل حل در حلالهای نفتی و مواد معدنی قابل حل در آب، جهت اشباع چوب استفاده می‌شود. جزییات بیشتر در پیوست الف آمده است.

پس از شروع عملیات اشباع می‌باید پوست‌کنی چوب، خراطی و صافکاری، تنظیم طول تیر و برش سر آن و سوراخکاری، رطوبت‌گیری و توزین پایه انجام شوند. تعیین میزان نفوذ مواد اشباع کننده در پایه در بند ۸-۲ توضیح داده شده است.

۵-۱-۳۱- برش سر تیر

به منظور حفاظت تیر از آثار مناسب باقی ماندن برف و باران و ایجاد یخزدگی در سر تیر که موجب ترکیدن پایه در راس آن می‌شود، سر تیر در دو جهت بصورت مورب باید برش داده شود. ارتفاع مثلث حاصله از برش بین ۶ تا ۱۰ سانتیمتر است. (شکل ۵-۱۰).



شکل (۵-۱۰): برش سر تیر

۵-۱-۳۲- آزمایشهای لازم جهت اجرا برروی پایه‌های چوبی

آزمایشهایی که لازم است برروی پایه‌های چوبی انجام شوند عبارتند از آزمایش تعیین نیروی شکست، آزمایش فشاری (محاسبه ضریب ارتجاعی) و محاسبه حداکثر تنش فشاری، آزمایش خمشی، آزمایش مقاومت در مقابل ضربه و محاسبه وزن ویژه. مجموعه تجهیزات لازم برای آزمایش در بند ۸-۲ توضیح داده شده‌اند.

۵-۲- محاسبه مکانیکی پایه‌های چوبی

محاسبه کلاس پایه چوبی، برمبنای بیشترین تنش خمشی است که به قطع بحرانی تیر چوبی وارد می‌آید. محل این مقطع، جایی است که قطر آن ۱/۵ برابر قطر مقطع تیر در محل اتصال کنسول و مقره‌ها به تیر چوبی، می‌باشد. اگر این نقطه خارج از تیر باشد بطور معمول مقطع بحرانی را در سطح زمین انتخاب می‌کنند. رابطه تنش و لنگر خمش در یک تیر چوبی بصورت زیر است:

$$M = fZ$$

که در آن

f: تنش خمشی $\left(N/mm^2\right)$

Z: مدول مقطع که عبارتست از $\frac{\pi dc^3}{32}$ (برای مقاطع دایره‌ای) $\left(mm^3\right)$

M: لنگر خمش $(N.mm)$

dc: قطر تیر در مقطع بحرانی

اگر f بیشترین تنش خمشی مجاز در تیر باشد، قطر تیر چوبی در سطح زمین، از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$D = \sqrt[3]{\frac{32M}{\pi f}}$$

بطور معمول مبنای محاسبه تیرهای چوبی، لنگر خمشی وارد بر تیر است که ناشی از نیروی افقی وارد بر تیر است. (وقتی نیروی کشش هادی توسط مهار خنثی شود فقط نیروی باد بر هادیها وارد خواهد شد.) بنابراین برای یک تیر به ارتفاع H (از سطح زمین) داریم:

$$M = \sum F_H \Rightarrow D = \sqrt[3]{\frac{32\sum F_H}{\pi f}}$$

$\sum F_H$: کل نیروی افقی وارد بر تیر چوبی

اگر f' تنش خمشی نهایی و n ضریب اطمینان باشد خواهیم داشت:

$$f=\frac{f'}{n}$$

که f : تنش خمش مجاز است. برای پایه‌های چوبی، کمترین مقدار تنش خمشی استاندارد ۵۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. ضریب اطمینان را برای تیرهای چوبی ۳ تا ۳/۵ در نظر می‌گیرند.

در پیوست هـ محاسبه نیروی شکست و حداکثر تنش خمشی پایه‌های چوبی محاسبه شده است.

۵-۳- طرح و ساخت پایه‌های چوبی

انتخاب نوع چوب برای ساخت پایه‌های چوبی بستگی به محل و موقعیت جغرافیایی و نوع درختان موجود در منطقه دارد. بطور کلی پایه‌های چوبی باید راست، قوی، مخروطی شکل و بدون گره باشند.

پایه‌های چوبی باید اشباع شده باشند تا علاوه بر افزایش عمر مفید از نفوذ حشرات و قارچها محافظت شوند (پیوست د).

۵-۴- علامت‌گذاری روی پایه‌های چوبی

هر پایه باید دارای یک علامت (نشان) به طول حداقل ۵۰ میلیمتر، عرض حداقل ۵ میلیمتر و عمق حداقل ۳ میلیمتر در فاصله ۳ متری از انتهای آن باشد. در بالا و پایین این نشان مشخصاتی که ذکر خواهد شد باید حک شوند.

حروف بکار گرفته شده برای درج مشخصات باید دارای ارتفاع حداقل ۲۵ میلیمتر، عرض حداقل ۵ میلیمتر و عمق حداقل ۳ میلیمتر باشند. فاصله بین درج مشخصات مختلف باید بین ۲۰ تا ۳۰ میلیمتر باشد.

مشخصات زیر باید در بالای نشان حک شوند:

۱- طول پایه (برحسب متر)

۲- کلاس پایه یا قطر پایه در فاصله ۱/۵ متری از انتهای آن (برحسب میلیمتر)

مشخصات زیر باید در زیر نشان درج گردد:

۱- کد نوع چوب

۲- کشور تولید کننده چوب،

۳- دو رقم آخر سال تولید چوب

پایه‌هایی که اشباع آنها با کرئوزوت[1] نباشد باید نحوه اشباع آنها برروی پایه حک شود.

مشخصات زیر باید در انتهای پایه حک گردند:

۱- طول پایه (برحسب متر)

۲- کلاس پایه یا قطر پایه در فاصله ۱/۵ متری از انتهای آن (برحسب میلیمتر)

شکل (۵-۱۱) نمونه‌ای از مشخصات درج شده روی پایه را نشان می‌دهد. مشخصات مذکور باید برروی یک صفحه فلزی مناسب حک گردد و با میخ (و یا هر وسیله دیگر به نحوی که به استحکام پایه صدمه وارد نشود) در محلی که پیشتر ذکر شد به پایه متصل شود.

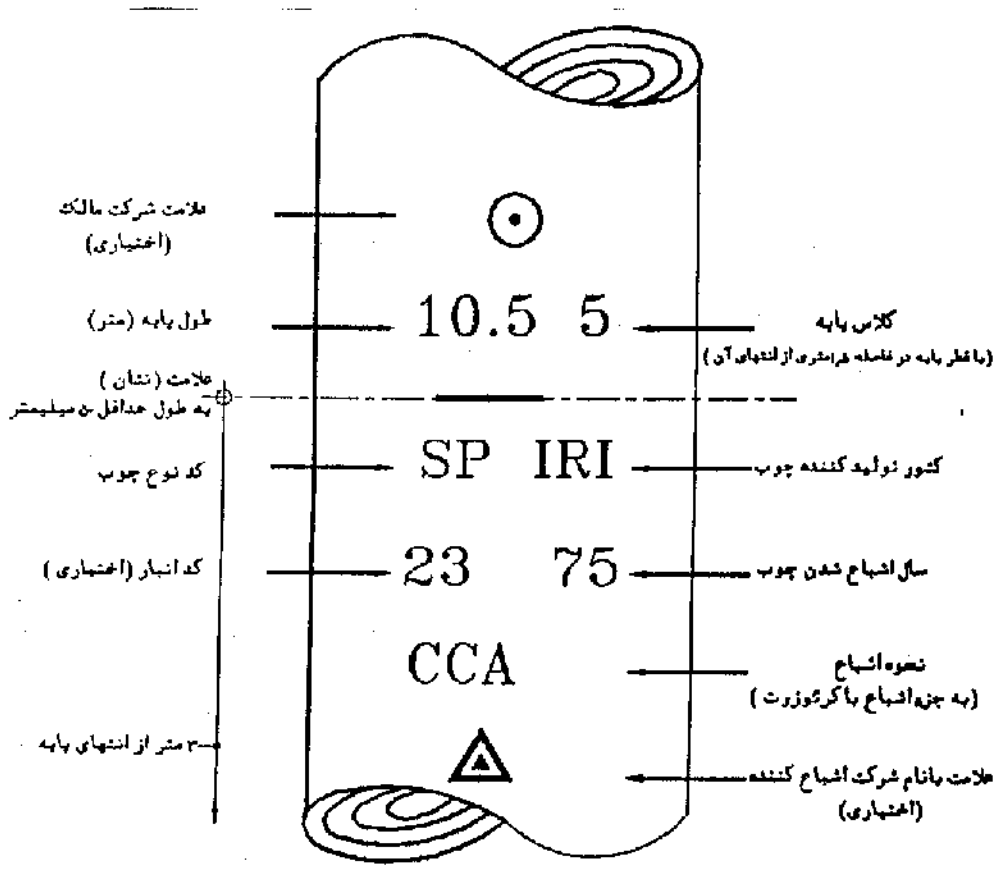
۵-۴-۱- کد چوبهای مختلف

با توجه به انواع چوبهای برای بکارگیری در ساخت پایه‌های چوبی، اعم از تولید در داخل یا خارج از کشور، علائم زیر بعنوان کدهای مشخص کننده نوع چوب بکار می‌روند.

- کاج تدا	TP
- کتج تهران	HP
- کاج زربین	ZP
- راش	RA
- ممرز	BB
- تبریزی	PO
- صنوبر	SP
- افرا	MA
- اکالیپتوس	OC
- انجیلی	EN
- کاج Corsican	CF
- کاج Douglas	DF
- سیاه کاج پیوندی	LX

[1]- کرئوزوت ماده‌ای است که از پالایش قطران زغال سنگ و یا قطران چوب بدست می‌آید و نقش ضدعفونی کننده چوب (اشباع چوب) را دارد.

- سیاه کاج اروپایی	LX
- سیاه کاج ژاپنی	LX
- صنوبر اروپایی	NS
- کاج Lodgepole	LP
- صنوبر استیکا	SS
- سرو قرمز غربی	WC



حداقل ارتفاع، عرض و عمق حروف باید به ترتیب ۲۵، ۵ و ۳ میلیمتر باشند.

شکل (۵-۱۱): نحوه علامت‌گذاری روی پایه

۵-۵- نگهداری، حمل و نقل و بهره‌برداری از پایه‌های چوبی

۵-۵-۱- مقدمه

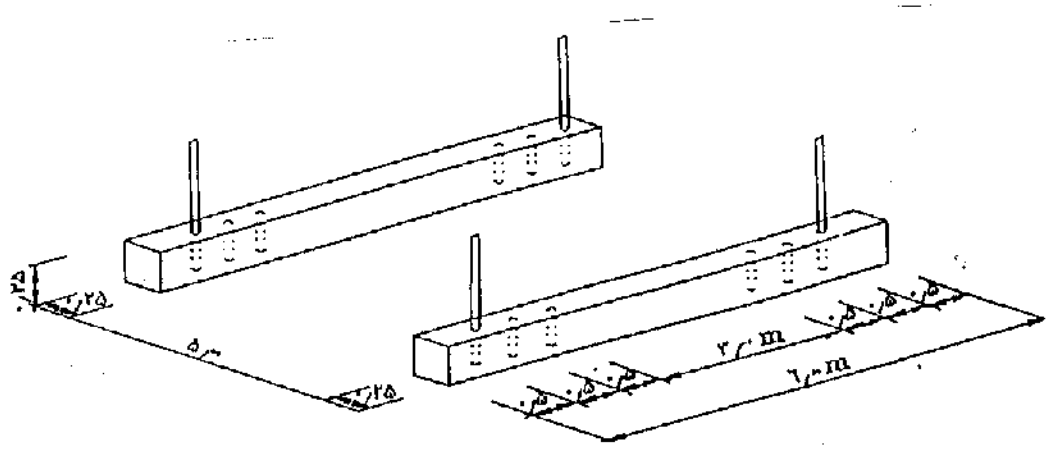
بدنـه تیرهای چوبی نباید با سطح زمین تماس داشته باشد زیرا بتدریج رطوبت زمین را جذب می‌کند. بنابرایـن بخشـی از چـوب، مـرطوب شده و بخشی دیگر که در معرض هوای آزاد یا نور خورشید قرار دارد رطوبـت خـود را از دسـت مـی‌دهـد. اخـتلاف رطوبـت بین دو قسمت پایه سبب ایجاد تنش و گسیختگی سـلولهای چـوب شـده و در نتـیجه تـرک و شـکافهای عمـیق بوجـود می‌آید که پایه را غیر قابل استفاده مـی‌سـازند. از طـرف دیگـر نامـنظم قـرار گرفتن پایه‌ها برروی یکدیگر و وارد آمدن فشار بر یک تیر بر اثر سـنگینی پایـه‌های روی آن که منجر به متمرکز شدن نیرو در یک نقطه می‌گردد موجب پیدایش انحنا و خمیدگی غیر مجاز می‌شود. بنابراین صدمات غیر قابل جبران و احتمالاً شکستن پایه بوجود خواهد آمد.

۵-۵-۲- محل انبار

مناسـبترین محـل بـرای نگهـداری پایـه‌های چوبی انبارهای تمام بسته است تا به این صورت پایه‌ها از آسـیب عوامـل جـوی و همچنیـن آتـش‌سـوزی مصون باشند. در صورت عدم امکان تهیه چنین مکانهایی مـی‌تـوان بـا نصـب ایرانیـت در محـل اسـتقرار پایه‌ها، آن محل را مسقف نمود. در انبار فضای کافی برای حرکـت کامـیون و مـانور جرثقـیل باید پیش‌بینی شود. به منظور سهولت استفاده از پایه‌های با کلاسهای مختلف، لازم است یک سکوی اختصاصی برای هر کلاس پایه، در انبار در نظر گرفته شود.

۵-۵-۳- سکوی استقرار تیر (بالشتک)

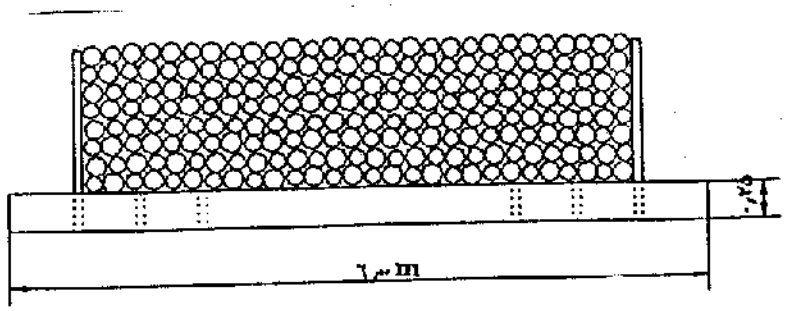
بـالا نگهداشـتن بدنـه پایـه از زمیـن و ممانعت از تماس مستقیم آن با کف انبار و ایجاد تهویه لازم در قسمت زیرین پایه‌ها از طریق ایجاد سکوها انجام می‌شود. سکوها می‌توانند فلزی یا بتنی باشند. فاصله دو سـکوی تـیرهای با کلاسهای مختلف از یکدیگر باید ۵ متر و ارتفاع سکوها از کف انبار ۲۵ سانتیمتر باشد. در سـکوهای فلـزی کـه بطـور معمـول از تـیرآهـن و یـا ناودانی شماره ۲۶ به طول ۶ متر ساخته می‌شود گـیره‌هایـی تعبـیه شـده که می‌توان برحسب تعداد تیر انبار شده، محل گیره را برروی سکو تغییر داد. در سـکوهای بتنـی کـه دارای ابعـاد ۲۵×۲۵ سانتیمتر و طول ۶ متر هستند می‌توان در هر ۰/۵ متر با تعبیه لولـه‌ای بـه قطـر سـه چهارم اینچ و بلندی ۲۵ سانتیمتر در داخل بتن، سوراخهایی در سراسر سکو تعبیه نمود تا با قرار دادن یک میله در داخل آن از غلطیدن پایه برروی سکو ممانعت شود (شکل ۵-۱۲). محل نصـب مـیله را می‌توان برحسب تعداد تیر انبار شده بر روی سکو انتخاب نمود. برای تهیه سکوهای موقت در کارگاهها می‌توان از تراورسهای چوبی با ابعاد ۲۶۰×۲۵×۱۵ سانتیمتر استفاده کرد.



شکل (۵-۱۲): نمونه سکوی بتنی

۵-۵-۴- نحوه قرار گرفتن پایه‌ها برروی سکو

به منظور قرار دادن پایه‌ها برروی سکو به این شکل عمل می‌شود که اولین ردیف تیرها بصورت معکوس کنار یکدیگر قرار می‌گیرند (سر و ته دو پایه مجاور، در کنار یکدیگر قرار می‌گیرد)، ردیفهای بالایی نیز به همین ترتیب قرار می‌گیرند و بعلاوه سر و ته دو پایه از دو ردیف متوالی، روی هم قرار می‌گیرد (شکل ۵-۱۳).



شکل (۵-۱۳): قرار گرفتن پایه‌ها برروی سکو

۵-۵-۵- حمل و جابجایی پایه‌ها

لازم است موارد زیر به هنگام حمل و جابجایی پایه‌ها رعایت شوند:

الف- طول وسیله حمل و نقل متناسب با طول تیر باشد.

ب- نحوه قرار گرفتن پایه‌ها در داخل کامیون همانند نحوه استقرار آنها روی سکوها است تا به این صورت از تجمع سر یا ته پایه‌ها در یک قسمت که موجب ریزش آنها هنگام حرکت کامیون، براثر لغزش روی یکدیگر می‌گردد جلوگیری شود.

پ- برای پایین آوردن پایه از داخل کامیون از جرثقیل استفاده شود. در صورت در اختیار نبودن جرثقیل، با قراردادن دو پایه در کنار کامیون و سپس لغزاندن پایه برروی سراشیبی ایجاد شده توسط پایه‌های مزبور و کنترل حرکت تیر به کمک دو طناب که در سر و ته تیر بسته می‌شود از انداختن تیر به پایین ممانعت بعمل آید.

همواره باید توجه داشت که به هنگام تخلیه پایه‌ها، از وارد آمدن ضربه به آنها جلوگیری شود زیرا اعمال ضربه می‌تواند ترکهای کوچک در پایه ایجاد کند که این ترکها به مرور زمان تبدیل به شکاف می‌شوند و پایه را بلااستفاده می‌کنند.

۵-۵-۶- بهره‌برداری از پایه‌ها

بزرگترین مشکلی که در پایه‌های چوبی بوجود می‌آید پوسیدگی آنها در محل تماس با سطح زمین مربوطه است. این پوسیدگی در اثر وجود قارچها و موریانه‌ها است که چوب را مورد تهدید قرار می‌دهند. بهترین شرایط برای رشد قارچها، هوای مرطوب و گرماست و مناسبترین محیط، آن قسمت از چوب است که در حد فاصل زیرزمین و بالای سطح زمین قرار دارد. به همین دلیل، آن قسمت از پایه‌های چوبی که نزدیک سطح زمین است در معرض پوسیدگی قرار دارد و همواره باید قبل از صعود به این گونه پایه‌ها، از سلامتی و عدم پوسیدگی آنها مطمئن شد. در این مورد، دو نوع پوسیدگی وجود دارد:

۱- پوسیدگی پیشرفته: مرحله کامل شده پوسیدگی کف و چوب، به سهولت قابل تشخیص است، زیرا چوب آن پوک، نرم و نخ‌نخ شده است. در این حالت، تیر چوبی سوراخ و شکننده است و نباید روی آن عملیاتی انجام بگیرد و باید خیلی سریع تعویض شود.

۲- پوسیدگی ابتدایی: عبارت است از مرحله مقدماتی پوسیدگی، که در واقع در حدی نیست که چوب نرم شده باشد.

برای جلوگیری از پوسیدگی تیرهای چوبی باید تدابیر خاصی اندیشید.

فهرست مطالب

۶- معیارها و ضوابط فنی تیرهای بتنی

۶-۱- مشخصات فنی

۶-۱-۱- شکل ظاهری

۶-۱-۱-۱-مقطع عرضی تیر

مقطع عرضی تیر باید بطور یکنواخت از پایین به بالا کم شود. میزان باریک شدن تقریباً برابر ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر به ازای هر متر می‌باشد. در هر صورت باید میزان شیب تیر برای پایه‌ها با ارتفاع مختلف، ثابت باشد.

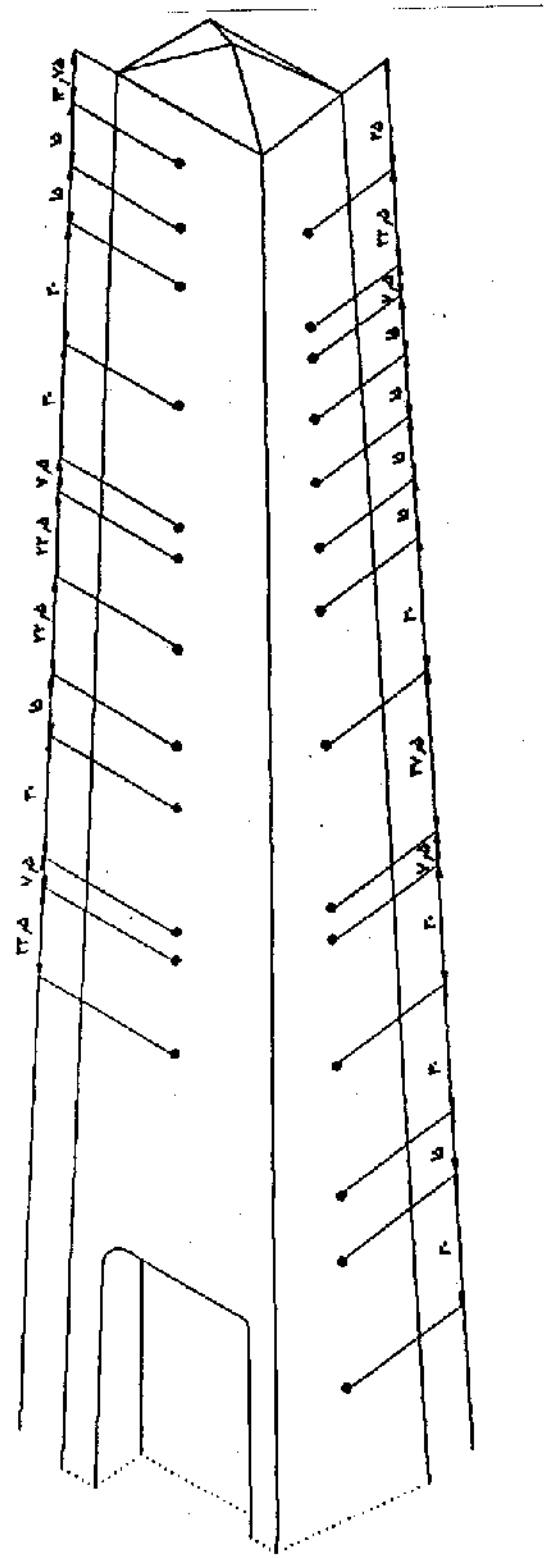
۶-۱-۱-۲-سطح خارجی تیر

این سطح باید صاف و عاری از هر گونه ترک‌خوردگی 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 بگونه‌ای باشد که کلیه برآمدگیها و فرورفتگیها و ناهمواریها از بین رفته و سطح تیر هموار و صاف گردد. همچنین باید با استفاده از ابزار و روش مناسب (مثلاً با تغییر در شکل قالبها) زوایای چهارگوش بصورت گرد با شعاع ۲۰ میلیمتر، در آورده 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 غیر قابل قبول می‌باشند.

۶-۱-۱-۳-سوراخها

تیر باید دارای سوراخهایی جهت نصب لوازم خطوط هوایی و نصب لوازمی جهت بالا رفتن (برای تیرهای پیش‌تنیده و کلاً 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 بگونه‌ای که میله‌ای به قطر ۱۸ میلیمتر براحتی از آنها عبور نماید. برای تیرهای بتنی مسلح چهارگوش سوراخها در هر دو وجه تیر تعبیه می‌شوند و در صورتی که در بدنه تیر فرورفتگیها جهت بالا رفتن از پایه موجود باشد سوراخها در وجه کم عرض 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 (۶-۱) باشد.



شکل (۶-۱): فاصله سوراخها روی تیر بتنی

۶-۱-۱-۴-حد مجاز برای ارتفاع

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

۶-۱-۱-۵-انحراف از حالت مستقیم

این مقدار به ازای هر ۳ متر از طول تیر نباید از ۱۰ میلیمتر تجاوز کند. در جدول (۶-۱) مقادیر حداکثر انحراف برای ارتفاعهای استاندارد بیان شده است.

جدول (۶-۱): حداکثر انحراف مجاز از حالت مستقیم تیر بتنی

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

۶-۱-۲- طرح و ساخت تیرهای بتنی مسلح

با توجه به تقسیم‌بندی بعمل آمده در بند ۶-۳، طرحهای نمونه و مشخصات فنی مربوطه در این قسمت با توجه به توضیحات زیر آورده شده است:

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

ب- فرم قالبها طوری در نظر گرفته شده که با داشتن قالب ۱۲ متری و حذف ۳ متر پایین آن بتوان برای ساخت پایه ۹ متری 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 ۱۵ متری با کشش ۴۰۰ کیلوگرم نیرو از قالب پایه ۱۲ متری با کشش ۲۰۰ کیلوگرم نیرو استفاده می‌شود (اضافه کردن ۳ متر به انتهای پایه ۱۲ متری)

ب-۲- برای ساخت پایه ۱۵ متری با کشش ۶۰۰ کیلوگرم نیرو از قالب پایه ۱۲ متری با کشش ۸۰۰ کیلوگرم نیرو استفاده می‌شود.

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

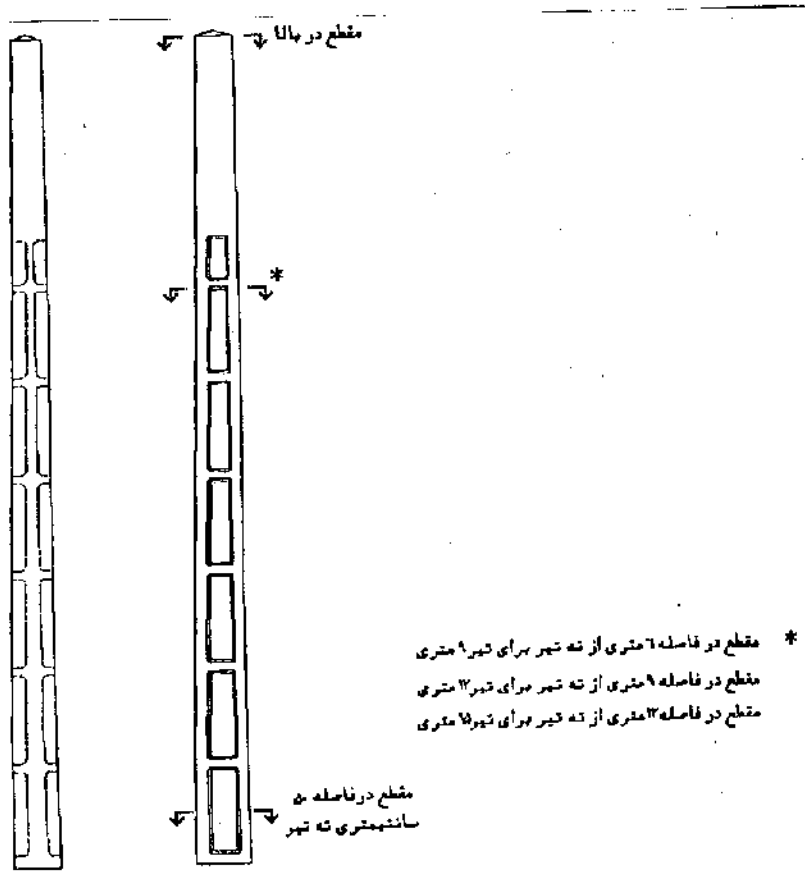
ب-۴- پایه ۱۵ متری با کشش ۱۲۰۰ کیلوگرم نیرو از قالب ۱۲ متری با کشش ۱۲۰۰ کیلوگرم نیرو استفاده می‌گردد.

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

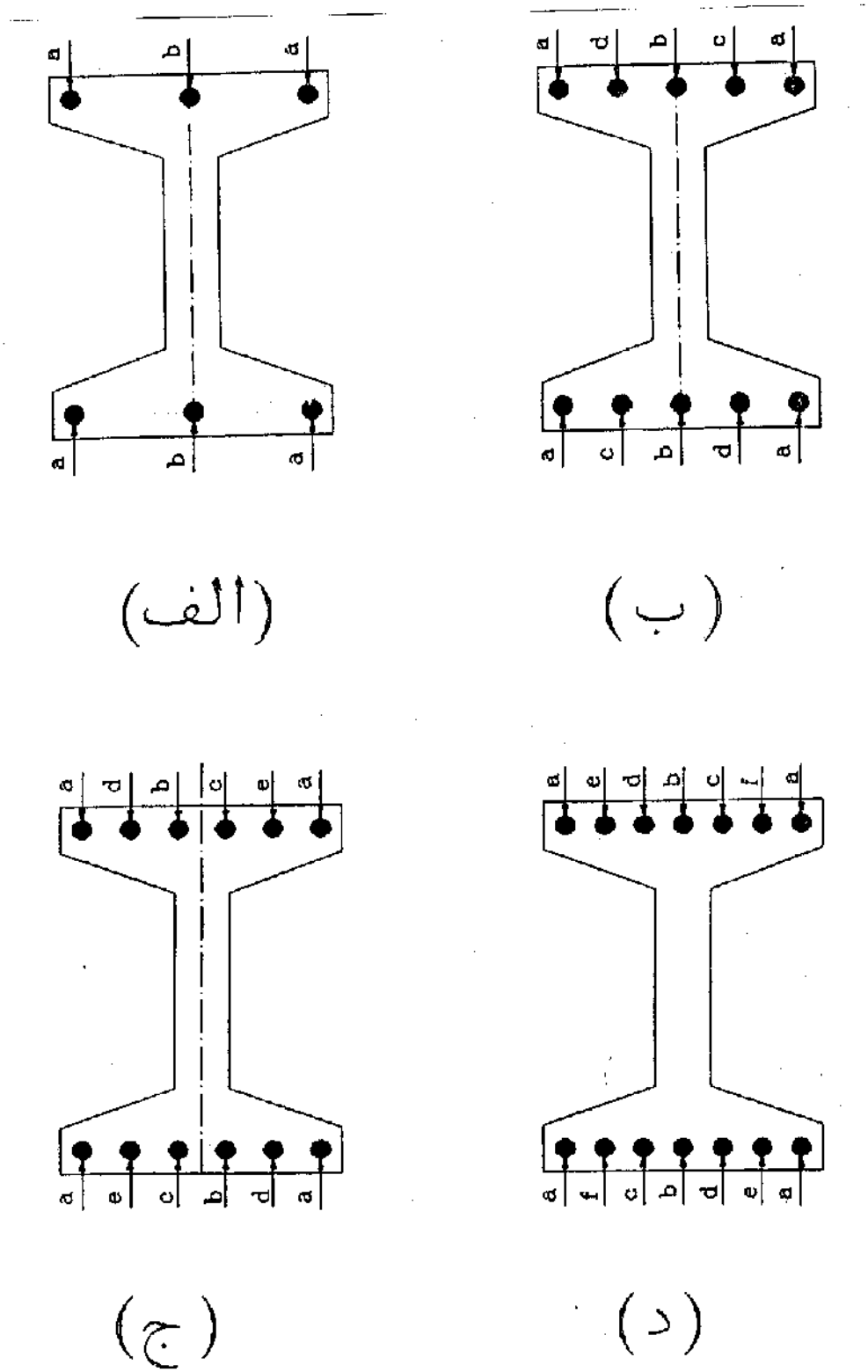
د- فاصله بین خاموتها، برابر فاصله بین آرماتورهای یک وجه یا وجه مقابل و حداکثر برابر ۲۵ سانتیمتر است.

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 مطابق شکل (۶-۲) و چگونگی استقرار آرماتورها نسبت به یکدیگر، به یکی از چهار حالت مشخص شده در شکل (۶-۳)، می‌باشد.



شکل (۶-۲)، شمای کلی تیر بتنی مسلح



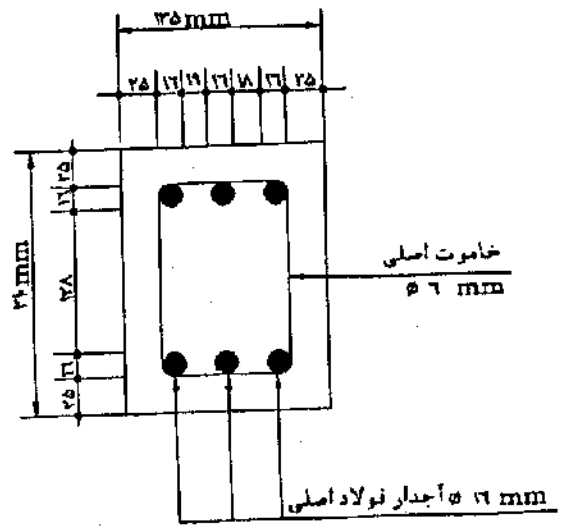
شکل (۶-۳): طرز قرار گرفتن آرماتورها نسبت به یکدیگر

۶-۱-۲-۱-تیرهای بتنی مسلح ۹ متری

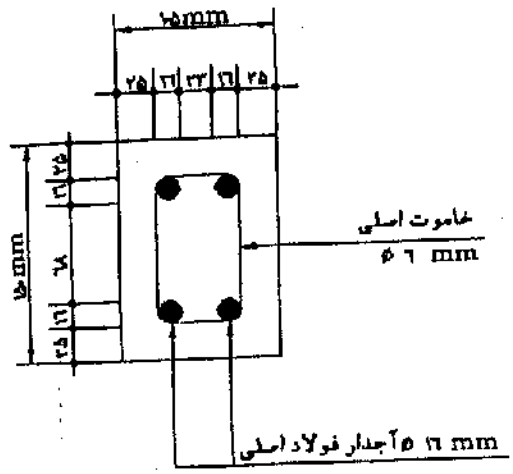
مشخصات تیرهای بتنی مسلح ۹ متری مطابق جدول (۶-۲) و شکلهای (۶-۴) تا (۶-۷) می‌باشند.

جدول (۶-۲): مشخصات فنی تیر ۹ متری

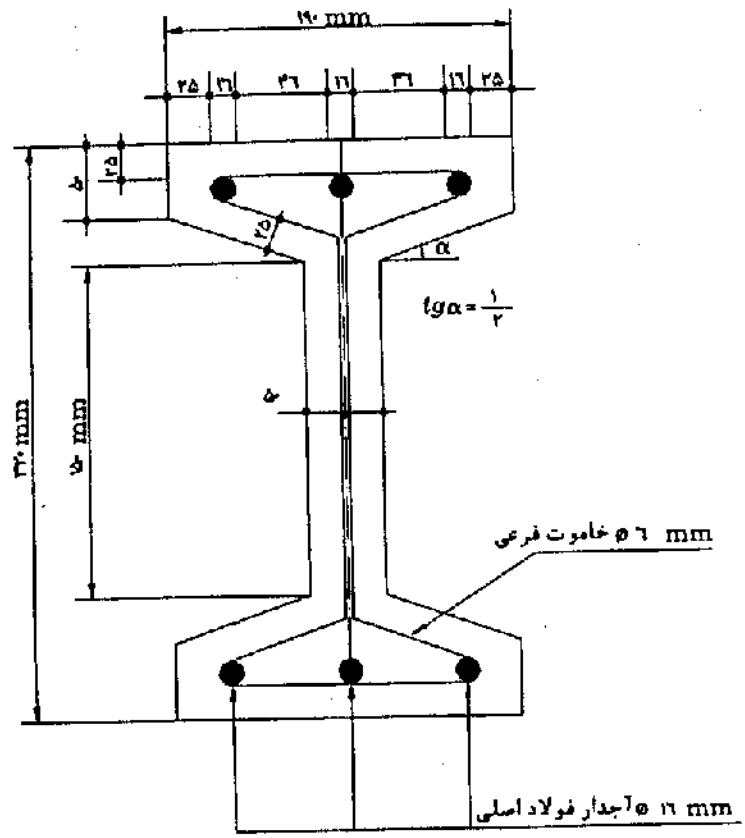
قدرت اسمی	ابعاد بالا	ابعاد پایین	آرماتورها	a		b		c		d		c		الگوی آرماتورگذاری
				ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	
Kg	cm	cm												
۲۰۰	۱۵×۱۰/۵	۳۳×۱۹/۵	$6\phi 16$	۱۶	۹۰۰	۱۶	۶۰۰	-	-	-	-	-	-	الف
۴۰۰	۲۲×۱۹	۴۰×۲۸	$10\phi 14$	۱۴	۹۰۰	۱۴	۶۰۰	۱۴	۵۰۰	۱۴	۴۰۰	-	-	ب
۶۰۰	۲۵×۱۹	۴۷/۵×۳۲/۵	$6\phi 16$ $6\phi 14$	۱۶	۹۰۰	۱۶	۶۰۰	۱۴	۵۰۰	۱۴	۴۰۰	۱۴	۳۰۰	ج
۸۰۰	۳۱×۲۳	۵۳/۵×۳۶/۵	$8\phi 16$ $4\phi 14$	۱۴	۹۰۰	۱۶	۶۰۰	۱۶	۵۰۰	۱۶	۴۰۰	۱۶	۳۰۰	د



مقطع در فاصله ۶ متری

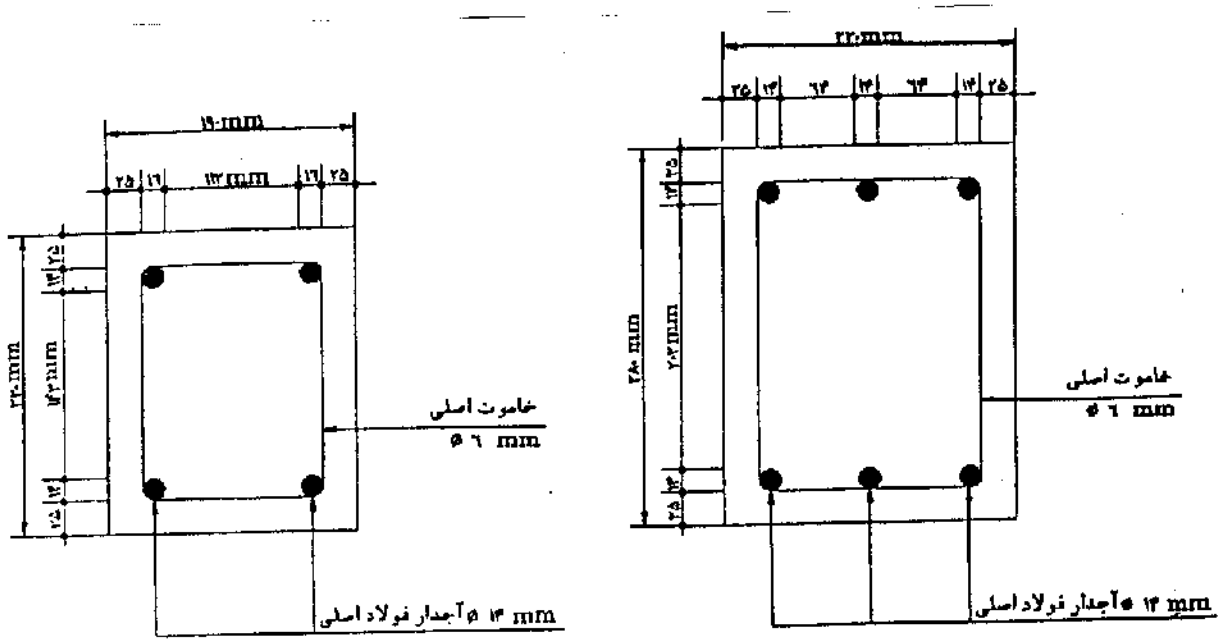


مقطع سر تیر



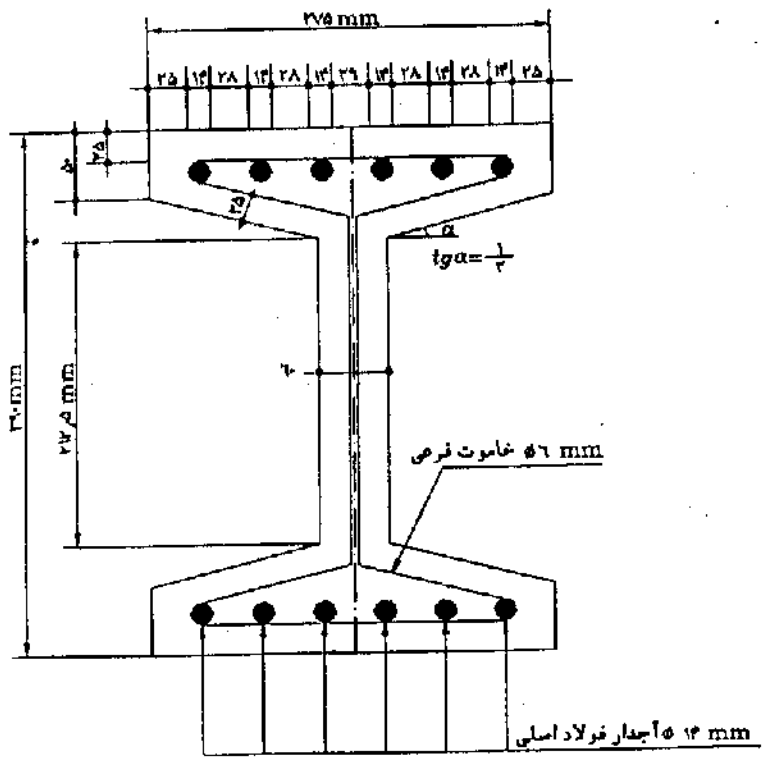
مقطع در فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

شکل (۶-۴): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۲۰۰



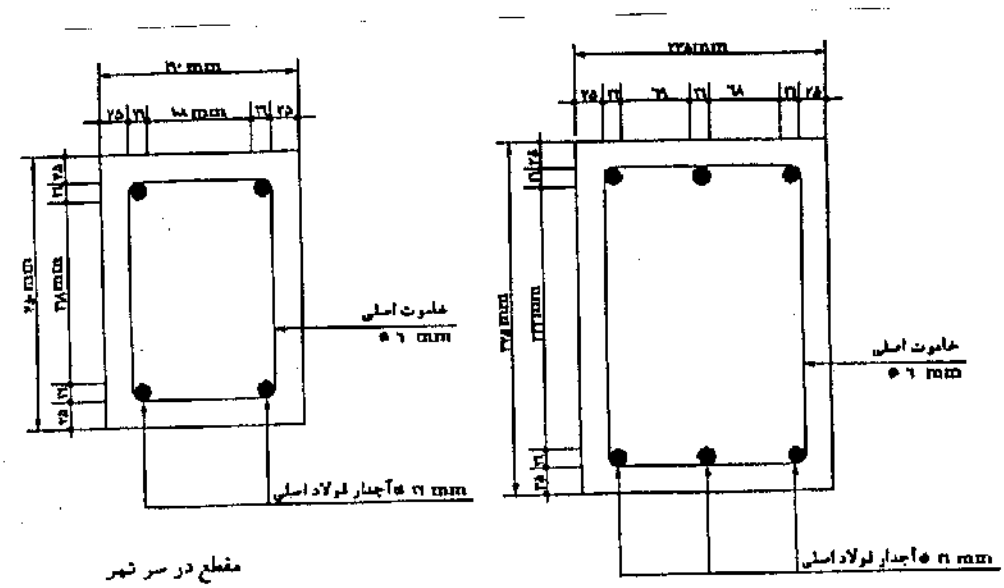
مقطع در فاصله ۶ متری از ته تیر

مقطع سر تیر



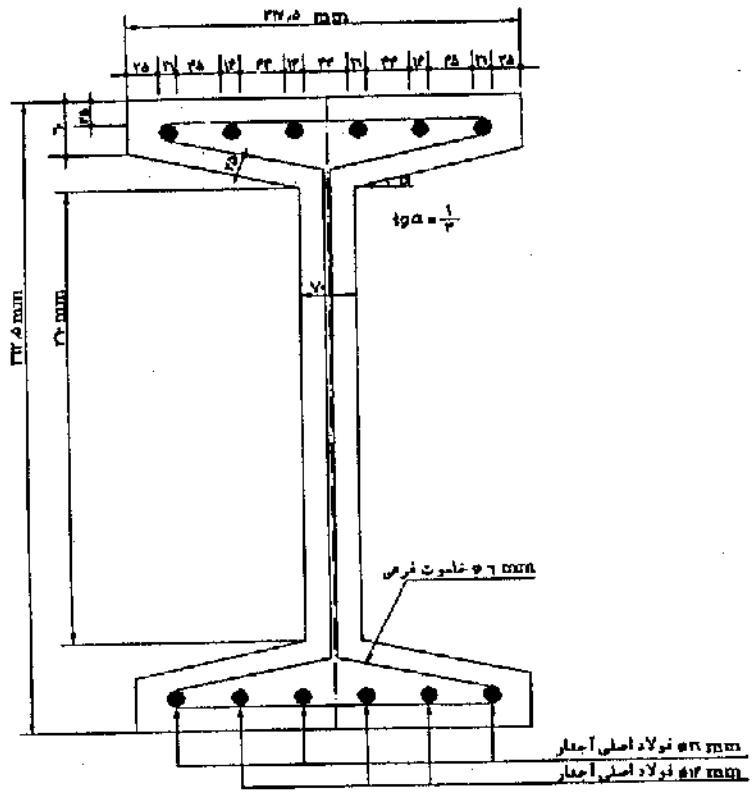
مقطع تیر به فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

شکل (۶-۵): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۴۰۰



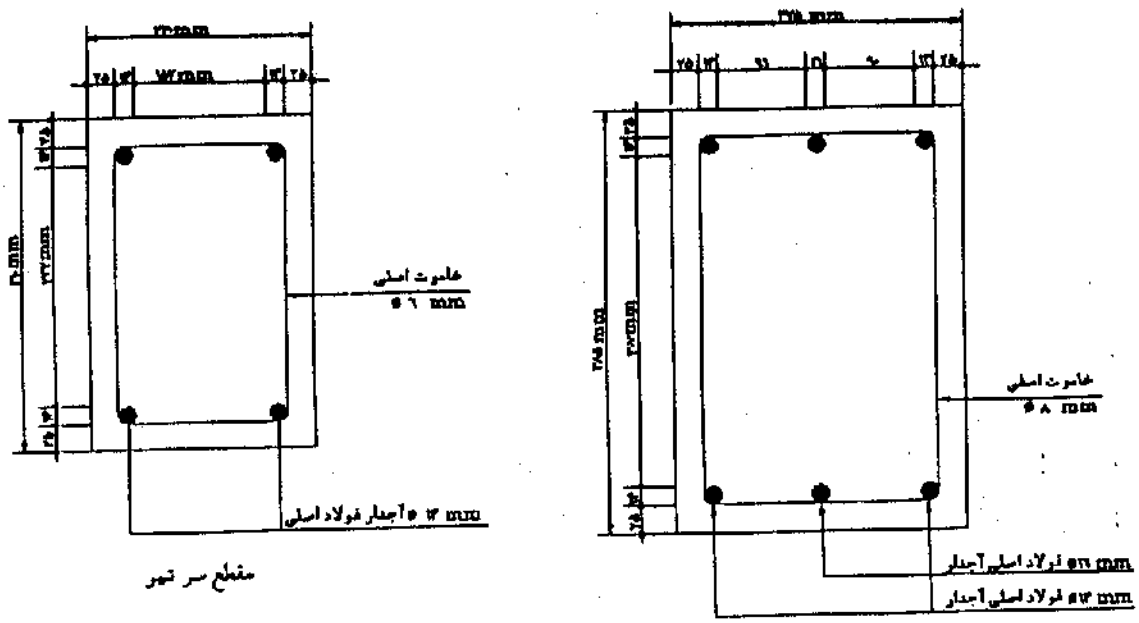
مقطع در سر تیر

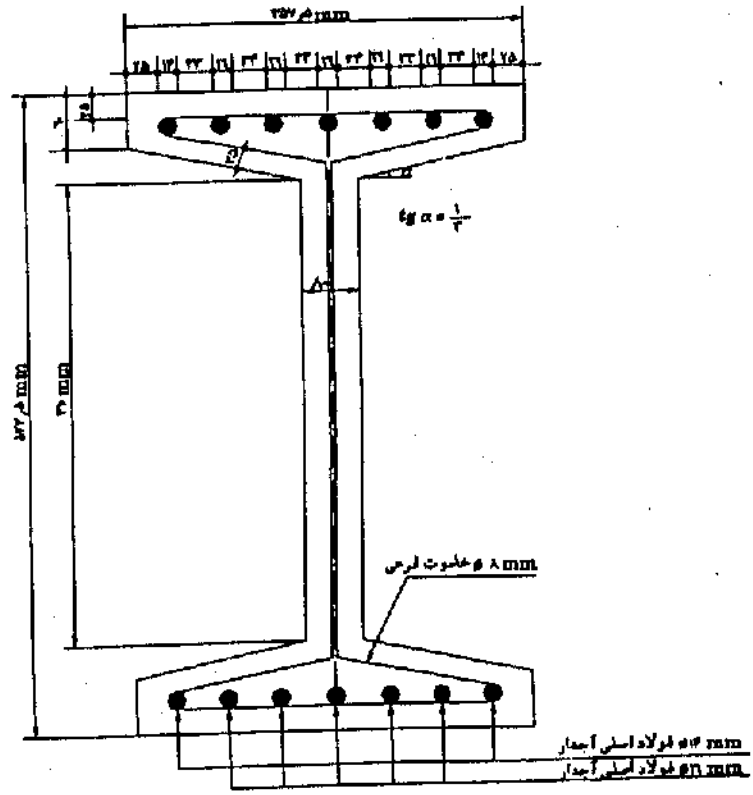
مقطع در فاصله ۶متری از ته تیر



مقطع در فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

شکل (۶-۶): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۶۰۰





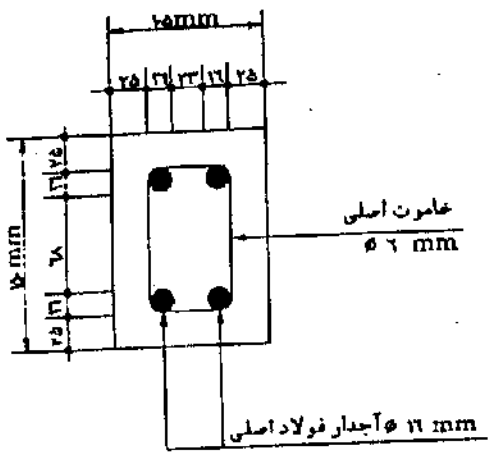
شکل (۶-۷): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۹/۸۰۰

۶-۱-۲-۲-تیر بتنی مسلح ۱۲ متری

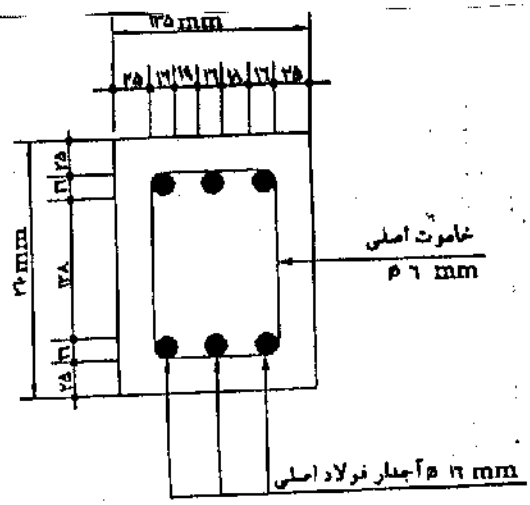
مشخصات تیرهای بتنی مسلح ۱۲ متری مطابق جدول (۶-۳) و شکلهای (۶-۸) تا (۶-۱۲) می‌باشند.

جدول (۶-۳): مشخصات فنی تیر ۱۲ متری

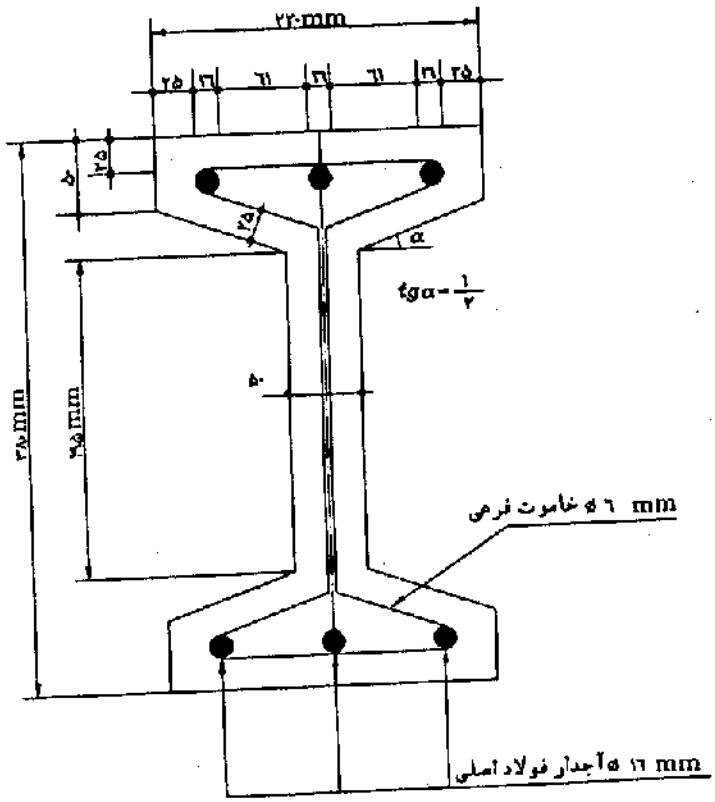
قدرت اسمی	ابعاد بالا	ابعاد پایین	آرماتورها	a		b		c		d		e		f		الگوی آرماتورگذاری
Kg	cm	cm		ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	
۲۰۰	۱۵×۱۰/۵	۳۹×۲۲/۵	$6\phi_{16}$	۱۶	۱۲۰۰	۱۶	۹۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	الف
۴۰۰	۲۲×۱۹	۴۶×۳۱	$1\phi_{14}$	۱۴	۱۲۰۰	۱۴	۹۰۰	۱۴	۸۰۰	۱۴	۷۰۰	۱۴	۴۰۰	-	-	-	-	ب
۶۰۰	۲۵×۱۹	۵۵×۳۷	$6\phi_{16}$ $6\phi_{14}$	۱۶	۱۲۰۰	۱۶	۹۰۰	۱۴	۸۰۰	۱۴	۷۰۰	۱۴	۶۰۰	-	-	-	-	ج
۸۰۰	۳۱×۲۳	۶۱×۴۱	$1\phi_{16}$ $4\phi_{14}$	۱۴	۱۲۰۰	۱۶	۹۰۰	۱۶	۸۰۰	۱۶	۷۰۰	۱۶	۶۰۰	۱۶	۵۰۰	-	-	د
۱۲۰۰	۴۰×۲۴	۷۰×۴۲	$4\phi_{18}$ $1\phi_{20}$	۱۸	۱۲۰۰	۲۰	۸۰۰	۲۰	۷۰۰	۲۰	۶۰۰	۲۰	۵۰۰	۲۰	۴۰۰	-	-	ح



مقطع سر تیر



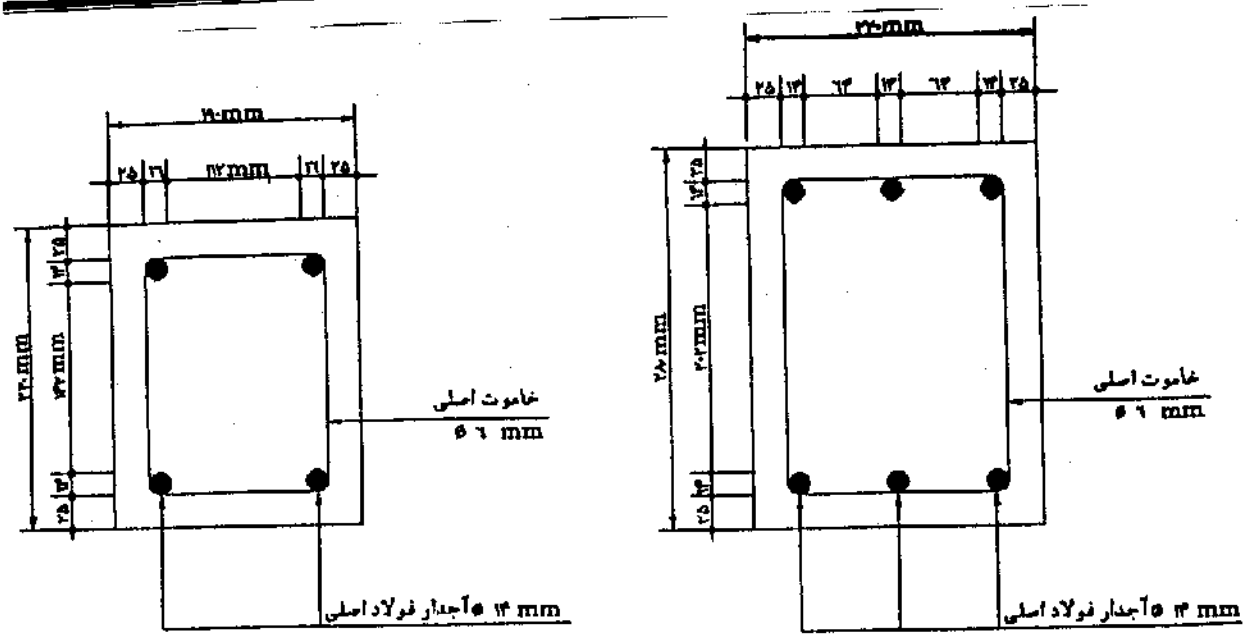
مقطع در فاصله ۹ متری ته تیر



مقطع در فاصله ۵۰ سانتیمتری ته تیر

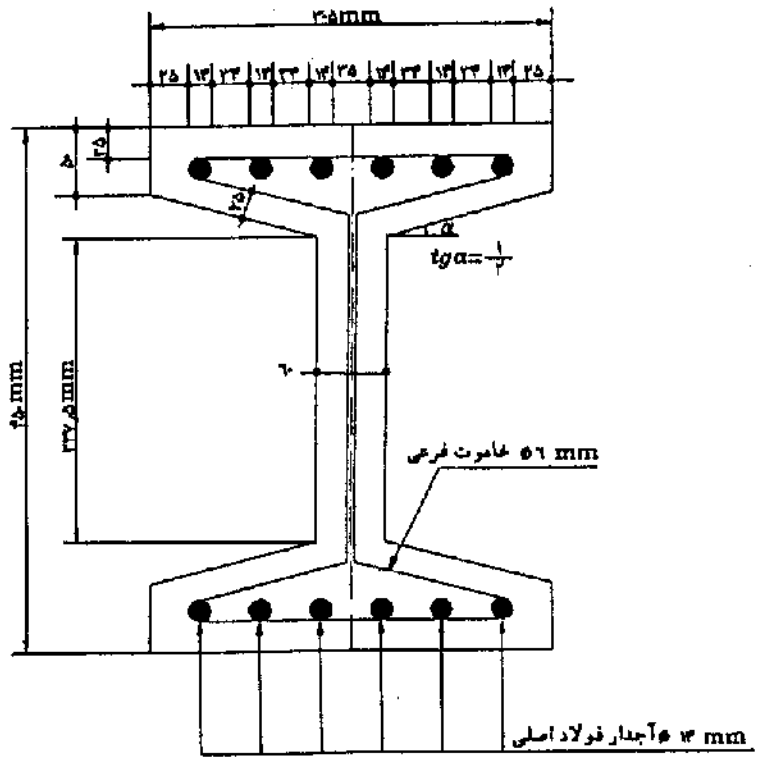
شکل (۶-۸): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۲۰۰

82461103



مقطع به فاصله ۹ متری از ته تیر

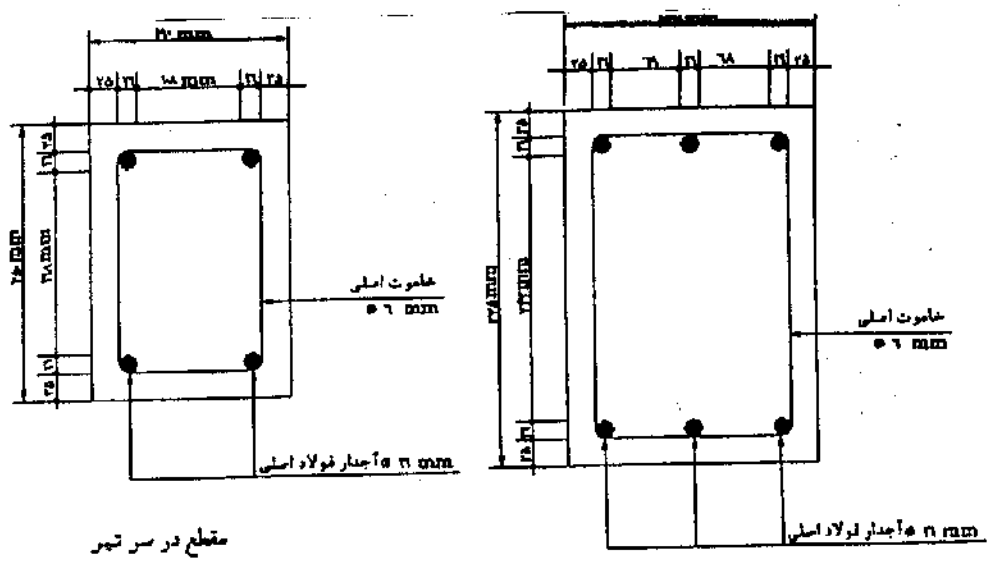
مقطع سر تیر



مقطع تیر به فاصله ۵ سانتیمتری ته تیر

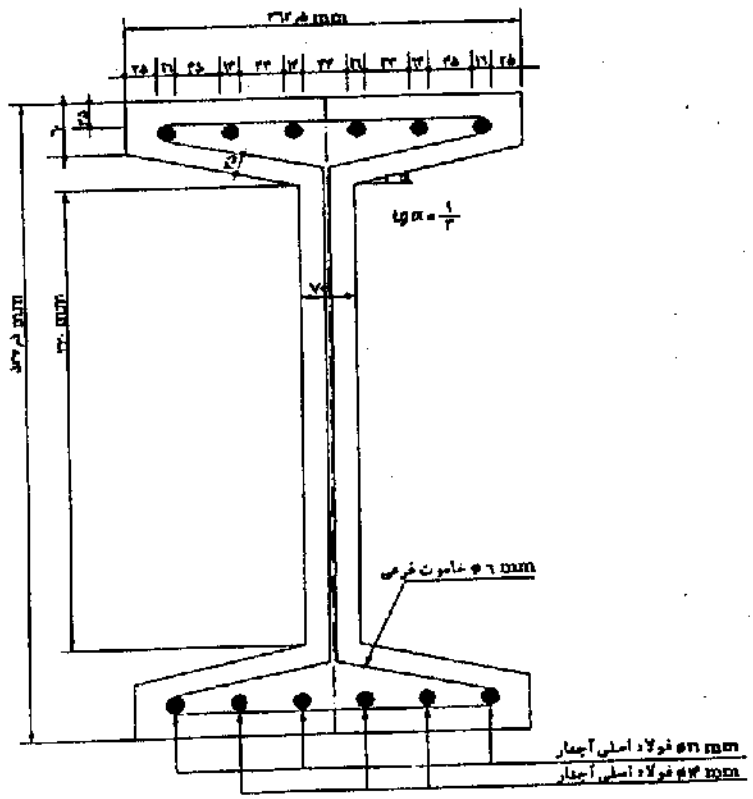
شکل (۶-۹): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۴۰۰

82461103



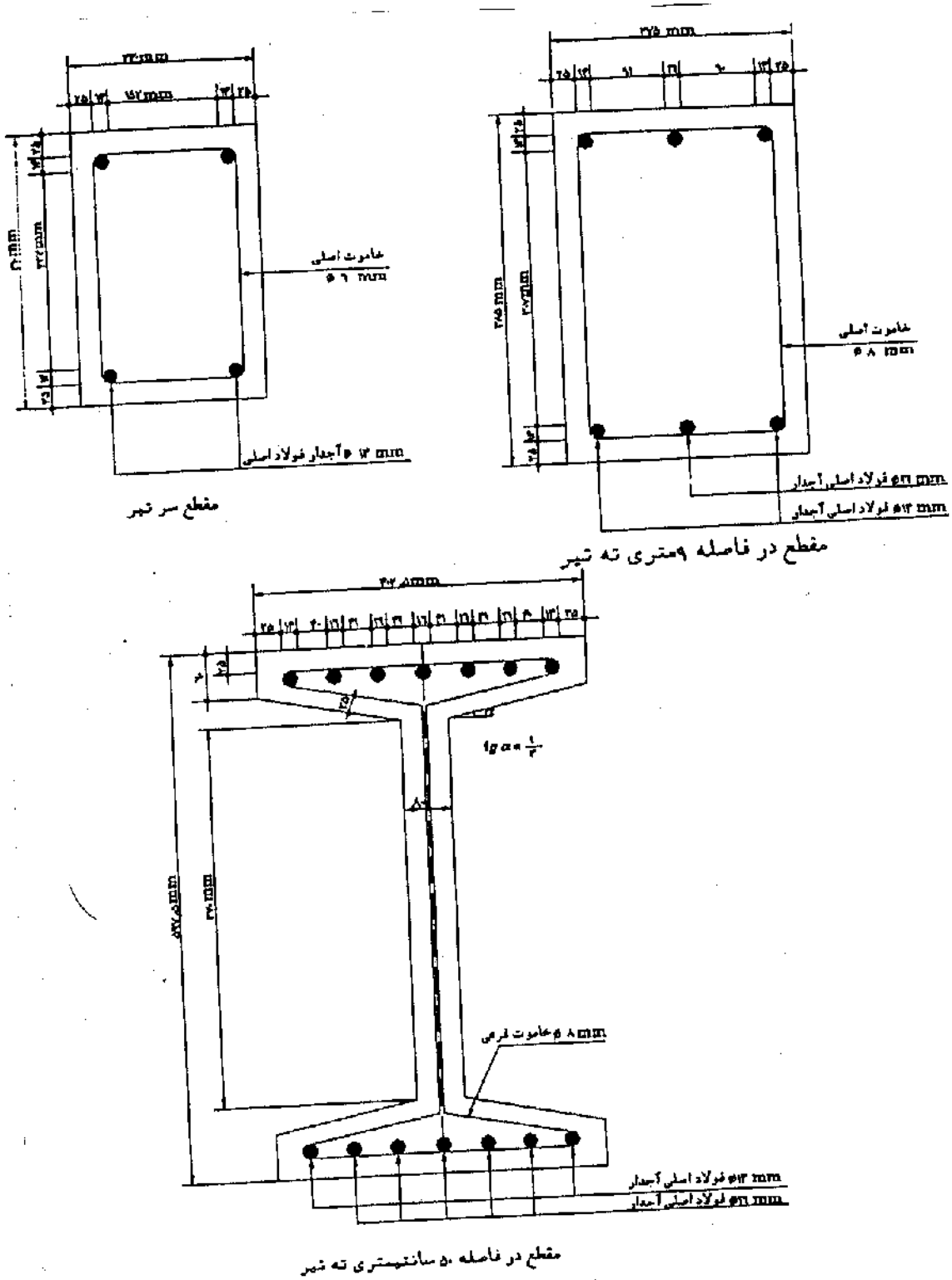
مقطع در سر تیر

مقطع در فاصله ۹ متری از ته تیر

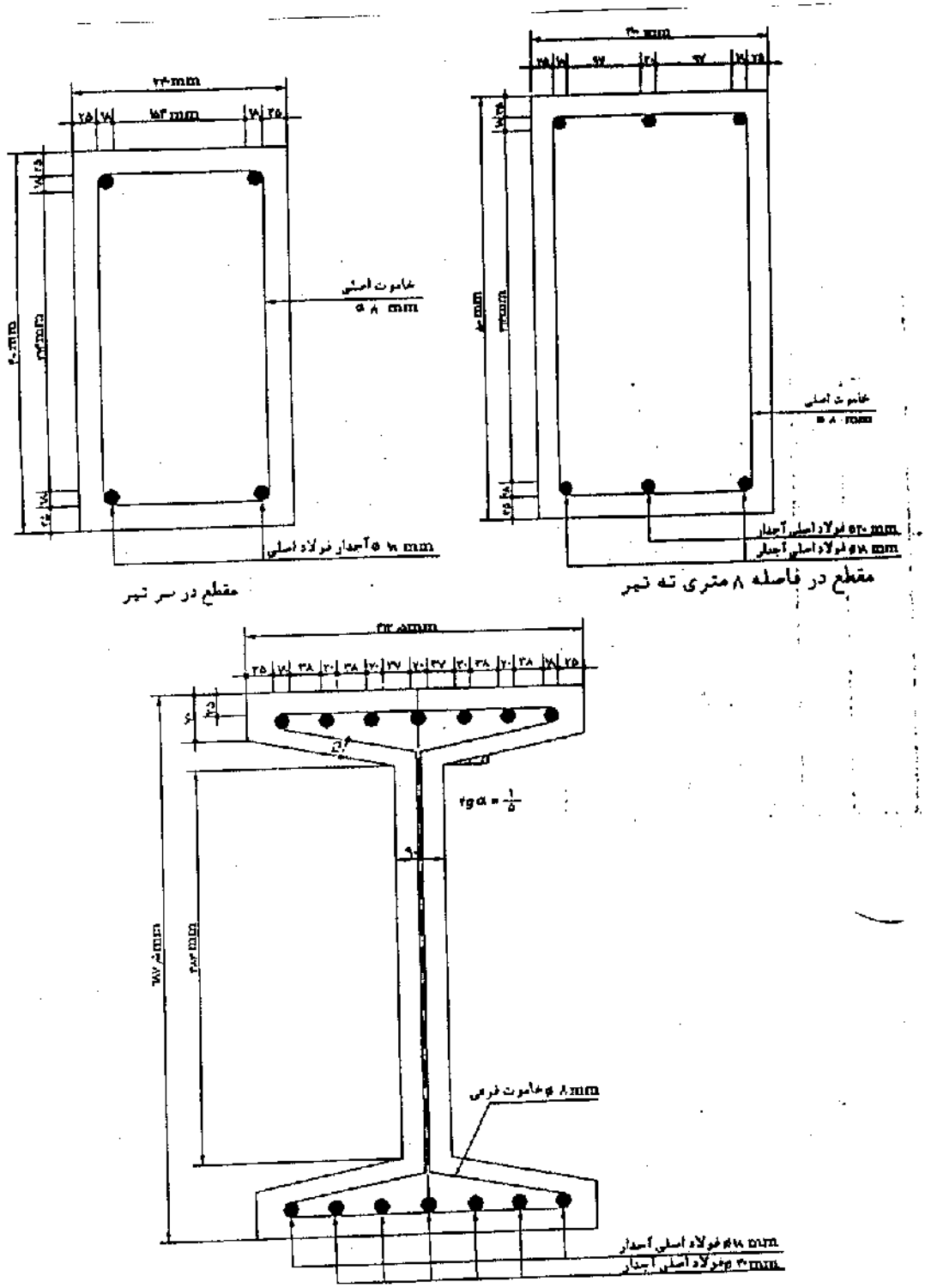


مقطع در فاصله ۵ سانتیمتری ته تیر

شکل (۶-۱۰): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۶۰۰



شکل (۶-۱۱): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۸۰۰



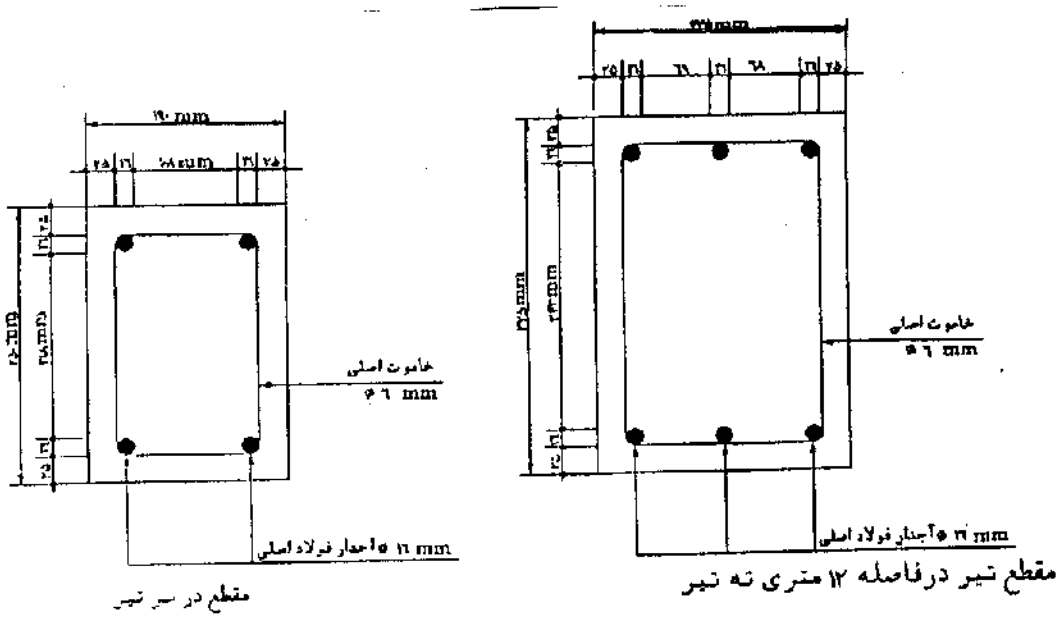
شکل (۶-۱۲): نقشه آرایش آرماتورهای پایه ۱۲/۱۲۰۰

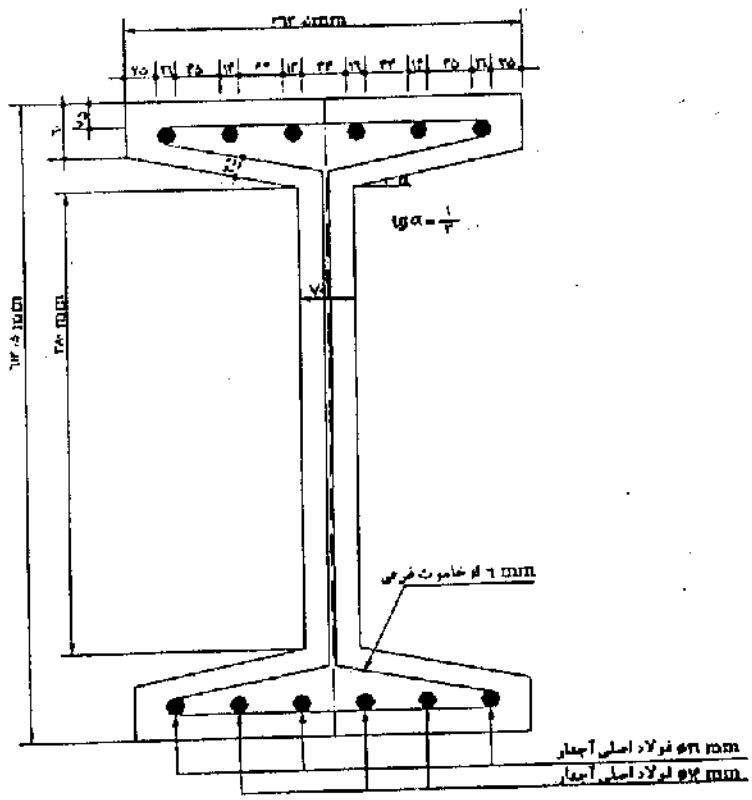
۶-۱-۲-۳-تیر بتنی مسلح ۱۵ متری

مشخصات تیرهای بتنی ۱۵ متری مطابق جدول (۶-۴) و شکلهای (۶-۱۳) تا (۶-۱۶) می‌باشد.

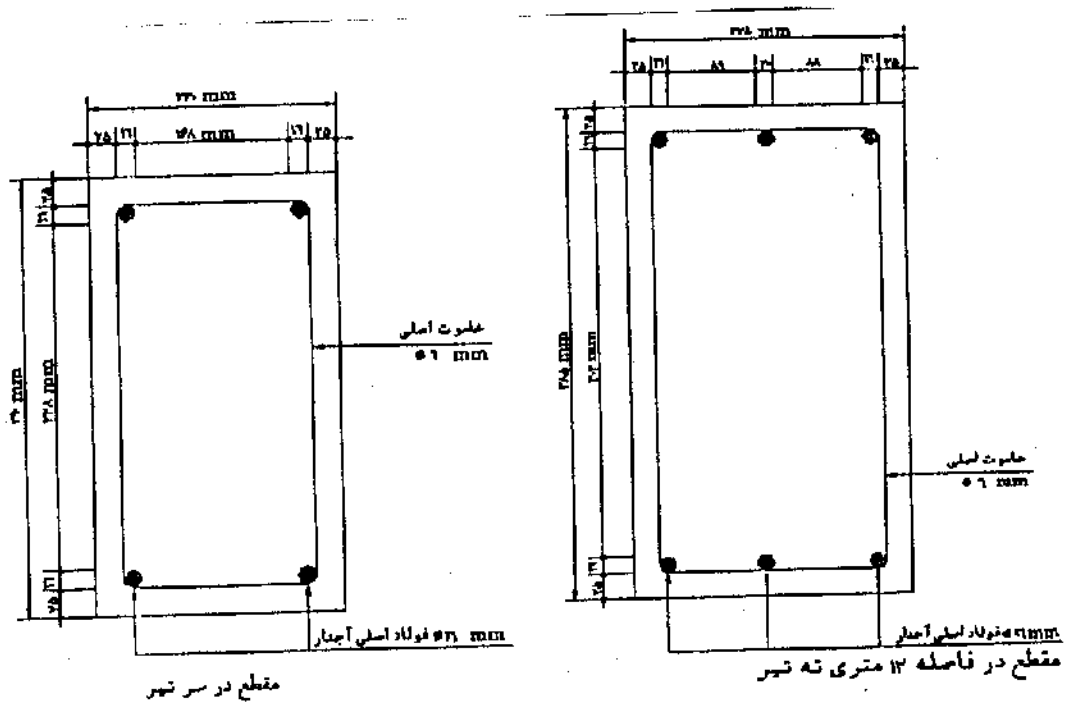
جدول (۶-۴): مشخصات فنی تیر ۱۵ متری

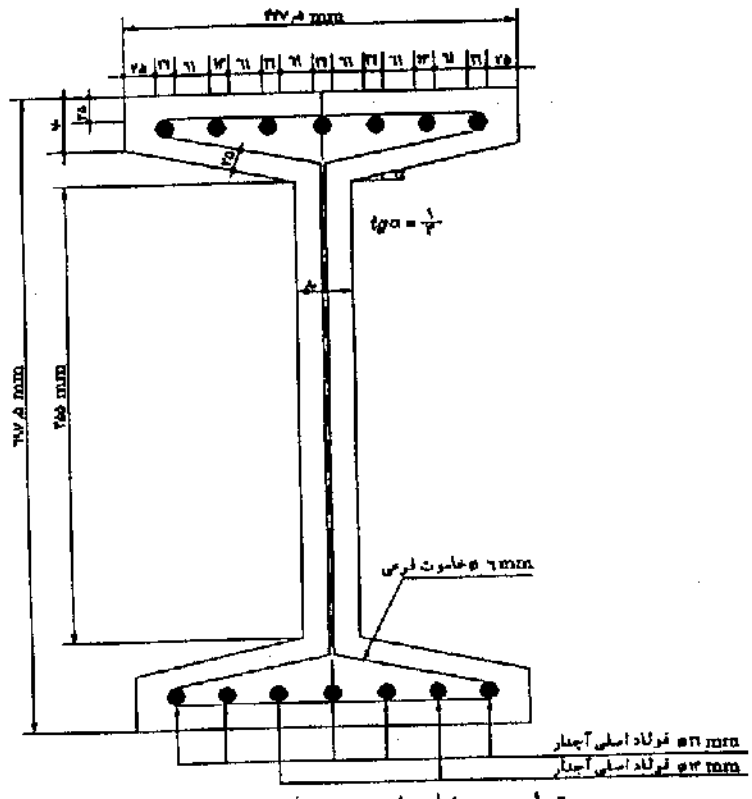
الگوی آرماتورگذاری	f		e		d		c		b		a		آرماتورها	ابعاد پایین	ابعاد بالا	قدرت اسمی
	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ	طول	ϕ		cm	cm	Kg
ب			۸۰۰	۱۴	۱۰۰۰	۱۴	۱۱۰۰	۱۴	۱۲۰۰	۱۶	۱۵۰۰	۱۶	$۶\phi_{۱۶}$ $۶\phi_{۱۴}$	۶۲/۵×۴۱/۵	۲۵×۱۹	۴۰۰
ج			۸۰۰	۱۴	۱۰۰۰	۱۴	۱۱۰۰	۱۶	۱۲۰۰	۱۶	۱۵۰۰	۱۶	$۸\phi_{۱۶}$ $۴\phi_{۱۴}$	۶۸/۵×۴۵/۵	۳۱×۲۳	۶۰۰
د	۷۰۰	۱۴	۸۰۰	۱۴	۱۰۰۰	۱۶	۱۱۰۰	۱۶	۱۲۰۰	۱۶	۱۵۰۰	۱۶	$۱\phi_{۱۶}$ $۴\phi_{۱۴}$	۷۷/۵×۴۶/۵	۴۰×۲۴	۸۰۰
ح	۷۰۰	۲۰	۸۰۰	۲۰	۱۰۰۰	۲۰	۱۱۰۰	۲۰	۱۲۰۰	۲۰	۱۵۰۰	۱۸	$۴\phi_{۱۸}$ $۱\phi_{۲۰}$	۷۷/۵×۴۶/۵	۴۰×۲۴	۱۲۰۰



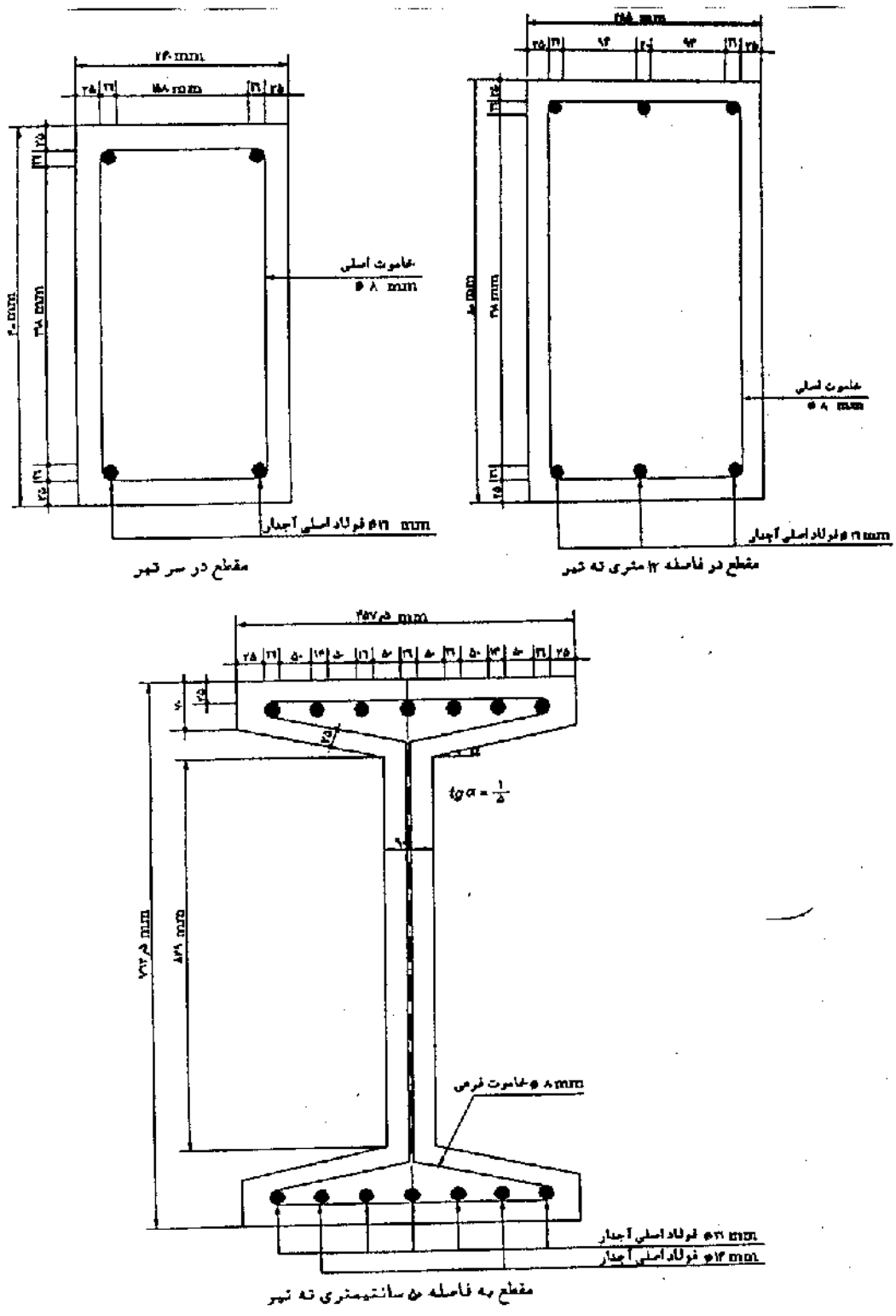


شکل (۶-۱۳): نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۴۰۰

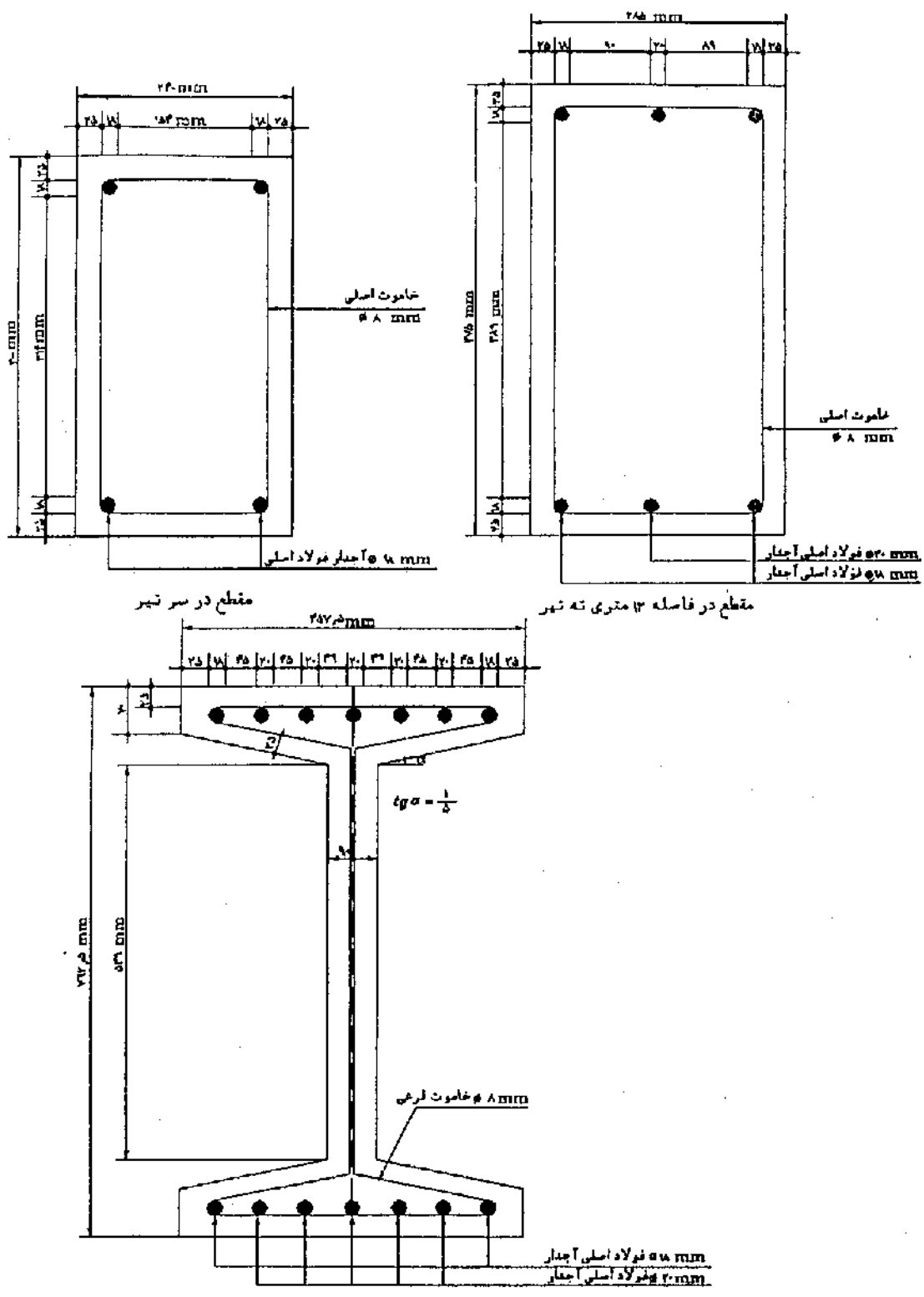




شکل (۶-۱۴): نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۶۰۰



شکل (۶-۱۵): نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۸۰۰



مقطع در سر تیر

مقطع در فاصله ۱۳ متری ته تیر

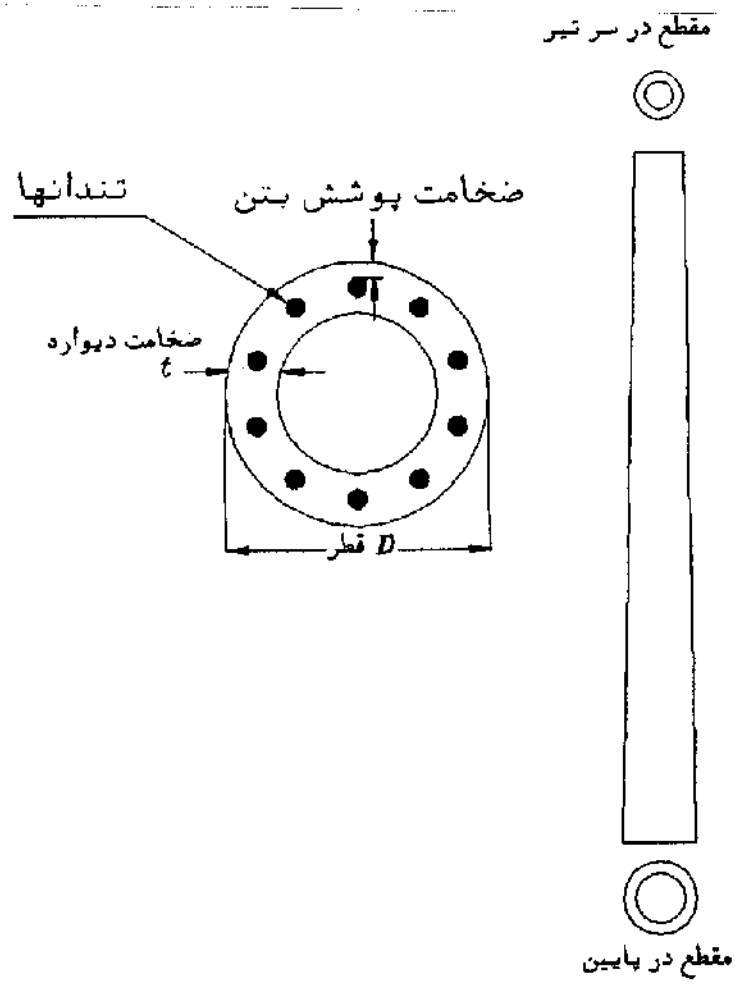
مقطع به فاصله ۵ سانتیمتری ته تیر

شکل (۶-۱۶): نقشه آرماتورهای پایه ۱۵/۸۰۰

۶-۱-۳- طرح و ساخت تیرهای بتنی پیش تنیده

با توجه به تقسیم‌بندی بند ۶-۳ و مشخصات نمونه‌ای تیرهای بتنی پیش‌تنیده با در نظر گرفتن شکل (۶-۱۷) بصورت جدول (۶-۵) می‌باشد.

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



شکل (۶-۱۷): شمای کلی تیر بتنی پیش‌تنیده

جدول (۶-۵): مشخصات فنی تیرهای بتنی پیش‌تنیده

L	P	D_T	D_B	t	ϕ	
طول تیر m	قدرت اسمی Kg	قطر تیر در بالا cm	قطر تیر در پایین cm	ضخامت دیواره cm	قطر سیم عرضی mm	تعداد سیم عرضی 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	۳۰۰	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

۶-۱-۴- هادی اتصال زمین[1]

در صورت درخواست خریدار و ارائه طرح مناسب، قرار دادن هادی اتصال زمین در تیر بتنی با شرایط زیر بلامانع است:

۱- قراردادن یک هادی مسی رشته‌ای لخت به سطح مقطع حداقل ۳۰ میلیمتر مربع در طول تیر و در داخل بتن، مقداری که هادی باید از بالای تیر و از پایین آن بیرون باشد با توجه به طریقه زمین کردن و اتصال به هادی خنثی خط توسط خریدار باید تعیین شود.

۲- در مواردی که آرماتورهای اصلی از ابتدا در تمام طول تیر بطور ممتد قرار گرفته و یا به همدیگر جوش خورده باشند و سطح مقطع هر کدام از آرماتورها حداقل برابر ۲۵۰ میلیمتر مربع باشد، می‌توان از آنها بعنوان هادی زمین استفاده نمود. در این صورت جهت اتصال هادی زمین با الکترود زمین در پایین تیر و هادی خنثی در بالای تیر، باید دو تکه به طول مناسب از جنس سیم مسی مشابه بند (۱) به دو انتهای آرماتورها اتصال داده شود.

۳- پیش‌بینی امکاناتی که خریدار از طریق آنها بتواند یک هادی مسی لخت به سطح مقطع حداقل ۱۶ میلیمتر مربع به تیر اضافه نماید.

یادآوری ۱: طرح ارائه شده نبایستی مشخصات فنی تیر را تحت تاثیر قرار دهد.

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

۶-۱-۵- حمل تیرها

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

- برای تیرهایی که با سیمان پرتلند معمولی به حالت عادی عمل آورده شده باشند: ۲۸ روز.
- برای تیرهایی که با سیمان پرتلند معمولی با بخار عمل آورده شده باشند: حداقل ۱۴ روز.

۲- نصب حلقه آرماتور در طرفین تیر به منظور حمل و نقل و بلند کردن مجاز نمی‌باشد. اگر سازنده تدبیری جهت حمل نیاندیشیده باشد باید با استفاده 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.

---

[1]- برای تکمیل اطلاعات به استاندارد سیستم زمین شبکه‌های توزیع مراجعه شود.

82461103

۶-۱-۶- گزارشها

سازنده پایه بایستی گزارشهای ذیل را به همراه محموله تیر ارسال نماید:

الف- گزارش آزمایش بتن

ب- گزارش آزمایش فولاد (میل‌گردها یا تندانها)

پ- گزارش آزمایش تیر

۶-۱-۷- بازرسی

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.

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.

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 هر گونه اقامه دعوی را که خریدار ممکن است به علت معیوب بودن مصالح و یا رضاتبخش نبودن ساخت بنماید منقضی نمی‌نماید.

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

۵- سازنده باید تمام مصالح پذیرفته نشده از طرف خریدار و یا نماینده مجاز او را تعویض و یا طوری اصلاح نماید که با نقشه‌ها و مشخصات مربوطه مطابقت نماید.

۶- در صورتی 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.

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

۶-۱-۸- پذیرش

۱- علاوه بر بازرسیهای عادی که خریدار یا نماینده او در حین ساخت بعمل می‌آورند تحویل نهایی پس از ارزشیابی بازرسیهایی که در حین ساخت بعمل آمده (نتیجه آزمایش مصالح، آزمایش تیرهای

نمونه و بازدید عینی ابعاد و خصوصیات دیگری که در مشخصات ذکر گردیده است) صورت خواهد گرفت.

۲- سازنده موظف است که ۱ درصد از هر محموله تیر را که می‌سازد مجاناً و بدون تعهدی از طرف 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.

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.

۴- در صورتی که تیر نمونه یک محموله کاملاً 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. در صورتی که حتی یکی از این سه نمونه جدید که مورد آزمایش و بررسی قرار می‌گیرند کاملاً با مشخصات تطبیق نداشت تمام آن محموله مردود تلقی خواهد شد.

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.

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

۷- در صورتی 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.

۶-۱-۹- علامت‌گذاری

مشخصات زیر باید به روشنی و بطور مقاوم برروی تیر در حین ساخت و یا پس از آن حک گردد. فاصله آخرین خط مشخصات از انتها باید حداکثر ۳ متر باشد:

سطر اول: علامت اختصاری یا نام شرکت توزیع یا برق منطقه‌ای

سطر دوم: طول تیر به متر و مقاومت نرمال تیر برحسب کیلوگرم

سطر 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 بگونه‌ای باشد که حداقل ارتفاع حرف الف (ا) برابر ۲۵ میلیمتر و پهنای آن در عریض‌ترین قسمت ۳ میلیمتر باشد.

همچنین 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.

۶-۲- مشخصات مصالح و بتن مصرفی

۶-۲-۱- انواع مصالح مصرفی

۶-۲-۱-۱-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. بکار بردن انواع دیگر سیمان به‌جز با تایید خریدار ممنوع است. سیمان نوع ۵ (سیمان ضد سولفات) در محیطهایی که علاوه بر سولفاتها به املاح کلر هم آلوده باشد (مثل حاشیه جنوبی کشور) از نظر حفاظت میلگردها نامناسب است و باعث خوردگی آنها می‌شود. در این شرایط استفاده از سیمان نوع دو با مقدار بیشتری از سه کلسیم آلومینات[1] بجای سیمان ضد سولفات مناسبتر است. استفاده از سیمان سفت و فاسد مجاز نمی‌باشد. در صورت عدم اطمینان از صحت سیمان باید آن را مطابق استاندارد شماره ۳۹۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران آزمایش کرد.

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

۶-۲-۱-۲-سنگدانه

سنگدانه مصرفی در بتن شامل مصالح درشت‌دانه (شکسته شده یا طبیعی) و ریز دانه (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 عنوان شده در

---

[1]- با ترکیب $3CaO.Al_2O_3$ و علامت اختصاری C_3A

82461103

استانداردهای ۳۰۰ و ۳۰۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشند. همچنین سنگدانه مصرفی باید با مشخصات و تعاریف عنوان شده 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 خاک رس و ناخالصی موجود در سنگدانه‌ها به میزان ۵٪ می‌باشد. مقادیر مجاز سایر مواد زیان‌آوری موجود در سنگدانه‌ها از مقادیر حداکثر ذکر شده 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 به نحوی 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.

۶-۲-۱-۳-آب

آب مورد استفاده در بتن بطور کلی بایستی صاف، روشن و عاری از مواد آلی باشد. استفاده از آبهای شور به هیچوجه مجاز نمی‌باشد، تقریباً هر نوع آب قابل آشامیدن بدون مزه و بوی خاص را می‌توان بعنوان آب اختلاط بتن بکار برد. آبهایی که سابقه عملکرد ناشناخته‌ای دارند تنها در صورتی می‌توانند در ساخت بتن مورد استفاده باشند که نمونه‌های مکعبی ملات ساخته شده آنها مقاومت ۷ روزه و ۲۸ روزه‌ای حداقل برابر با ۹۰٪ نمونه‌های ساخته شده با آب مقطر داشته باشند. مقادیر مواد زیان‌آور در آب مصرفی بتن نباید از مقادیر مجاز داده شده 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 (۶-۶) آمده است.

جدول (۶-۶): میزان مجاز مواد زیان‌آور در آب مصرفی بتن

مواد زیان‌آوری	حداکثر غلظت مجاز (قسمت در میلیون)	
	بتن در شرایط محیطی شدید و پیش تنیده	بتن در شرایط محیطی ملایم
ذرات معلق جامد	۱۰۰۰	۲۰۰۰
مواد محلول	۱۰۰۰	۲۰۰۰
کلرید (cl)	۵۰۰	۱۰۰۰
سولفات (SO_4)	۱۰۰۰	۱۰۰۰
قلیاییها	۶۰۰	۶۰۰

82461103

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.

۶-۲-۱-۴-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 به شرط مراعات نکات زیر می‌توان از دو میلگرد استفاده کرد:

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

۲- دو میلگرد باید به طول چهل برابر قطر میلگرد برروی همدیگر بسته شوند.

۳- در صورتی 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 بصورت سربه‌سر قرار داده شوند میلگرد کوتاهی در نقطه اتصال قرار داده می‌شود و میلگرد اصلی به آن جوش داده می‌شود، قطر میله باید حداقل ۱۵ میلیمتر و طول آن حداقل ۲۰ برابر قطر میلگرد اصلی باشد. آرمانورهای طولی بایستی آجدار و حداقل از نوع A-II با مقاومت جاری شدن ۳۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و مقاومت نهایی ۵۰۰۰ کیلوگرن بر سانتیمتر مربع باشند. خاموتهای هر مقطع نیز باید بگونه‌ای انتخاب شوند که جوابگوی نیروی برشی در همان مقطع باشند ولی در هر صورت قطر خاموتها نباید از ۴ میلیمتر کمتر باشد. تندانهای بکار رفته برای آرماتورهای پیش‌تنیدگی باید با یکی از مشخصات زیر مطابقت داشته باشد:

- سیم[1] مطابق با استاندارد ASTM-A421
- سیم با وادادگی کم مطابق ضمیمه ASTM-A421
- رشته[2] مطابق با استاندارد ASTM-A416

---

[1] - Wire

[2] - - Strand

- رشته هفت‌سیم با وادادگی کم مطابق STM-A۴۱۶
- میلگرد مطابق ASTM-A۷۲۲

می‌توان از سیمها، رشته‌ها و یا میلگردهایی که بطور صریح در ASTM-A۷۲۲ یا ۴۲۱ و ۴۱۶ ذکر شده‌اند استفاده کرد به شرط آنکه حداقل ضوابط استاندارد را رعایت کرده و خواص ذکر شده در استاندارد را کاملاً برآورده کرد.

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

الف- اندازه‌گیری ازیاد طول تندانها

ب- مشاهده نیروی جک به گیج کالیبر شده

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

۶-۲-۲- 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 ۳۵۰ کیلوگرم در متر مکعب کمتر باشد.

هنگام بتن‌ریزی دمای محیط بایستی 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.

82461103

۶-۲-۲-۱-ریختن بتن

۱- ارتفاع تیرها و طراحی تیرها بگونه‌ای می‌باشد که با استفاده از یک قالب بتوان تیرها با کشش معین را با طولهای مختلف تهیه کرد. بعنوان مثال با حذف قطعه ۳ متری انتهای قالب ۱۵ متری بتوان قالب تیر ۱۲ متری را تهی کرد.

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

۳- پر کردن قالبها باید یک مرتبه و بطور یکنواخت صورت گیرد و هنگام ریختن باید با ویبراتور مناسب ویبره شود و در انتها باید سطح رویه تیر صاف شود.

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 خشک کننده و سرما مصون باشد.

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

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

۷- فاصله بین میلگردها و تندانهای مجاور باید از بزرگترین مقدار موارد زیر بیشتر باشد:

الف- چهار سوم قطر بزرگترین شن

ب- قطر میلگرد

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. بطور کلی فاصله آزاد مساوی یک و یک‌سوم برابر اندازه سنگدانه‌های درشت و حداقل برابر ۲/۵ سانتیمتر مناسب است.

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. در صورتی 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.

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

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 در معرض منابع خارجی کلریدها مثل نمکهای یخ‌زدا یا تحت ترشحات این منابع قرار گیرد، بتن را باید بگونه‌ای طراحی کرد که شرایط فصل چهارم آئین‌نامه (۸۹)-ACI-۳۱۸ برآورده شود. این شرایط مقادیر حداکثر مقدار هوا، حداکثر نسبت به سیمان (یا حداقل مقاومت برای بتن سبک)، حداکثر یون کلرید موجود در بتن و نوع سیمان است. بطور کلی برای حفاظت در برابر خوردگی و برای اعضایی که تحت شرایط کنترل شده کارخانه‌ای تولید می‌شوند حداقل پوششی برابر ۵ سانتیمتر پیشنهاد می‌شود.

۶-۲-۲-۲-ازریابی مقاومت و پذیرش بتن

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

پذیرش بتن در کارگاه براساس نتایج آزمایش فشاری نمونه‌های برداشت شده صورت می‌گیرد. مقصود از نمونه‌برداری بتن تهیه دو نمونه آزمایشی از آن است که آزمایش فشاری آنها در سن ۲۸ روزه (یا هر سن مقرر دیگر) انجام می‌پذیرد و مقاومت متوسط نمونه‌ها بعنوان نتیجه نهایی آزمایش منظور می‌شود. نمونه‌ها باید از محل نهایی مصرف برداشت شوند. برای تیرها باید از هر ۱۰۰ مترطول بتن‌ریزی یک نمونه برداشت شود. مشخصات بتن در صورتی غیر قابل قبول است که متوسط مقاومت نمونه‌ها از مقاومت

82461103

مشخصه کمتر باشد یا کوچکترین مقاومت نمونه‌ها از مقاومت مشخصه به میزان ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کمتر باشد.

۶-۲-۳- بارهای پیش‌تنیدگی

۶-۲-۳-۱-فولاد

در تیرهای پیش‌تنیده تنشهای مجاز هنگام کشیدن تندانهای پیش‌تنیدگی و بلافصله پس از انتقال پیش‌تنش به بتن باید مورد توجه 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 به ترتیب مقاومت جاری شدن و مقاومت نهایی تندانها هستند. پس از انتقال پیش‌تنش به بتن حداکثر مجاز تنشها در تندانها عبارت از ۰/۸۲ Fpy (ولی نه بیشتر از ۰/۷۴ Fpu) می‌باشد.

۶-۲-۳-۲-بتن

بلافاصله پس از انتقال تنش (و قبل از بوجود آمدن اتلاف در پیش‌تنیدگی) تنشها در بتن نباید از ۰/۶ f'_{ci} تجاوز کند که در آن f'_{ci} مقاومت فشاری بتن است. می‌توان از این مقدار تجاوز کرد به شرطی 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 آب رفتگی بتن، در نظر گرفته شود.

۶-۳- تقسیم‌بندی تیرهای استاندارد

به منظور تنوع‌زدایی، تیرها از نظر طول و قدرت به دسته‌هایی مطابق با جدول (۶-۷) و (۶-۸) تقسیم می‌شوند.

جدول (۶-۷): اطلاعات تیرهای بتنی مسلح

طول تیر (متر)	قدرت اسمی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت در مرحله ارتجاعی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت نهایی (کیلوگرم نیرو)
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 (۶-۸): اطلاعات تیرهای پیش‌تنیده

طول تیر (متر)	قدرت اسمی (کیلوگرم)	مقاومت در مرحله ارتجاعی (کیلوگرم)	مقاومت نهایی (کیلوگرم)
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

فهرست مطالب

۷- معیارها و ضوابط تیرهای فلزی

۷-۱- طرح و ساخت پایه‌های فلزی

۷-۱-۱- انواع پایه‌های فلزی

پایه‌های فلزی از لحاظ ساخت به دسته زیر تقسیم می‌شوند:

الف- پایه‌های فلزی پرتیک (A شکل) یا تیرآهن کشیده

ب- پایه‌های فلزی مشبک (دکل) یا اسکلتی

ج- پایه‌های نوع لوله‌ای (تلسکوپی)

پایه‌های فلزی براساس ویژگی مورد نیاز برای کاربری که دارند ساخته می‌شوند. طول و ضخامت فلز بکار رفته در ساخت پایه‌ها، به استحکام مورد نظر در آنها بستگی دارد.

۷-۱-۲- چگونگی ساخت پایه فلزی آهن کشیده (پرتیک یا A شکل)

این نوع پایه از تیر آهن با مقطع U شکل (ناودانی) و یا L شکل (نبشی) و بصورت A شکل، ساخته می‌شود. در این نوع تیرها، پایه‌های اصلی از آهن ناودانی یا نبشی بوده و بوسیله صفحه‌های آهنی مربعی (پلیت) به یکدیگر جوش داده می‌شود. روش دیگر ساخت، استفاده از تیرآهنهای با مقطع H شکل می‌باشد که قسمت میانی آن در کارخانه با ابزار مخصوص بصورت زیگزاگ برش داده شده و بصورت لانه زنبوری ساخته می‌شود.

۷-۱-۳- چگونگی ساخت دکل فلزی مشبک

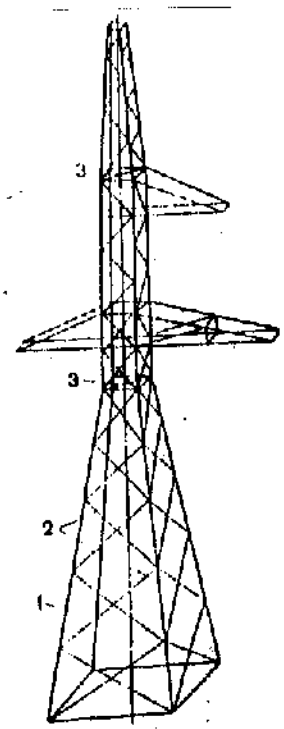
دکلهای فلزی، بطور معمول از آهن نبشی یا پروفیل‌های آلومینیومی ساخته می‌شوند، در مواقع ضروری، برای افزایش استقامت مکانیکی، از فولاد آلیاژی بعنوان پایه خطوط استفاده می‌شود. اجزای اصلی دکلهای فلزی مشبک عبارتند از: (شکل ۷-۱)

۱- بدنه اصلی

۲- باربندها

۳- صفحه شابلون

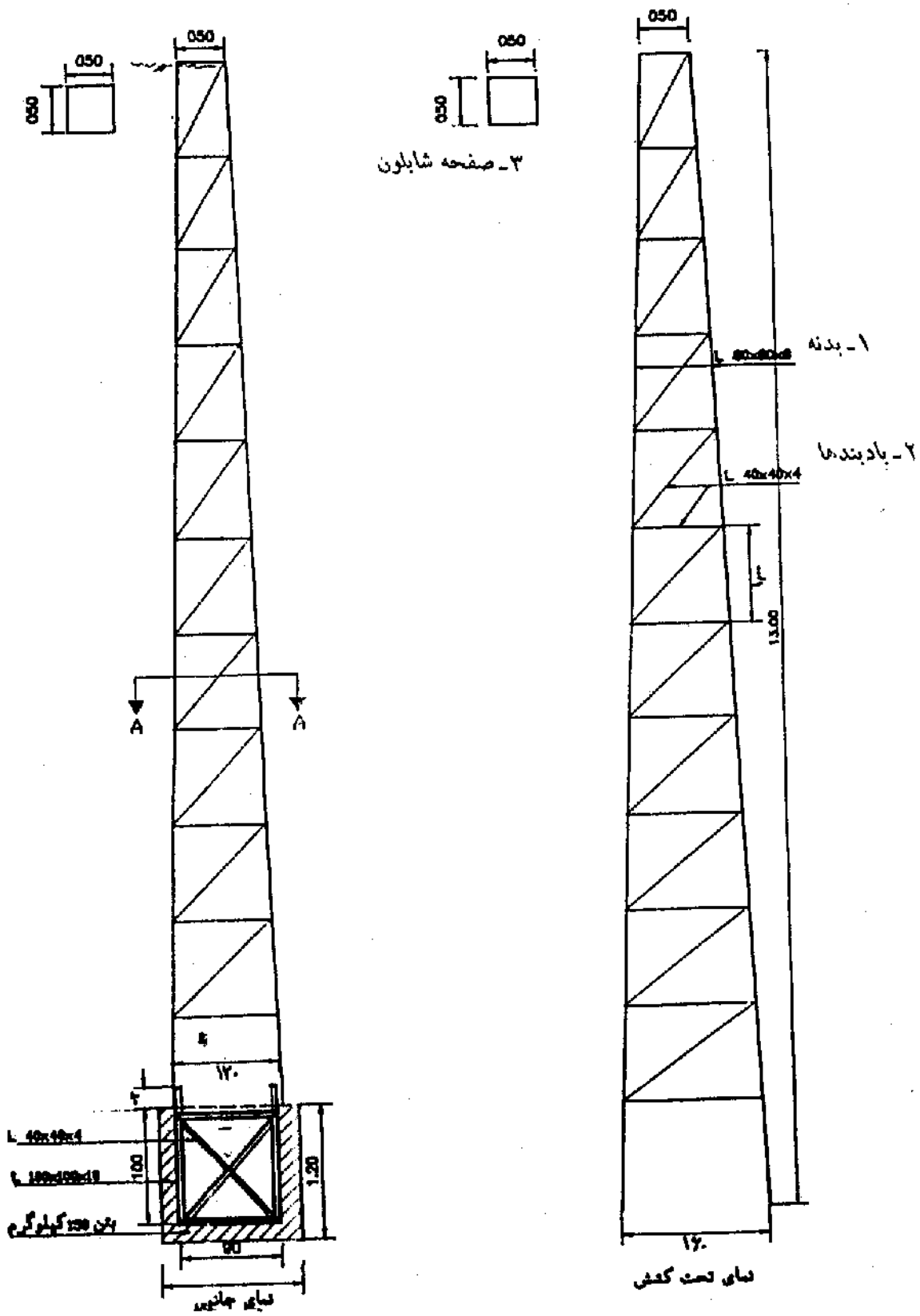
82461103



شکل (۷-۱): اجزای اصلی دکل فلزی مشبک

شاخه اصلی پایه‌های فلزی، یک سازه فضایی چند وجهی است که در حالت کششی بطور معمول دارای وجه طولی بیشتر می‌باشد. این پایه‌ها، در هر وجه خود یک شاخه اصلی از آهن نبشی و یا پروفیل دارند که بادبندهای طراحی شده را بصورت پیچ و مهره و یا جوش بهم متصل می‌نمایند. در ساخت پایه‌های فلزی، برای مونتاژ راحت در انتهای پایه و محل اتصال به فوندانسیون و نیز در محل مونتاژ قطعات دکل، یک صفحه شابلون نصب می‌شود. ارتباط بین شاخه اصلی و صفحه شابلون، مطابق شکل (۷-۱) خواهد بود. این اتصال می‌تواند بصورت جوشی یا پیچی باشد. بطور معمول برای سهولت عملیات نصب، بیشترین قسمت جوشکاری در کارخانه انجام شده و فقط برای مونتاژ از پیچ و مهره استفاده می‌شود. در شکل (۷-۲) جزییات اجرای یک نمونه دکل فلزی ۲۰ کیلوولت آمده است.

82461103



شکل (۷-۲): دکل فلزی ۲۰ کیلوولت (۱۳۰۰ کیلوگرم و ۱۳ متر)

82461103

۷-۱-۴- چگونگی ساخت دکل فلزی لوله‌ای

پایه‌های لوله‌ای، از قطعات لوله فلزی ساخته شده به شکلی که قطر قطعات پایین بیشتر بوده و به تدریج تا بالا، کم می‌شود. قسمت انتهایی این تیرها، می‌تواند بصورت مستقیم (بدون بازو) و یا انحنادار (شلاقی) باشد. در صورت استفاده پایه فلزی مستقیم در شبکه برق، کراس‌آرم فلزی بصورت T شکل در بالای آن جوش داده می‌شود.

پایه‌های فلزی لوله‌ای اغلب به سه روش ساخته می‌شوند:

الف- پایه فلزی لوله‌ای نوع تداخلی

ب- پایه فلزی لوله‌ای نوع بوشن-تبدیل

ج- پایه فلزی هشت گوش

بطور معمول پایه‌های فلزی لوله‌ای با ارتفاع بیش از ۱۰ متر، بصورت تداخلی ساخته می‌شوند. در این روش، لوله با قطر کوچکتر در لوله با قطر بزرگتر که بخوبی گرم و منبسط شده داخل گردیده و حداقل دوباره جوشکاری می‌شود. در جدول ۷-۱، میزان تداخل لوله‌ها در یکدیگر داده شده است.

جدول (۷-۱): میزان تداخل لوله‌ها در یکدیگر

قطر داخلی لوله کوچکتر (in)	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۲
میزان تداخل لوله‌ها در یکدیگر (cm)	۱۵	۱۸	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۴۵	۴۵

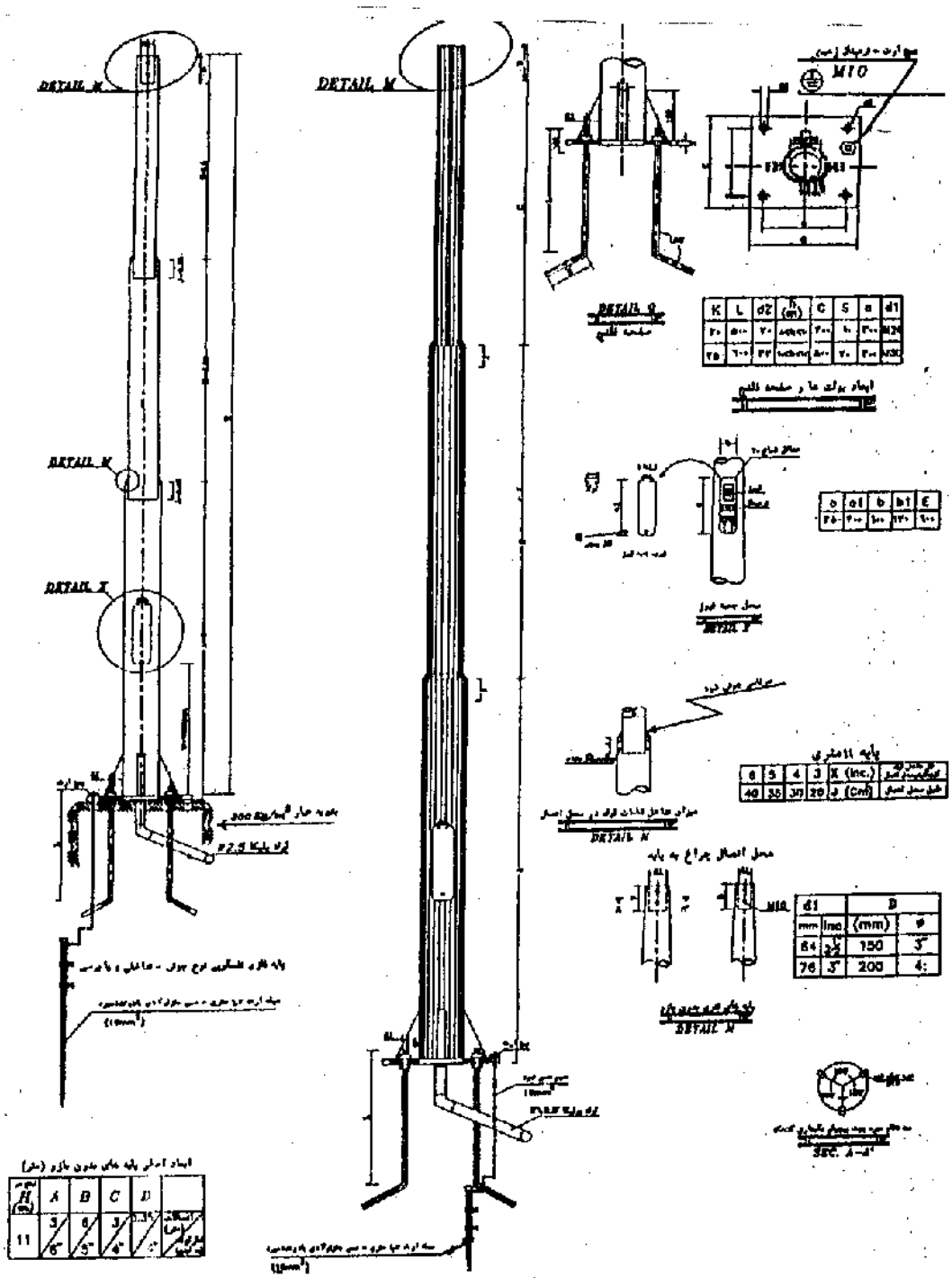
روش دیگر ساخت، استفاده از اتصالات بوشن‌های تبدیل لوله‌ها به یکدیگر است.

در ساخت این پایه‌ها، باید از لوله‌های فولادی با کمتر از ۶ درصد فسفر کمک گرفت. مقاومت کششی فولاد پایه‌ها باید بین ۳۵ تا ۴۱ تن در هر اینچ مربع باشد که براساس قطر لوله‌های انتخاب شده و ارتفاع پایه، طراحی می‌گردد.

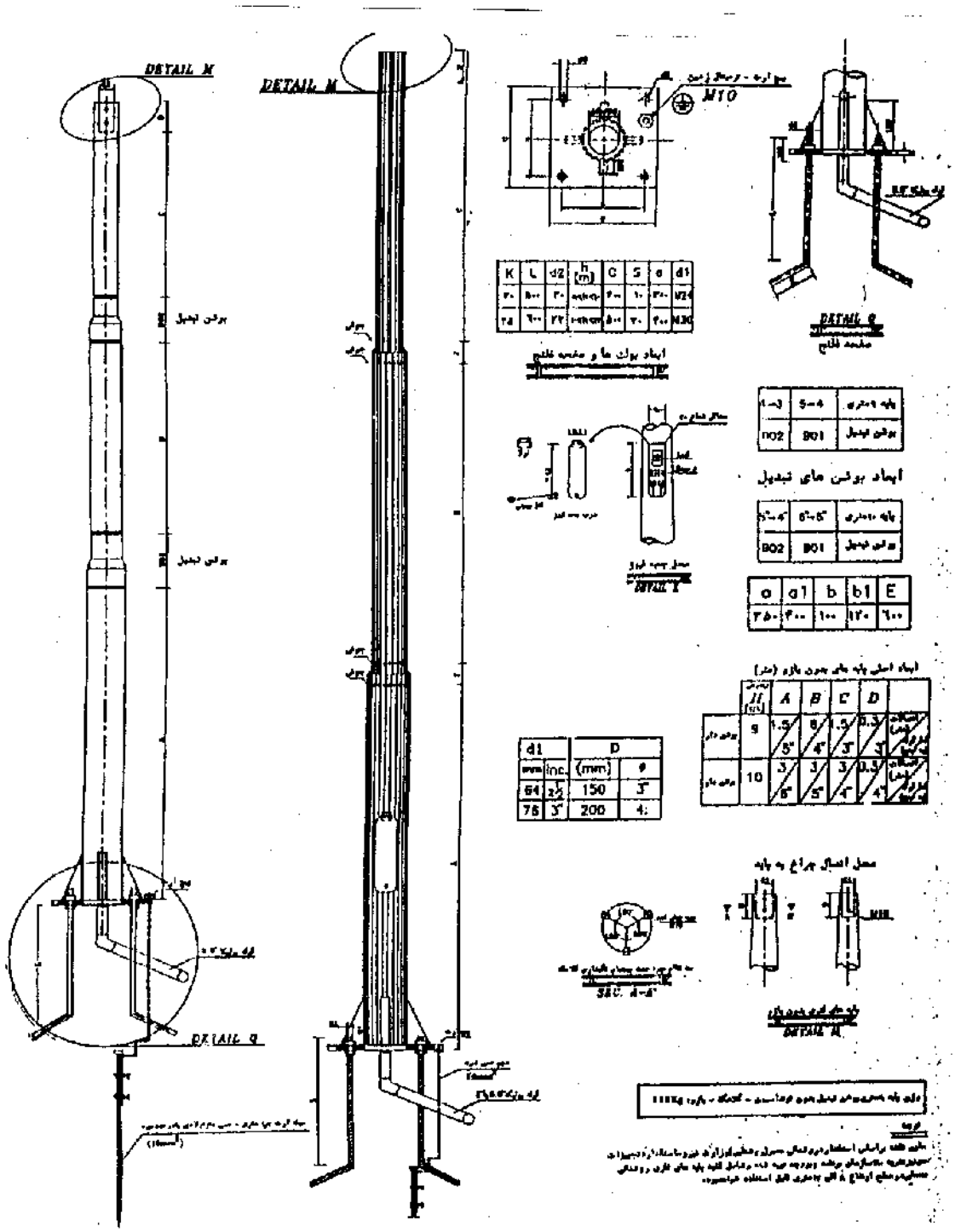
پایه تلسکوپی ۸ وجهی از ورقهای آهنی، پس از عملیات پرسکاری و بصورت یک تکه بوسیله دستگاههای مخصوص در کارخانه ساخته می‌شوند.

در شکل (۷-۳) جزییات ساخت پایه فلزی لوله‌ای، نوع تداخلی و در شکل ۷-۴، جزییات ساخت پایه فلزی لوله‌ای، نوع بوشن – تبدیل نشان داده شده است.

82461103



شکل (۷-۳): پایه فلزی لوله‌ای – نوع تداخلی- با صفحه فلنج (۱۱ متری)



شکل (۷-۴): پایه فلزی لوله‌ای- نوع بوش، تبدیل – با صفحه فلنج (۹ و ۱۰ متری)

بخش سوم
آزمونها

۷-۲- سرویس و بهره‌برداری از پایه‌های فلزی

پایـه‌های فلزی در طول زمان بهره‌برداری باید سرویس و رنگ‌آمیزی شوند، بخصوص در مورد قسمتی کـه داخـل زمیـن شـده باشد باید دقت بسیار به خرج داد. در این مورد، پوشش گالوانیزه روی پایه فلزی، یک روش مناسب به حساب می‌آید که باید در شرایط مختلف محیطی، ضخامت آن را برحسب میکرومتر از جـدول (۷-۲)، مشـخص کـرد. هرگاه عمر مفید مورد انتظار برای پایه ۳۰ سال باشد، کمترین ضخامت گالوانیزه نیز باید مطابق جدول (۷-۲) باشد.

جدول (۷-۲): ضخامت مورد نیاز پوشش گالوانیزه روی دکلهای فلزی

ضخامت (μm)	شرایط محیطی
کوچکتر از ۵۰	محل سرپوشیده خشک
۱۰۰	محل سرباز، غیر آلوده در خشکی
۱۵۰	محل سرپوشیده مرطوب
۱۷۰	محل سرباز، غیر آلوده ساحلی
۲۲۰	محل سرباز، آلوده در خشکی
۲۷۰	محل سرباز آلوده ساحلی
بزرگتر از ۳۰۰	زیر آب دریا، غوطه‌ور

فهرست مطالب

۸- آزمون تیرها

۸-۱- آزمون تیرهای بتنی

آزمونهای تیرهای بتنی به دو گروه تقسیم می‌شود:

۱- آزمونهایی که روی نمونه‌های تصادفی انجام می‌شود.

۲- آزمونهایی که روی تک‌تک تیرها انجام می‌شود.

۸-۱-۱- 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 ج بیان شده است.

82461103

۸-۱-۱-۱-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 در آن نصب می‌گردد ممکن است مختصری تغییر داده شود).

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

ج- با استفاده 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 سرپایه دو عدد لوله به قطر حدود دو اینچ و به طول نیم متر در طرفین پایه گذاشته می‌شود و با قراردادن 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 سرپایه می‌شود).

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 قبلاً آماده گردیده محکم بسته شود.

طرز قرار گرفتن سیم بکسل طوری است که پس از آغاز کشش پایه بایستی دقیقاً بر امتداد آزاد پایه عمود باشد.

۸-۱-۱-۲-آزمایش مقاومت نرمال

الف- نخست باید قبل از آزمایش مشخصات کامل پایه و قدرت اسمی و طول تیر بعلاوه هر گونه 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، به آرامی به آن وارد می‌شود و پس از آن مقدار تغییر مکان راس تیر و ترکهای موئین که احیاناً در بدنه تیر ظاهر خواهد شد به دقت یادداشت شود.

82461103

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

هـ- بالاخره در مرحله بعد ۲۵٪ آخر مقاومت نرمال نیز اضافه شده و همچنین مکان راس تیر و سایر عوارض یادداشت می‌گردد.

و- در پایان بایستی به آرامی نیروهای وارده بر پایه برداشته شود و با آزاد کردن کامل پایه مقدار تغییر مکان راس تیر در صورتی آزمایش را با موفقیت به پایان رسانیده که:

الف- در هیچکدام 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 تقریباً به حالت اول بازگردد و بجز ترکهای مویی هیچگونه ترکی مشاهده نگردد.

نتیجه: هر گونه عدم تطابق با شرایط ذکر شده در فوق به علت ضعف پایه خواهد بود و پایه سالم تشخیص داده نخواهد شد و این ضعف در آزمایشهای بعدی آشکارتر خواهد گردید.

۸-۱-۱-۳-آزمایش مقاومت در مرحله ارتجاعی

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

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

ج- در این مرحلخ نیروی ۲۵٪ اضافه شده به آرامی کسر می‌شود تا نیروی وارده مجدداً در حد مقاومت نرمال برسد. پس از اینکار تغییر مکان راس تیر و ترکهای باقیمانده دقیقا یادداشت شود.

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

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

82461103

هـ- بالاخره در پایان این آزمایش نیروی وارده تا میزان مقاومت نرمال تقلیل داده می‌شود و میزان تغییر مکان راس پایه و ترکهای باقیمانده دقیقاً یادداشت می‌گردد. تیر در صورتی آزمایش را با موفقیت به پایان رسانیده که:

الف- در صورت ایجاد ترک در مقابل ازیاد نیرو، این ترکها در موقع بازگشت نیرو تا حد مقاومت نرمال کاملاً بسته شوند.

ب- تعییر 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 در صورت انهدام پایه در مراحل آزمایشات فوق‌الذکر، تیر مطلقاً مردود است.

۸-۱-۱-۴-آزمایش مقاومت نهایی

در این 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 بعبارت 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 کیلوگرم نیرو و کمتر باید بالاتر از سه برابر و برای تیرهای با قدرت بیش از ۴۰۰ کیلوگرم نیرو باید بالاتر از ۲/۵ برابر نیروی مجاز تیر باشد.

۸-۱-۱-۵-جمع‌بندی

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

82461103

۸-۱-۲- آزمونی که روی تک‌تک تیرها صورت می‌پذیرد

علاوه بر آزمایشها و کنترلهایی که در بخش ۶-۲ این استاندارد در مورد مصالح آورده شد، کلیه تیرها از نظر ظاهری بررسی می‌شوند و در هنگام بازدید ظاهری موارد زیر باید مد نظر باشد:

- سطح تیر صاف و فاقد حفره‌های بزرگ باشد.
- گوشه‌های تیر کاملاً گرد شده باشد.
- حصول اطمینان از عدم گرفتگی سوراخها.

۸-۲- آزمون تیرهای چوبی

۸-۲-۱- تعیین قدرت شکست

برای تعیین نیروی شکست پایه‌های چوبی و آزمایش فشار می‌توان از مجموعه دستگاهی که مشابه آزمایش پایه‌های بتنی است استفاده کرد.

۸-۲-۱-۱-مکان آزمایش

مکان آزمایش پایه‌های چوبی مطابق شکل (۸-۱) است. قسمت از انتهای پایه که در داخل زمین قرار می‌گیرد در داخل دستگاه توسط الوار و جک ثابت نگهداشته شده و پایه در فاصله ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری از راس آن تحت نیروی کشش قرار می‌گیرد.

بخشهای مختلف دستگاه آزمایش در ادامه شرح داده می‌شود.

۱- سکوی بتنی

این سکو شامل دو دیواره است که از بتن مسلح و به ارتفاع ۰/۶،طول ۲ و ضخامت ۰/۴ متر و بصورت یکپارچه با فوندانسیون ساخته شده است.

۲- پایه ثابت

پایه ثابت بصورت نقطه اتکایی برای کشیدن سرتیر بکار می‌رود.

۳- دستگاه اندازه‌گیری نیرو (دینامومتر)

با این دستگاه نیروی کششی وارد شده به تیر اندازه‌گیری می‌شود و در هر لحظه می‌توان تغییرات نیرو را ثبت نمود.

۴- سیم بکسل

قطر سیم بکسلی که برای آزمایش بکار می‌رود بین ۱۶ تا ۲۰ میلیمتر است. باید توجه داشت به هنگام آغاز کشش پایه، سیم بکسل بر امتداد آزاد پایه عمود باشد.

82461103

۵- الوارهای چوبی

ابعاد سطح مقطع الوارهای چوبی در حدود ۱۵×۲۵ سانتیمتر و طول آنها در حدود یک متر است. از الوارهای چوبی برای محکم نگهداشتن انتهای پایه و جلوگیری از اعمال فشار بیش از حد به قسمت تحتانی تیر استفاده می‌شود. همچنین آنها موجب می‌شوند انتهای پایه محکمتر در دستگاه نگهداشته شود (شکل ۸-۲).

۶- جکهای روغنی

قدرت این جکها بین ۱۵ تا ۱۰ تن است و برای محکمتر بستن و نگهداشتن انتهای پایه در دستگاه بکار می‌روند. تعداد این جکها سه عدد است.

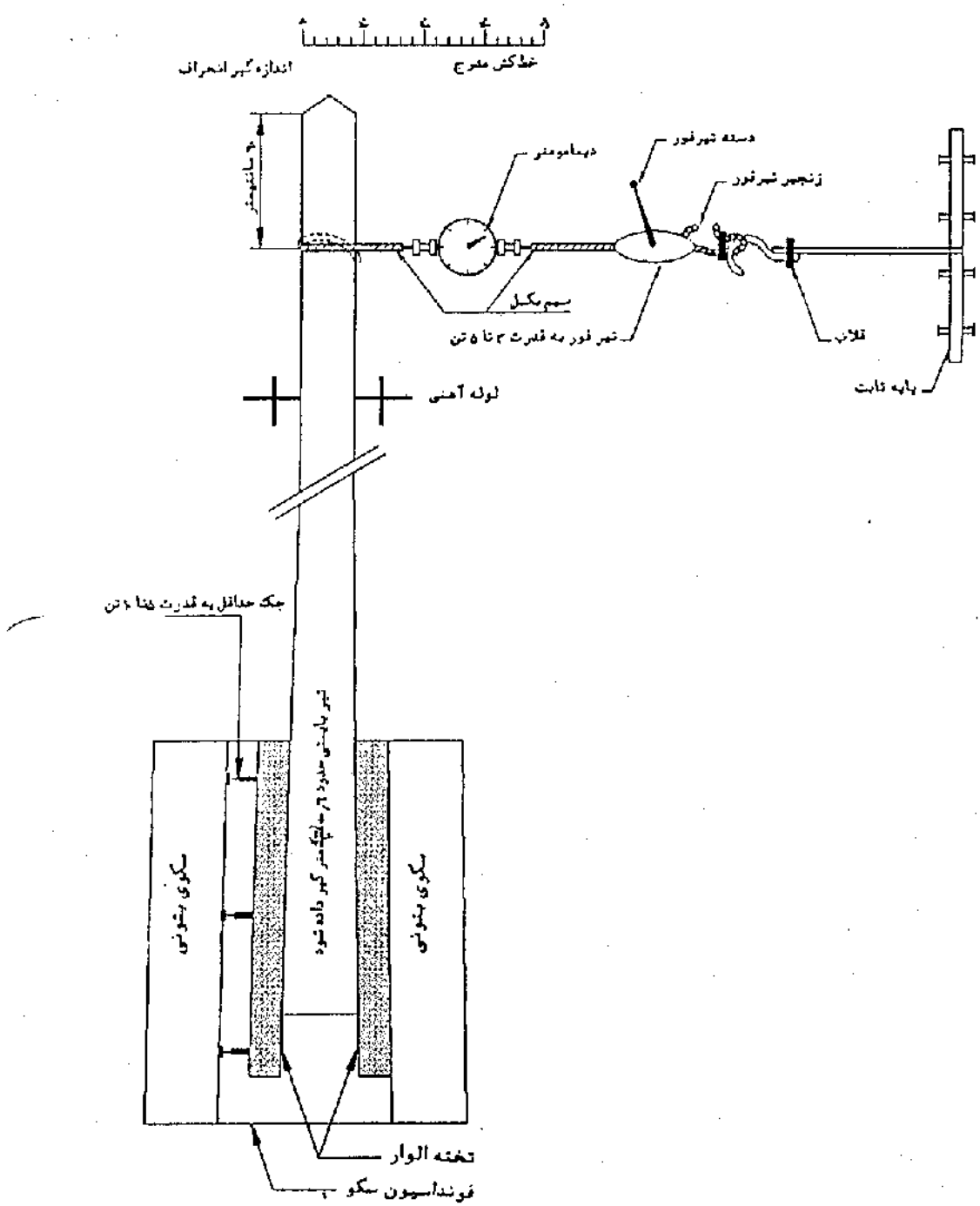
۷- خط‌کش مدرج

این خط‌کش نشان‌دهنده میزان انحراف تیر بر اثر نیروی کشش وارد بر آن در طول آزمایش است.

۸- تیرفور

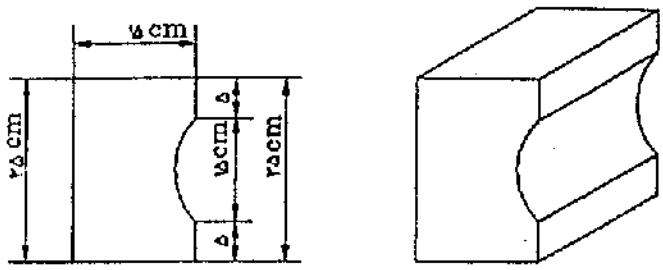
وسیله‌ای است که با استفاده از آن می‌توان نیروی کشش وارد شده به تیر را تغییر داد. قدرت انواع مختلف این وسیله بین ۲ تا ۵ تن است.

82461103



شکل (۸-۱): دستگاه آزمایش پایه‌های چوبی

82461103



شکل (۸-۲): الوارهای چوبی

۸-۲-۱-۲-مقدمات اولیه اجرای آزمایش

پیش از آغاز آزمایش، موارد زیر باید انجام شوند:

الف- قسمتی از پایه که در داخل زمین قرار می‌گیرد مشخص شده و علامت‌گذاری شود.

ب- پایـه بصـورت افقی به نحوی در بستر آزمایش قرار گیرد که قسمتی از آن که در داخل زمین قرار دارد بین دو دیواره بتنی واقع شود.

پ- قسمت انتهایی پایه با استفاده از الوارهای چوبی و جکهای روغنی بین دو دیواره بتنی کاملاً محکم شود.

ت- برای آنکه قسمت آزاد پایه بتواند در جهت نیروی کششی وارده شده به آن حرکت کند، در فاصله ۳ مـتری از سـرتیر،دو لولـه آهنی به قطر ۵ تا ۱۰ سانتیمتر، در طرفین پایه قرار داده و لوله دیگری روی آنها و زیر پایه به نحوی قرار داده شود که سطحی لغزنده برای حرکت پایه ایجاد گردد.

۸-۲-۱-۳-اعمال بار (نیرو)

بـار بـابد بـه نقطـه‌ای در فاصله ۶۰ سانتیمتری از سـر تیر توسط تیر فور اعمال گردد. خط کشش بین نقطـه مـربوطه بـرروی تیر و تیر فور باید ثابت باشد. کشش پایه تا زمان شکسته شدن آن باید ادامه یابد. سـرعت اعمـال کشـش بـاید بصـورتی باشـد که موجب انحراف پایه در نقطه کشش به حدی از رابطه زیر بدست می‌آید شود:

$$N = \frac{2\pi ZL^2}{3C_g}$$

N: نرخ انحراف (میلیمتر بر دقیق)

82461103

Z: نرخ کرنش تار انتهایی[1] که برابر ۰/۰۰۱ در نظر گرفته می‌شود (ASTM-D198)

L: فاصله نقطه اعمال نیرو تا دستگاه نگهدارنده (میلیمتر)

C_g: محیط پایه در نقطه متناظر با سطح زمین (میلیمتر)

۸-۲-۱-۴-محل تیر فور

چنانچه تیر فور به اندازه کافی از پایه فاصله داشته باشد بصورتی که زاویه بین محل ابتدایی و انتهایی کشش کوچک باشد، فرض عمود بودن خط کشش بر محور پایه با دقت بسیار خوبی قابل قبول خواهد بود. محل تیر فور در جدول (۸-۱) نشان داده شده است.

جدول (۸-۱): تعیین محل تیر فور نسبت به محور پایه و سطح زمین

طول پایه (متر)	فاصله از محور پایه (متر)	فاصله از سطح زمین (متر)
۸	۳۸/۱	۵/۳
۹	۴۵/۷	۶/۷
۱۱	۵۳/۳	۸/۱
۱۲	۶۱	۹/۴
۱۴	۶۸/۶	۱۰/۸
۱۵	۷۶/۲	۱۲/۲
۱۷	۸۳/۸	۱۳/۶
۱۸	۹۱/۴	۱۴/۹

۸-۲-۱-۵-اندازه‌گیری نیرو

نیرو باید توسط ابزار مناسبی که بصورت سری با خط کشش (اعمال نیرو) باشد اندازه گرفته شود. اندازه‌گیری می‌تواند با دینامومتر انجام شود. در این صورت باید ظرفیت آن مناسب و دارای درجه‌بندی ۲۰۰ نیوتنی (مدرج شده براساس ۳۰۰ نیوتن) باشد. در فواصل زمانی معین بین آزمایشها، کالیبراسیون دینامومتر باید تحقیق گردد.

[1] - Fiber Strain

۸-۲-۱-۶-انحرافات

اندازه‌گیری انحراف و نیروی اعمالی باید حداقل ۱۵ بار انجام شود و مناسبتر است که دفعات اندازه‌گیری، ۲۵ تا ۴۰ بار باشد. اندازه‌گیری انحراف باید در جهت عمود بر محور پایه انجام شود. میزان نزدیک شدن نقطه وارد کردن نیرو به انتهای پایه (بر اثر انحراف پایه) باید همزمان با افزایش نیرو اندازه‌گیری شود.

مقدار انحراف نقطه متناظر با سطح زمین باید اندازه‌گیری شود.

۸-۲-۱-۷-روش آزمایش

قبل از اعمال نیرو به پایه، صفحات نشانگر میزان انحراف در قسمتهای مختلف پایه، باید صفر را نشان دهند. همچنین اندازه‌گیری زیر نیز باید انجام و نتایج آن یادداشت شوند:

- فاصله انتهای پایه تا نقطه متناظر با سطح زمین
- فاصله نقطه متناظر با سطح زمین تا نقطه اعمال نیرو
- محیط پایه در نقطه متناظر با سطح زمین و نقطه اعمال نیرو
- نوع چوب پایه
- محل اصلی تهیه چوب پایه
- نحوه اشباع چوب
- شماره آزمایش

پس از اندازه‌گیریهای اولیه، نیرو باید با افزایش یکنواخت و پیوسته به پایه اعمال گردد تا پایه بشکند. پس از هر بار افزایش در مقدار نیرو، مقدار انحراف متناظر با آن باید قرائت و ثبت شود. حداکثر بار که موجب از بین بردن مقاومت پایه شده است باید با قرائت دینامومتر یادداشت شود. پس از شکسته شدن پایه، نقطه‌ای که شکستگی در آن اتفاق افتاده باید تعیین شود (بصورت تقریبی) و فاصله آن از محل اعمال نیرو اندازه‌گیری و یادداشت شود. پس از انجام آزمایش منحنی انحراف پایه براساس نیروی اعمال شده به آن باید ترسیم گردد.

۸-۲-۲- تعیین میزان رطوبت

۸-۲-۲-۱-نمونه‌گیری

نمونه‌ای از پایه به طولی برابر عمق دفن پایه یا ۷۵ میلیمتر (هر کدام که بزرگتر است)، می‌باید از پایه جدا شود. نمونه باید از قسمتی خارج از فاصله ۱/۵ متری از هر دو طرف پایه جدا شود. پس از جدا

نمودن نمونه به کمک مته توخالی و دستگاه خارج کننده[1]، دو قسمت پایه باید به دقت توسط قطعه‌ای ممرز اشباع شده به یکدیگر جفت شود.

۸-۲-۲-۲-نحوه آزمایش

نمونه بلافاصله پس از جدا شدن، وزن می‌شود (m_1). سپس در کوره‌ای که دمای آن ۲ ± ۱۰۳ درجه سانتیگراد است قرار داده شده و خشک کردن تا زمانی که وزن آن ثابت بماند انجام می‌شود. نمونه پس از خارج شده از کوره، بلافاصله وزن می‌شود (m_2). درصد رطوبت موجود در پایه (ω) طبق رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\omega = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

۸-۲-۳- تعیین میزان نفوذ مواد اشباع کننده در پایه

۸-۲-۳-۱-نمونه‌گیری

از یک مجموعه ساخته شده باید تعداد ۱۰ عدد یا ۱۰ درصد کل پایه‌ها، هر یک که بزرگتر است، انتخاب شود. باید توجه داشت که کسری از یک پایه را باید یک پایه به حساب آورد. پایه‌های نمونه باید پیش از اشباع انتخاب و علامت‌گذاری شوند و یا بصورت تصادفی پس از عملیات اشباع انتخاب شوند.

۸-۲-۳-۲-روش کار

پس از انجام اشباع، به کمک دستگاه نمونه‌گیر[2] تکه‌ای که در فاصله ۱/۵ متری از دو سر پایه قرار نداشته باشد از هر یک از پایه‌های نمونه جدا می‌شود. پس از جدا شدن تکه‌ها باید دو قسمت باقیمانده به یکدیگر جفت شوند. در صورت استفاده از کرئوزوت برای اشباع، میزان نفوذ بصورت چشمی می‌تواند تشخیص داده شود. در صورت استفاده از CCA[3] برای اشباع باید مطابق با قسمت دوم استاندارد شماره BS ۵۶۶۶، عمل شود.

چنانچه تکه‌های جدا شده از نمونه‌ها نشان دهنده نفوذ کامل ماده اشباع در سطح و زیرپوست در پایه‌های نمونه باشند، کلیه پایه‌ها از نظر اشباع شدن تایید می‌شوند. در صورتی که یک یا تعدادی از

---

[1] - Extractor

[2] - Test Borer

[3] - Cupper/Chrome/Aresnic Mixture

پایه‌های نمونه، کاملاً اشباع نشده باشند، عمل اشباع برای آنها باید مجدداً انجام شود. اگر تعداد کل پایه‌ها به اندازه کافی باشد، مجموعه نمونه دیگری که تعداد نمونه‌های آن برابر تعداد نمونه‌های مجموعه اول باشد انتخاب می‌شود. اگر پس از انجام عملیات اشباع روی نمونه‌های دوم، کلیه نمونه‌ها نشان دهنده نفوذ کامل ماده اشباع در سطح و زیر پوست پایه‌های نمونه باشند، کلیه پایه‌های باقیمانده از نظر اشباع شدن تائید می‌گردند. در صورتی که در نمونه دوم، یک یا تعدادی از پایه‌های نمونه اشباع نشده باشند، اشباع آنها مجدداً انجام می‌شود. عمل نمونه‌گیری تا زمانی که مجموعه نمونه‌ای که در آن کلیه پایه‌ها اشباع شده باشند بدست آید و یا تا زمانی که کلیه پایه‌های مجموعه اصلی نمونه‌گیری شده باشند ادامه می‌یابد.

همانگونه که ذکر شد به منظور ارزیابی چگونگی اشباع پایه‌ها می‌توان سطح مقطع نمونه‌هایی که از پایه گرفته می‌شوند را مشاهده نمود و میزان یکنواختی نفوذ مایع اشباع در چوب را بررسی کرد. در این مورد می‌توان از یک معیار کمی نیز استفاده کرد به این صورت که میزان جذب مایع اشباع (کرئوزوت) باید حداقل ۱۱۲ گرم به ازای هر دسی متر مکعب چوب باشد. به آن ترتیب با توجه به وزن کرئوزوت قبل و بعد از اشباع و حجم پایه می‌توان در مورد میزان اشباع شدن پایه قضاوت کرد.

۸-۳- آزمون دکلهای فلزی

۸-۳-۱- تست تحمل مکانیکی

برای تست پایه‌های فلزی، باید ابتدا پایه را در محل خود محکم کرده بعد از محکم شدن دکل به پایه، کلیه نیروهای وارده شده به دکل توسط کابل به نقاط مختلف دکل اعمال می‌گردد. اعمال نیروها، باید در ۵ مرحله صورت گیرد. در هر مرحله اول ۵۰٪، مرحله دوم ۷۵٪ مرحله سوم ۹۰٪، مرحله چهارم ۹۵٪ و مرحله پنجم ۱۰۰٪ حداکثر نیروی وارده به دکل به آن اعمال می‌کنیم. مدت زمان هر یک از اعمال نیرو در هر یک از این مراحل بستگی به محل تست و نوع دکل دارد. اما برای مرحله پنجم تست، نیروها باید حداکثر ۱ دقیقه حفظ شوند.

اگر بعد از پایان مرحله پنجم تست، هیچ یک از اجزای دکل آسیب ندیده باشد (خم نشده باشد و یا شکسته نشده باشد) دکل تست را با موفقیت گذرانده است.

برای جزییات بیشتر این آزمون به استاندارد IEC 652 مراجعه شود.

بخش چهارم
آئین‌کار و روشهای اجرایی

۸-۳-۲- بررسی کیفیت مواد مورد استفاده در ساخت دکل

برای بررسی کیفیت مواد ساخت دکل، باید قطعاتی از دکل جدا شده و برای بررسی میزان تحمل مکانیکی، ضخامت و ضخامت گالوانیزه به آزمایشگاه مجهز فرستاده شود.

فهرست مطالب

۹- فونداسیون

معمول‌ترین فونداسیون برای تیرهای چوبی و بتنی مسلح، دفن مستقیم آنها در خاک است. تجربه خطوط اجرا شده نشان دهنده عملکرد خوب این فونداسیون با هزینه کم آن است. آن مقدار از طول تیر که در خاک قرار می‌گیرد، برحسب مقاومت جانبی خاک (جنس زمین) بدست می‌آید و تابعی است از خاک محل و مصالحی که گودال فونداسیون را پر می‌کند. نکته قابل توجه در مورد کیفیت مصالح پرکننده «درجه تراکم» آن است که به یقین در استقامت فونداسیون تاثیر خواهد گذاشت. بنابراین مهمترین قسمت دفن مستقیم پایه‌های بتنی، مربوط به نحوه سنگ‌چینی و کوبیدن آنها توسط دیلم و یا اهرم مخصوص است. برای پر کردن گودال اطراف تیر، می‌توان از خاک محل، درشت دانه، سنگ‌های شکسته شده، قلوه سنگ و حتی بتن استفاده کرد.

بتن نسبت به خاک‌های درشت دانه‌ای که خوب کوبیده شده، دارای مزیت خاصی نیست، تنها امتیاز پرکردن با بتن این است که به علت یکپارچه‌سازی فونداسیون، نیازی به کوبیدن نیست، اما این نکته را نیز باید در نظر داشت که علاوه بر گران‌تر بودن بتن، عدم دقت در پر شدن کامل ته فونداسیون و نگهدارنده‌های شیمیایی تا زمان گیرش نهایی بتن، هزینه‌های زیادی باید صرف شود.

۹-۱- گودبرداری برای نصب پایه‌ها

برای کندن یک چاله تیر به اندازه مناسب، که بتواند همه نیروها و لنگرهای وارده را تحمل کرده پایه را همچنان در خاک استوار نگهدارد باید موارد زیر را در نظر گرفت:

۹-۱-۱- ابعاد گودال

قطر چاله‌ای که کنده می‌شود متناسب با اندازه قطر پایه مورد نظر که باید در چاله قرار گیرد، است. یعنی قطر چاله باید به اندازه‌ای باشد که فضای کافی در هر طرف پایه، برای پر کردن اطراف و محکم نمودن آن و همچنین برای مانور تیر و قرار دادن آن در طول خط وجود داشته باشد. در مورد چاله پایه‌های چوبی نیز باید فضای کافی برای استفاده از اهرم به منظور نصب تیر وجود داشته باشد. بطور معمول ابعاد جانبی گودال را باید به اندازه نه تیر بعلاوه ۲۰ سانتیمتر از هر طرف در نظر گرفت. بعنوان

یک قانون تجربی، می‌توان عمق فونداسیون را برابر ۱۰ درصد طول تیر به علاوه ۶۰ سانتیمتر (در زمین معمولی) در نظر گرفت.

۹-۱-۲- جنس زمین

بطور کلی طبق استاندارد وزارت نیرو نوع خاک به چهار دسته تقسیم می‌شوند:

الف- زمین‌های معمولی

این زمین‌ها، شامل گل خشک و سفت شده، شن‌زار خشک و سفت شده و همچنین شن و ماسه به هم فشرده و سفت می‌باشد.

ب- زمین‌های سست

این نوع زمین شامل شن نرمی است که نشست بکند. خاک رس، گل نرم، کود و لجن، رس نرم یا مرطوب، ماسه نرم، سنگ‌ریزه و ریگ سست بدون خاکریزه و یا ترکیبی از انواع اینها، می‌تواند از این نوع باشد. این زمین‌ها سست بوده و به راحتی با بیل و کلنگ دستی کنده می‌شوند.

ج- زمین‌های سفت یا سخت (خوب)

این نوع زمین شامل خاک رس و شن درشت خشک و به هم فشرده است. شن این زمین‌ها سفت بوده و نشست نمی‌کند. سنگ‌ریزه و خاک ریگ‌دار سفت (مخلوط با شن)، صخره سست، رسوب سخت، خاک شسته، رس آبی یا زرد رنگ، رسوب‌های سخت و یا ترکیبی از خاک‌های نامبرده با اندازه‌های متفاوت در این زمین‌ها دیده می‌شود.

د- زمین‌های سنگلاخ

در این زمین‌ها، برای کندن چاله به دینامیت یا کمپرسور احتیاج می‌باشد زیرا زمین‌های سنگلاخی از تخته سنگ‌های سخت و یکپارچه تشکیل شده است.

جدول (۹-۱) ابعاد گودبرداری برای تیرهای بتنی را در زمین‌های مختلف آورده است. در این جدول، زمین معمولی و خوب یکجا نوشته شده و قدرت‌های ۲۰۰ تا ۶۰۰ به تقریب برای پایه‌های میانی، قدرت‌های ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ برای پایه‌های انتهایی و زاویه بیان شده است. در جدول (۹-۲) نیز حداقل عمق دفن پایه‌های چوبی آورده شده است.

۹-۱-۳- وزن و نیروی کششی پایه‌ها

دورچینی فونداسیون پایه‌ها، از مقدار وزن تجهیزات، پایه و همچنین میزان نیروی کششی تیر تاثیر می‌پذیرد. بعنوان مثال، مشخصات گود و دورچینی پایه‌های میانی نسبت به تیرهای انتهایی و زاویه، به علت کمتر بودن نیروی کششی متفاوت و ساده‌تر است. هرچه قدرت پایه افزایش یافته و میزان لنگر خمشی تیر در معرض کشش بیشتر باشد، حجم فونداسیون بزرگتر خواهد شد. در هنگام طراحی فونداسیون، باید به این نکته توجه داشت که به دلیل رفتار شمع مانند این نوع فونداسیون‌ها، بیشترین لنگر خمشی بجای سطح زمین، در نقطه‌ای پایین‌تر از سطح زمین اتفاق می‌افتد، به همین دلیل است که ته بیشتر تیرها، مقطعی بزرگتر دارند. افزایش سطح مقطع تیر، می‌تواند جبران کننده باشد پس برای مقابله با فشار لنگر خمشی، می‌توان در ته گودال محل تیر بتنی انتهایی و یا کششی از بلوک سیمانی ریخته شده قبل از شروع نصب پایه استفاده نمود.

جدول (۹-۱): ابعاد گودبرداری تیرهای بتنی در زمین‌های متفاوت

قدرت اسمی (Kg)	طول تیر (m)	زمین معمولی و خوب		زمین سست و مرطوب		زمین سخت و سنگی	
۲۰۰ تا ۶۰۰	۸	۸۰×۷۰	۱۵۰	۸۰×۷۰	۱۶۰	۸۰×۷۰	۱۳۰
	۹	۹۰×۸۰	۱۶۰	۹۰×۸۰	۱۷۰	۹۰×۸۰	۱۴۰
	۱۰	۹۰×۸۰	۱۷۰	۹۰×۸۰	۱۸۰	۹۰×۸۰	۱۵۰
	۱۱	۱۰۰×۸۰	۱۸۰	۱۰۰×۸۰	۱۹۰	۱۰۰×۸۰	۱۶۰
	۱۲	۱۰۰×۸۰	۱۸۰	۱۰۰×۸۰	۲۰۰	۱۰۰×۸۰	۱۷۰
	۱۳	۱۰۰×۸۰	۲۰۰	۱۰۰×۸۰	۲۱۰	۱۰۰×۸۰	۱۹۰
	۱۵	۱۱۰×۹۰	۲۱۰	۱۱۰×۹۰	۲۲۰	۱۱۰×۹۰	۲۰۰
۸۰۰ تا ۱۲۰۰	۹	۱۰۰×۸۰	۱۶۰	۱۰۰×۸۰	۱۷۰	۱۰۰×۸۰	۱۴۰
	۱۰	۱۰۰×۸۰	۱۷۰	۱۰۰×۸۰	۱۸۰	۱۰۰×۸۰	۱۵۰
	۱۱	۱۱۰×۹۰	۱۸۰	۱۱۰×۹۰	۱۹۰	۱۱۰×۹۰	۱۶۰
	۱۲	۱۱۰×۹۰	۱۸۰	۱۱۰×۹۰	۲۰۰	۱۱۰×۹۰	۱۷۰
	۱۳	۱۲۰×۱۰۰	۲۰۰	۱۲۰×۱۰۰	۲۱۰	۱۲۰×۱۰۰	۱۹۰
	۱۵	۱۲۰×۱۰۰	۲۱۰	۱۲۰×۱۰۰	۲۲۰	۱۲۰×۱۰۰	۲۰۰
مشخصات خاک زمین		گل رس خشک و سفت شن مخلوط نرم به هم فشرده شده و سفت، خاک مخلوط رس، ماسه و قلوه سنگ خشک و سفت		گل مخلوط، رس و ماسه نرم و مرطوب، شورمزار آبدار، طبقات گل رس و ماسه آبدار		شن درشت به هم فشرده، طبقات سنگ و گل رس خشک، سنگ سست، گل رس خشک و سفت سنگدار	

نکته:

۱- برای زمین‌های سخت و سنگی، عمق هر گود برابر ۱۴ درصد طول تیر خواهد بود.

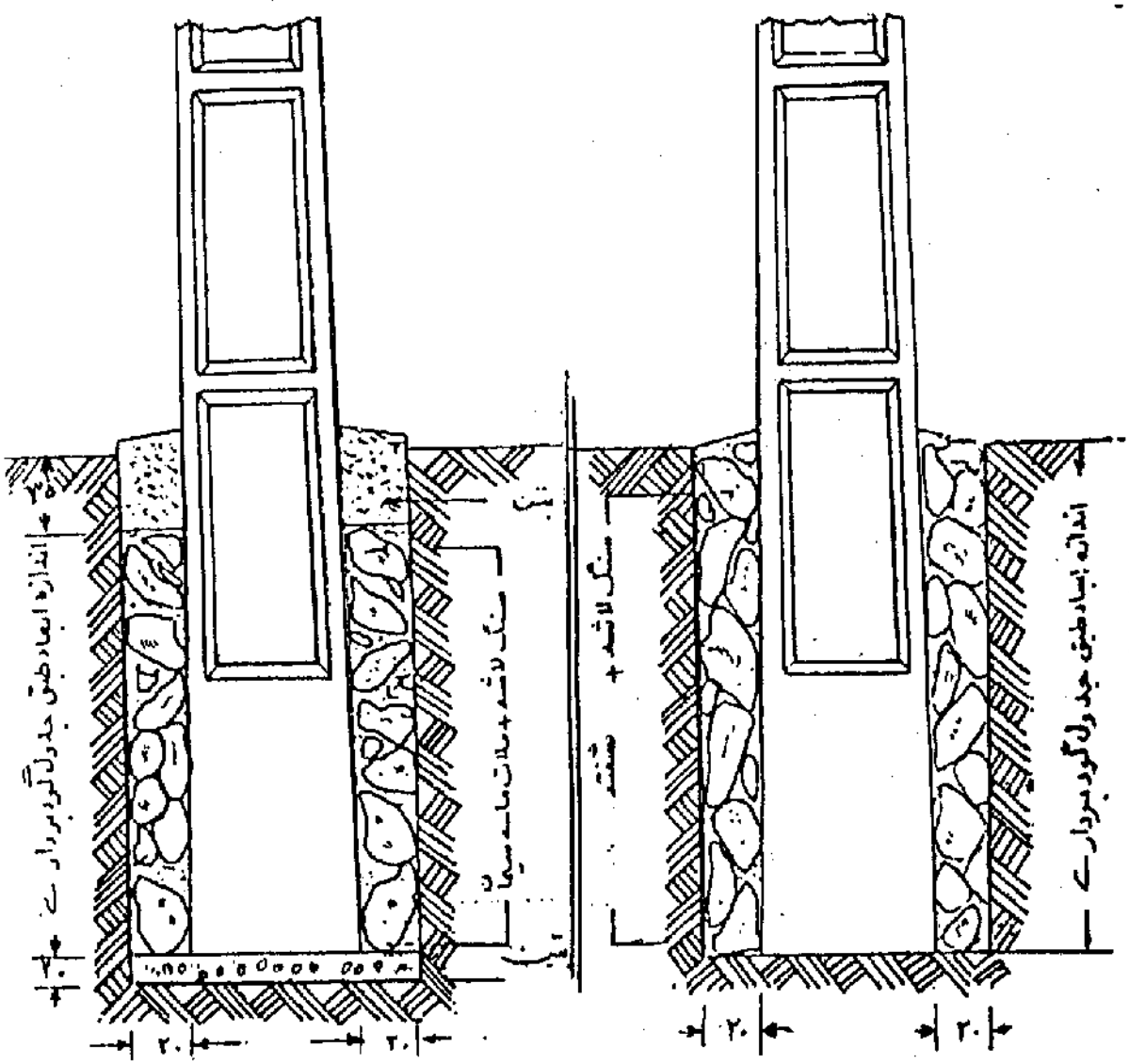
۲- برای کلیه تیرهای بتنی، کمترین فاصله مجاز از بدنه گود ۲۰ سانتیمتر می‌باشد.

جدول (۹-۲): حداقل عمق دفن پایه‌های چوبی

نوع خاک	معمولی			سست			خوب			سنگ‌دار		
شرایط آب و هوایی نوع پایه (متر)	سبک	معمولی	سنگین	سبک	معمولی	سنگین	سبک	معمولی	سنگین	سبک	معمولی	سنگین
۸	۱/۴	۱/۵	۱/۷	۱/۶	۱/۹	۲/۰	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۱/۱	۱/۱	۱/۲
۹	۱/۵	۱/۷	۱/۸	۱/۷	۱/۹	۲/۱	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۱/۱	۱/۲	۱/۳
۱۰	۱/۵	۱/۷	۱/۸	۱/۸	۲/۰	۲/۲	۱/۴	۱/۵	۱/۶	۱/۱	۱/۲	۱/۳
۱۱	۱/۶	۱/۷	۱/۹	۱/۸	۲/۱	۲/۲	۱/۴	۱/۵	۱/۶	۱/۱	۱/۲	۱/۳
۱۲	-	۱/۷	۱/۹	-	۲/۱	۲/۳	-	۱/۶	۱/۷	-	۱/۳	۱/۴
۱۳	-	۱/۸	۲/۰	-	۲/۲	۲/۴	-	۱/۶	۱/۷	-	۱/۳	۱/۴
۱۴	-	۱/۹	۲/۱	-	۲/۳	۲/۴	-	۱/۷	۱/۷	-	-	۱/۵
۱۵	-	-	۲/۱	-	-	۲/۵	-	-	۱/۸	-	-	۱/۵
۱۶	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۸	-	-	۱/۶
۱۷	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۹	-	-	۱/۶
۱۸	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۹	-	-	۱/۷
۱۹	-	-	-	-	-	-	-	-	۲/۰	-	-	۱/۷

۹-۲- نصب پایه‌های بتنی

در تیرهای پیش‌تنیده (که دارای مقطع توخالی هستند)، هنگامی که از مهار استفاده می‌شود یا فشار عمودی زیاد می‌باشد، به علت افزایش نیروی محوری در طول تیر باید به چگونگی انتقال نیرو (به زمین در کف تیر) توجه ویژه‌ای نمود و برای مقابله با تنش‌های لهیدگی در آن ناحیه، در زیر تیر از صفحه‌های بزرگتری کمک گرفت. این موضوع در مواقعی که جنس خاک زمین از نوع سست است، رعایت خواهد شد. شکل (۹-۱) مشخصات گود و دورچینی دو نوع پایه بتنی توخطی و پایه‌های کششی و زاویه را نشان می‌دهد.



مشخصات گود و دورچینی تیر بتنی میانی

۱- برای دورچینی تیرهای بتنی میانی در زمین‌های معمولی و سخت و سنگی، از سنگ لاشه و دوغاب ملات سیمان استفاده و سنگ‌لاشه‌ها به‌خوبی کوبیده شود.
۲- برای دورچینی تیرهای بتنی میانی در زمین‌های شست و مرطوب، از سنگ لاشه و شفتهٔ بتن به معیار ۲۵۰ کیلوگرم در مترمکعب استفاده شود.

مشخصات گود و دورچینی تیرهای انتهایی و زوایا

۱- برای دورچینی تیرهای بتنی انتهایی و زوایا و ترانس در زمین‌های مختلف، از سنگ لاشه و ملات ماسه و سیمان و بتن (نوع ۲) به معیار ۳۵۰ کیلوگرم در مترمکعب استفاده شود.
۲- پس از سنگ‌چینی، هر لایه سنگ توسط دیلم کوبیده شده توسط دوغاب سیمان به‌خوبی پر می‌شود.

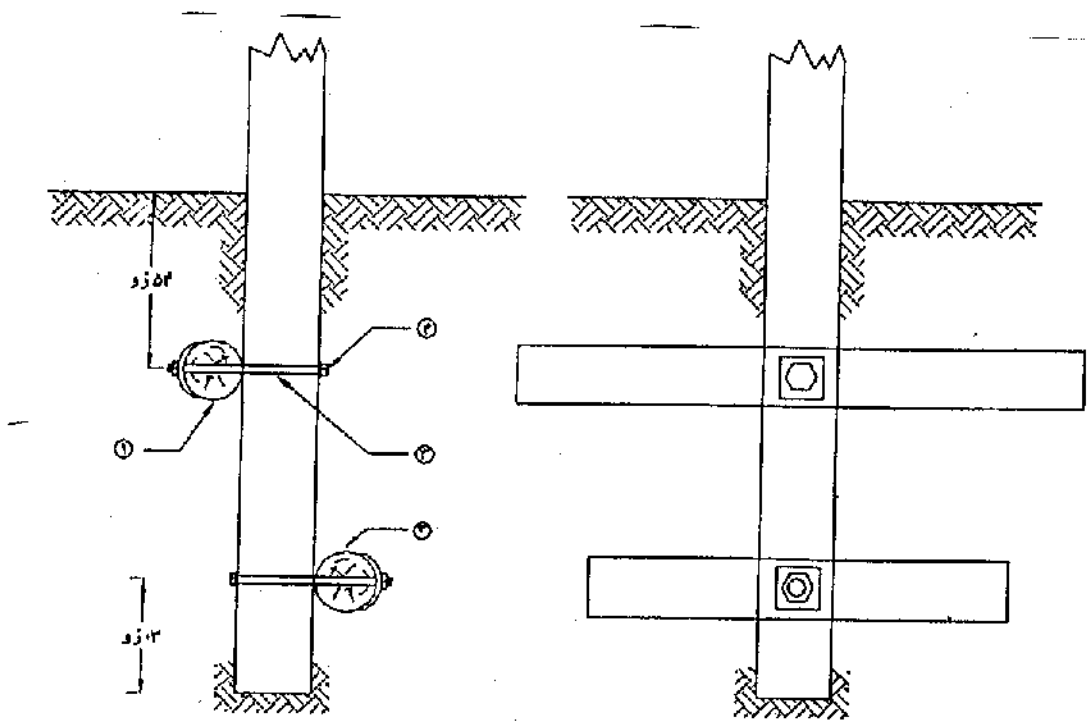
شکل (۹-۱): نحوه اجرای فونداسیون و نصب پایه‌های بتنی

در ضمن باید یادآوری نمود که طبق استاندارد وزارت نیرو، در زمین‌های سفت و سنگلاخ نباید ضخامت خاک موجود روی آنها از ۲۵٪ حجم چاله تجاوز نماید تا چاله مربوطه از آن دست بحساب آید.

۹-۳- نصب پایه‌های چوبی

۱- در شرایطی که زمین محل دفن پایه سست بوده و یا به دلایلی نتوان عمق دفن پایه را به اندازه لازم پیش‌بینی کرد، برای مستحکم نمودن، پایه آن را داخل زمین کلاف‌بندی می‌نماییم. شکل (۹-۲) جزئیات کار و مشخصات تجهیزات مورد نیاز را نشان می‌دهد.

۲- در صورتی که زمین محل دفن پایه سست باشد می‌توان با استفاده از بلوک سیمانی در گودال دفن پایه، استحکام لازم برای پایه را تامین نمود. جزئیات این روش در شکل (۹-۳) نشان داده شده است.



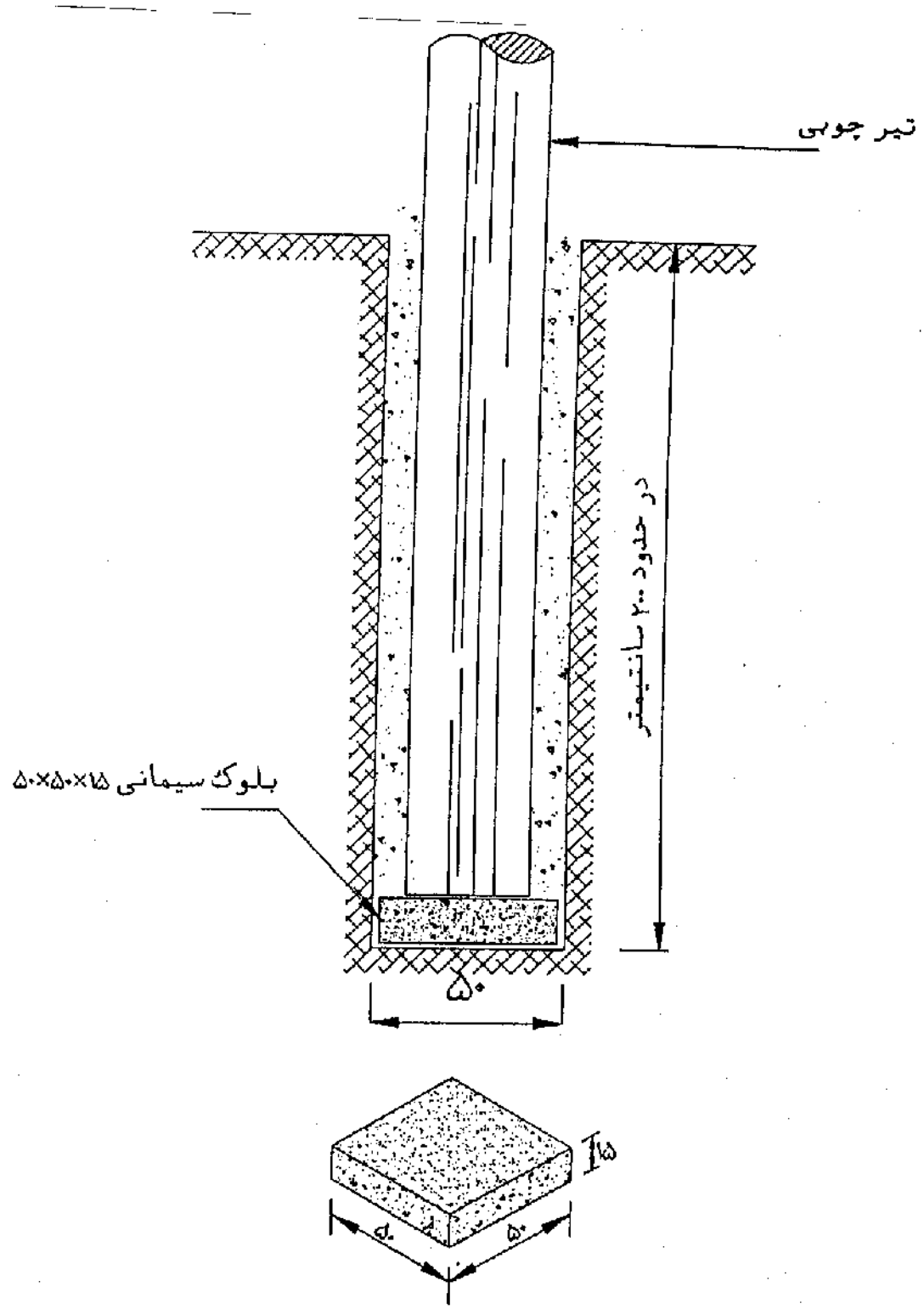
۱- کنده چوبی کروئوزوت‌دار به طول ۱/۵ متر و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر

۲- کنده چوب کروئوزوت‌دار به طول ۱ متر و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر

۳- پیچ و مهره به قطر ۲ میلیمتر و طول ۶۰ سانتیمتر

۴- واشر مربع خم شده به طول و عرض ۱۰۰ میلیمتر، قطر سوراخ ۲۲ میلیمتر

شکل (۹-۲): جزئیات نصب پایه در زمین سست



شکل (۹-۳): نصب پایه‌ها چوبی، در زمین سست با استفاده از بلوک سیمانی

۹-۴- فونداسیون‌های خاص

در بعضی مواقع، براساس شرایط محل نصب پایه‌ها، باید فونداسیون‌های خاصی طراحی و مورد استفاده قرار داد. نمونه‌های زیر، برای مثال بیان می‌شود:

الف- نصب پایه در بستر مسیل رودخانه‌های فصلی با احتمال طغیان آب رودخانه

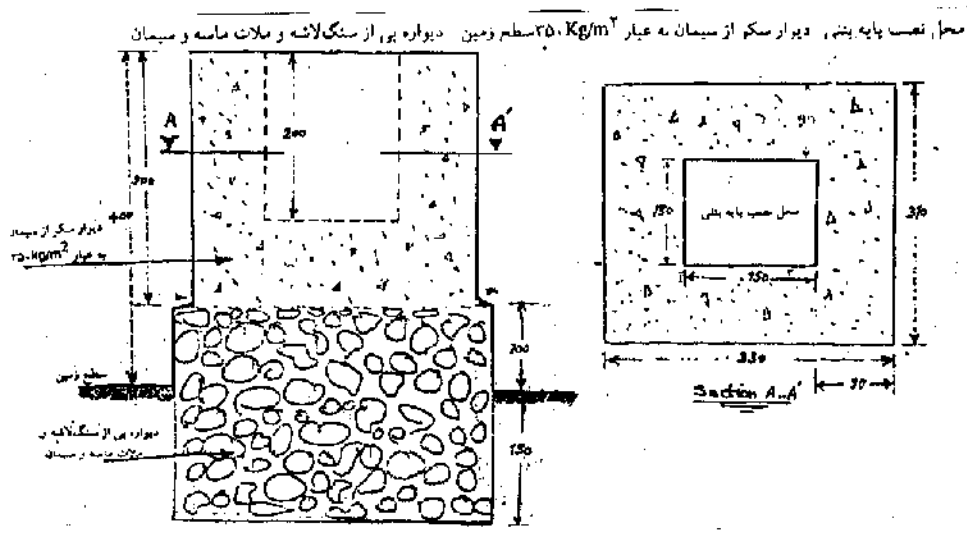
ب- نصب پایه‌ها در محل‌هایی که احتمال آبگرفتگی می‌باشد.

ج- نصب پایه در مناطق و زمین‌های باتلاقی

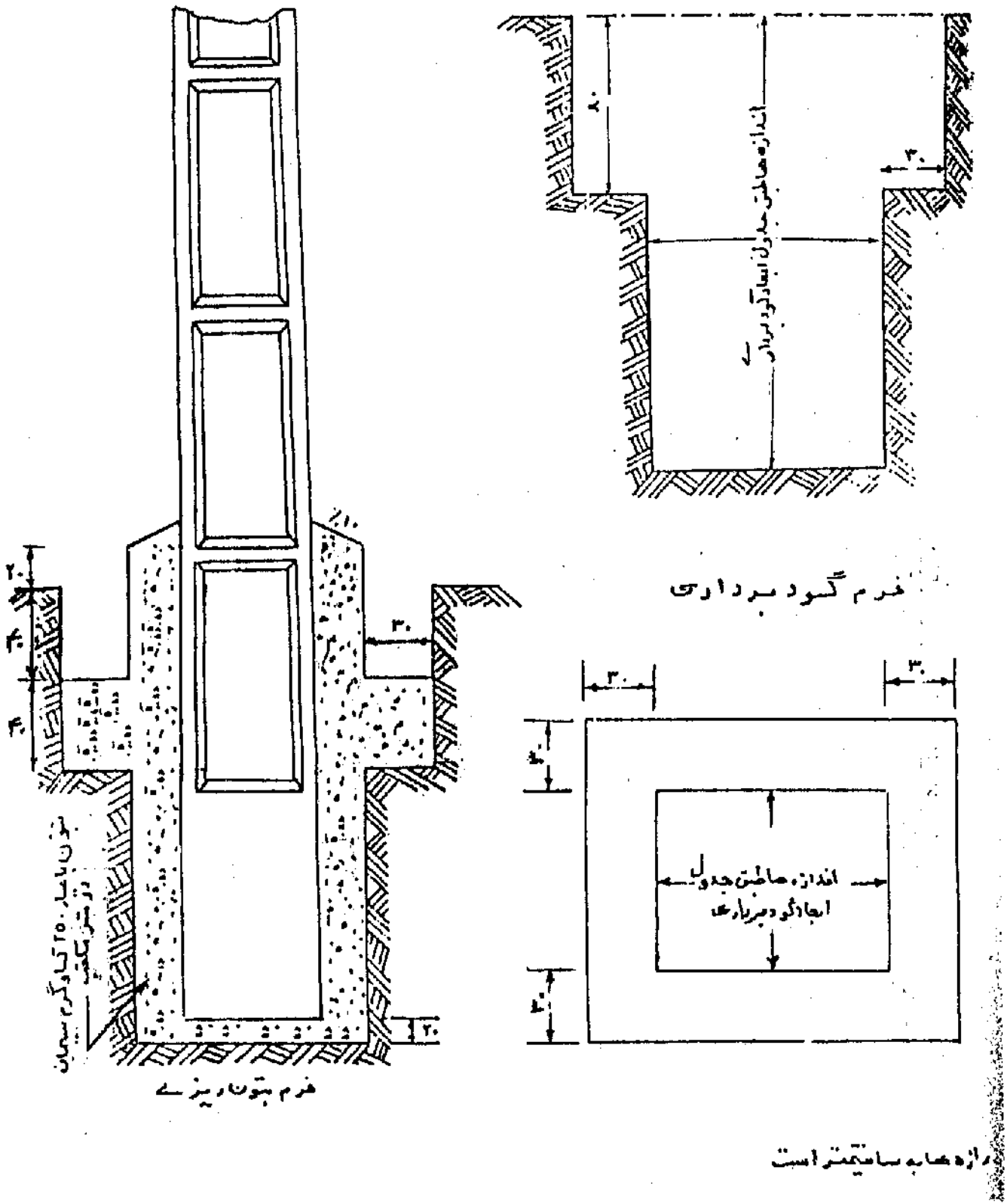
د- افزایش مجازی طول تیر توسط سکوی بتنی بدلیل واقع شدن محل گود در ارتفاع پایین و یا در روفوژ جاده‌ها با احتمال پرشدن بعدی سطح زمین.

هـ- فونداسیون برای نصب پایه‌ها در زمین‌های سست

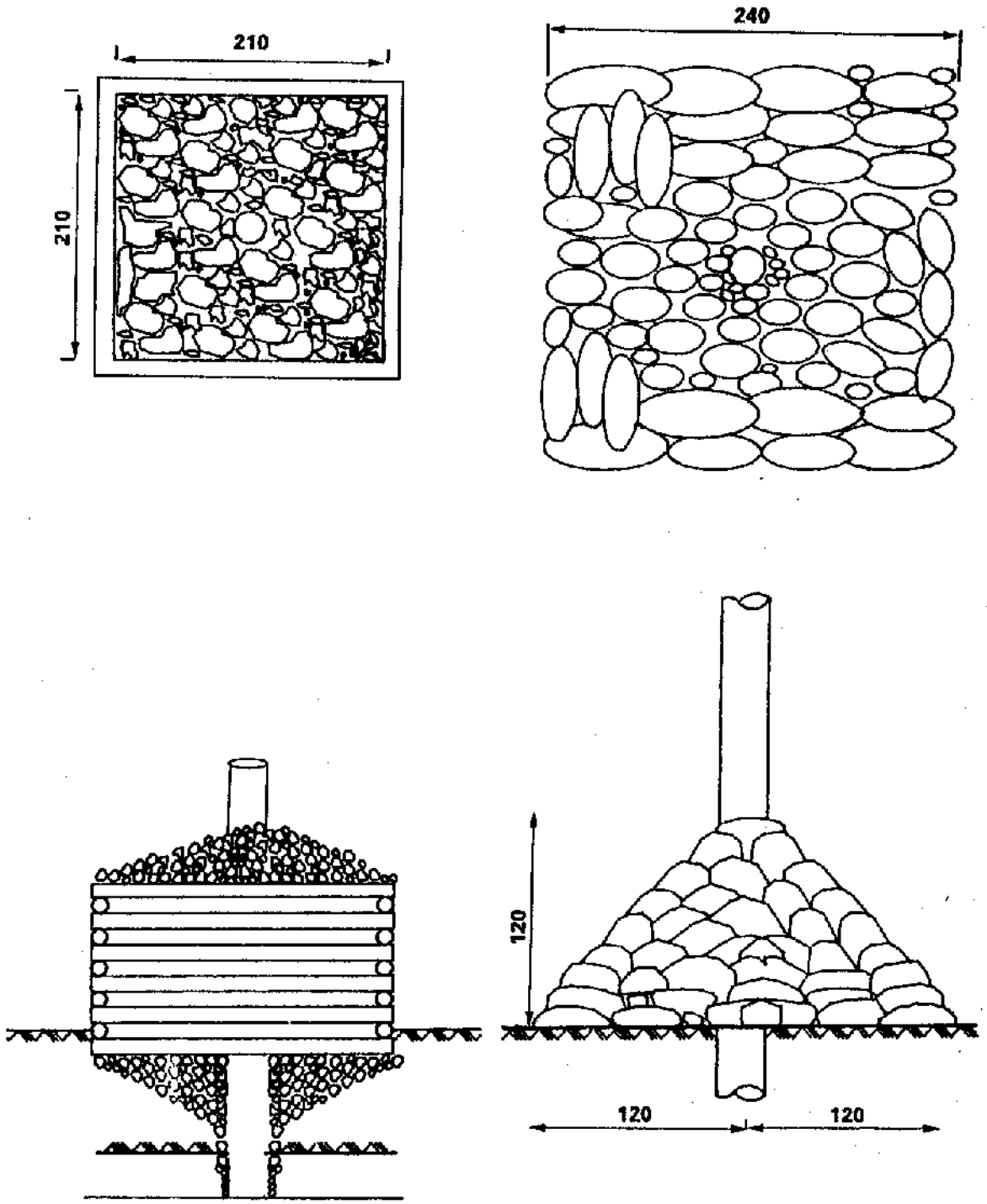
شکل (۹-۴) چگونگی ساخت سکوی نصب پایه برای افزایش مجازی از سطح زمین و محل نصب پایه با ارتفاع مفید ۴ متر را نشان می‌دهد. شکل (۹-۵) جزییات اجرایی یک نمونه فونداسیون خاص، طریقه گودبرداری و نصب و دورچینی تیرهای بتنی در زمین‌های باتلاقی و سست را نشان می‌دهد. طراحی ارتفاع و ابعاد این سکو، به میزان پارامترهای خط بستگی دارد. تنها نکته قابل توجه این است که پس از آماده شدن سکو و در زمان نصب تیر بتنی، اطراف آن فقط با سنگ ریزه پر شده و محکم کوبیده می‌شود. در این مورد از دوغاب سیمان استفاده نمی‌شود تا امکان تعویض تیر در مواقع ضروری فراهم باشد. در شکل (۹-۶)، روش سنگ‌چینی دور پایه را برای مناطق با احتمال آب گرفتگی نشان می‌دهد.



شکل (۹-۴): سکوی بتنی نصب پایه در مناطقی که به افزایش ارتفاع محل نصب یا افزایش مجازی طول پایه نیاز است.



شکل (۹-۵): روش گودبرداری، نصب و دورچینی تیرهای بتنی در زمین‌های باتلاقی



(۹-۶): نحوه سنگ‌چینی دور پایه برای مناطق با احتمال آبگرفتگی

فهرست مطالب

مراجع

۱- مهندس کریم روشن میلانی،"خطوط هوایی شبکه‌های توزیع برق، تجهیزات و طراحی" موسسه آموزش عالی علمی – کاربردی صنعت آب و برق، ۱۳۸۱

۲- وزارت نیرو، امور برق، پایه بتنی مسلح، راهنمای ساخت و استاندارد ۱۳۶۰

۳- شرکت برق منطقه‌ای تهران، لوازم خطوط هوایی، ۱۳۵۱

۴- وزارت نیرو، استاندارد شبکه‌های توزیع نیروی برق، ۱۳۶۴

۵- وزارت مسکن و شهرسازی "مقررات ملی ساختمان" مبحث پنجم- مصالح و فرآورده‌های ساختمانی

۶- وزارت مسکن و شهرسازی "مقررات ملی ساختمانی" مبحث نهم- طرح و اجرای ساختمانهای بتن‌آرمه

۷- آیین‌نامه سازه‌های بتن‌آرمه (۹۲) ۸۹ – ACI ۳۱۸

۸- وزارت نیرو- امور برق- استاندارد خطوط هوایی توزیع- ۱۳۷۶

۹- راهنما تهیه و استاندارد پایه‌های چوبی، وزارت نیرو

10- American Society of Civil Engineering "Guide for the Design and use of Concrete Pole", April, 1987

11- ASCE, Manual and Reports Engineering practice No. 72, "Design of Steel Transmission Pole structures", 1990.

12- BS 1990, "Wood Poles for Overhead Power and Telecommunication Lines", 1984.

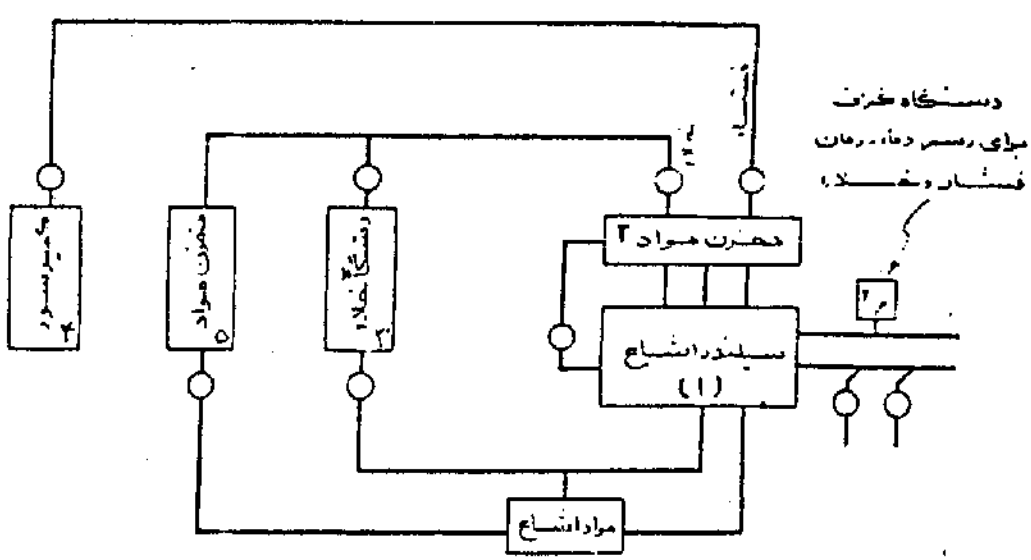
13- ASTMD1036-83, "Standard Method of Static Tests of Wood Poles"

14- IEC 60652, "loading Tests on overhead line structures", 2002.

فهرست مطالب

پیوست الف: اشباع پایه‌های چوبی

مرسوم‌ترین و رایج‌ترین روش اشباع پایه‌های چوبی، روش ظروف سربسته می‌باشد. در این روش، پایه‌ها در مخازن غیر قابل نفوذ و ایزوله قرارداده شده و سپس مایع اشباع تحت فشار وارد مخزن شده و چوب را اشباع می‌نماید. ساختمان این سیستم مطابق شکل (الف-۱) است.



شکل (الف- ۱) قسمتهای اصلی سیستم اشباع پایه‌های چوبی

قسمتهای اصلی سیستم مذکور عبارتند از:

۱- مخزن اصلی استوانه‌ای شکل که پایه‌ها در آن قرار می‌گیرند

۲- ظرف ذخیره مایع اشباع که مایع از آن وارد مخزن اصلی می‌گردد

۳- دستگاه خلاء ساز

۴- کمپرسور هوا برای افزایش فشار داخل مخزن اصلی

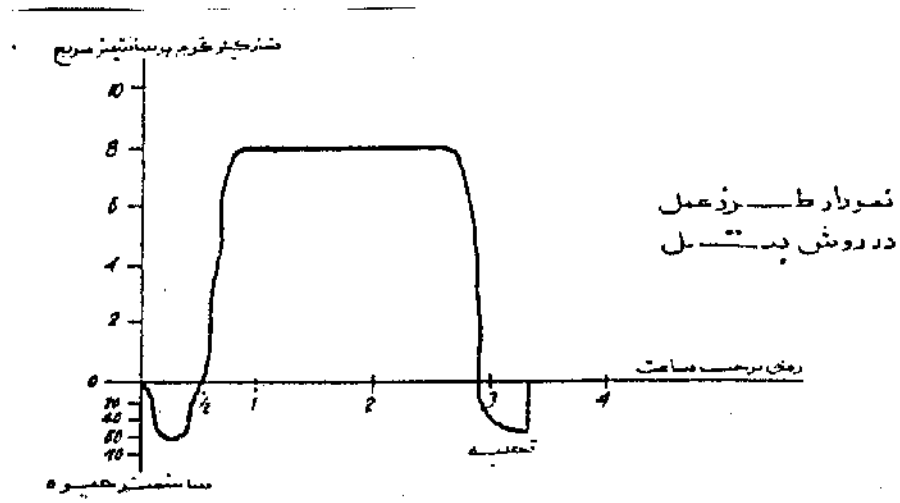
۵- ظرف مخصوص گرم کردن مایع اشباع

۶- دستگاههای ثبات فشار، دما، زمان و مقدار خلاء

اشباع پایه‌های چوبی در ظروف سربسته به دو طریق انجام می‌گیرد که در ادامه ذکر می‌شوند.

الف-۱- روش بتل[1]

چگونگی اشباع در این روش به این صورت است که ابتدا پایه‌هایی که برای اشباع آماده شده‌اند در مخزن اصلی قرار گرفته و به مدت ۳۰ دقیقه در فشاری به اندازه ۰/۴ اتمسفر که باید در داخل مخزن ایجاد شود باقی می‌مانند. سپس مایع اشباع که معمولاً کرئوزوت است و باید به دمایی در حدود ۹۰ درجه سانتیگراد رسانده شده باشد وارد مخزن و در این حال فشار مخزن تا حدود ۷ اتمسفر افزایش داده شده و به مدت ۲ ساعت ثابت نگهداشته می‌شود. سپس فشار کاهش داده می‌شود و کرئوزوت باقیمانده در مخزن تخلیه می‌گردد. با ایجاد خلاء در مخزن اصلی، کرئوزوت اضافی پایه نیز خارج می‌شود. منحنی عملیات اشباع در این روش در شکل (الف-۲) نشان داده شده است.



شکل (الف-۲) منحنی عملیات اشباع به روش بتل

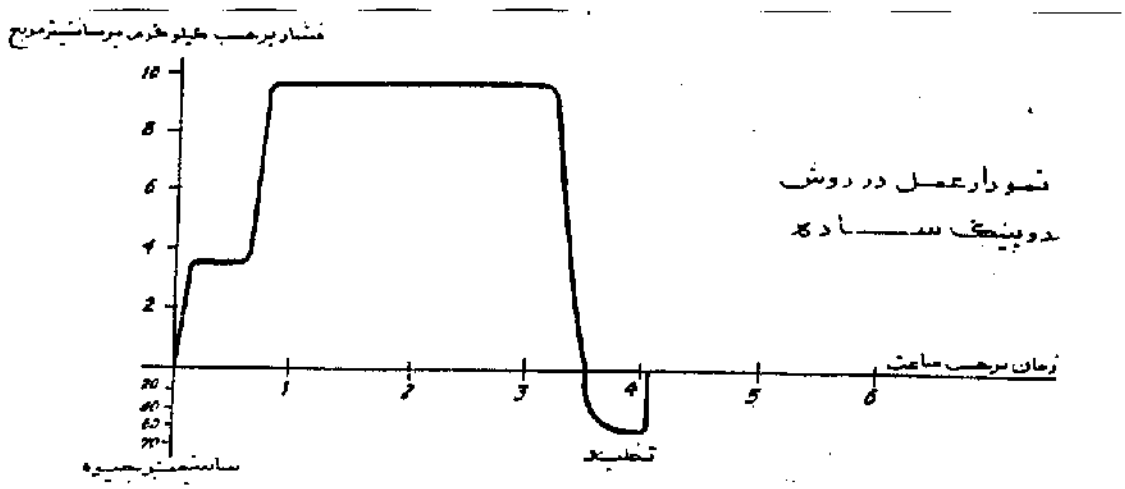
در این روش، پس از ایجاد خلاء اولیه هوای داخل حفره‌های چوب خارج می‌شود و بنابراین کرئوزوت با فشار بالا براحتی در چوب نفوذ می‌کند.

[1] - Bettel

الف-۲- روش روپینگ[1]

الف-۲-۱- روش روپینگ ساده

از این روش معمولاً برای اشباع پایه‌هایی که چوب آنها از نوع سوزنی‌برگان است استفاده می‌شود. چگونگی اشباع در این روش به این صورت است که ابتدا پس از قرار گرفتن پایه‌ها در مخزن اصلی، حدود ۱۵ تا ۳۰ دقیقه فشار مخزن تا حد ۱۳ اتمسفر افزایش داده می‌شود تا هوا کاملاً در داخل چوب نفوذ نماید. سپس مایع اشباع که معمولاً کرئوزوت است و تا حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد گرم شده است وارد مخزن شده و در این حال فشار به ۹ اتمسفر رسانده شده و به مدت ۲ تا ۳ ساعت ثابت نگهداشته می‌شود. به این صورت کرئوزوت وارد خلل و فرج چوب شده و هوای داخل آنها را متراکم می‌کند. سپس فشار مخزن یکباره کاهش داده می‌شود و به این ترتیب هوای متراکم در چوب منبسط شده و کرئوزوت اضافی در چوب را خارج می‌کند. در انتها خلاء به میزان ۰/۴ اتمسفر در مخزن ایجاد شده تا باقیمانده کرئوزوت تخلیه گردد. منحنی عملیات اشباع در این روش در شکل (الف-۳) نشان داده شده است.



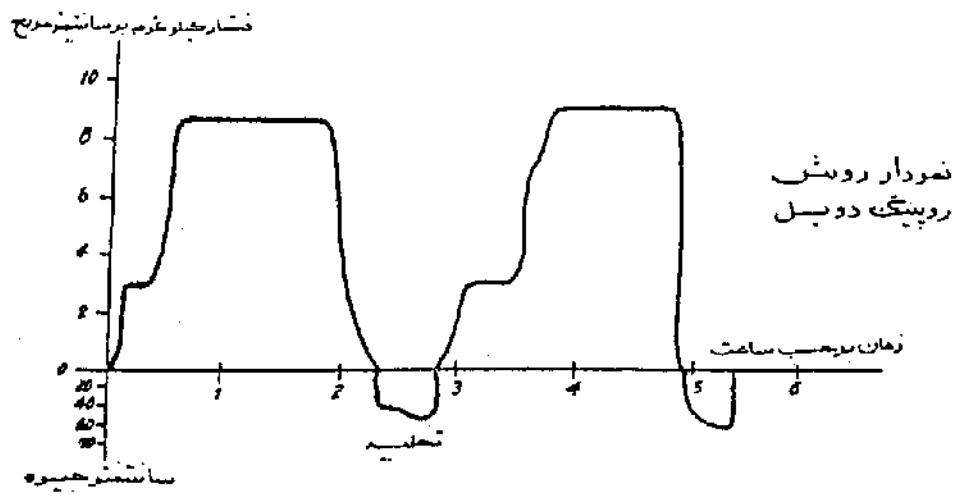
شکل (الف-۳): منحنی عملیات اشباع به روش روپینگ ساده

الف- ۲-۲- روش روپینگ دوبل

از این روش برای اشباع چوبهای سوزنی برگی که به خوبی اشباع‌پذیر نیستند و چوبهای پهن‌برگان (به ویژه راش) استفاده می‌شود. چگونگی اشباع در این روش به این صورت است که ابتدا پس از قرار

[1] - Ruppin

گرفتن پایه‌ها در مخزن اصلی، فشار آن به مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه به مقدار ۱۳ اتمسفر تنظیم می‌گردد. سپس مایع اشباع که معمولاً کرئوزوت است و تا دمای ۱۰۰ تا ۱۱۰ درجه سانتیگراد گرم شده وارد مخزن می‌شود. سپس فشار تا ۹ اتمسفر بالا برده شده و به مدت حدود ۹۰ دقیقه نگهداشته می‌شود و به دنبال آن فشار بطور ناگهانی کاهش داده شده و کرئوزوت اضافی از مخزن تخلیه می‌گردد. سپس خلائی به میزان ۰/۴- اتمسفر به مدت ۳۰ دقیقه در مخزن اتمسفر تنظیم می‌گردد و سپس کرئوزوت با دمای حدود ۱۰ تا ۱۱۰ درجه سانتیگراد وارد مخزن می‌شود. به دنبال آن فشار مخزن به مدت یک ساعت در حد ۹ اتمسفر نگهداشته شده و پس از این زمان فشار بصورت نگهانی کاهش داده می‌شود و کرئوزوت اضافی تخلیه می‌گردد. در انتها به مدت ۳۰ دقیقه در مخزن خلاء ایجاد می‌شود. منحنی عملیات اشباع در این روش در شکل (الف-۴) نشان داده شده است.



شکل (الف-۴): منحنی عملیات اشباع به روش روپینگ دوبل

الف-۳- مواد قابل استفاده برای اشباع چوب

موادی که بطور عمده برای اشباع پایه‌های چوبی بکار می‌روند، عبارتند از: کرئوزوت، روغنهای آلی قابل حل در حلالهای نفتی و مواد معدنی قابل حل در آب. توصیه می‌شود از کرئوزوت خالص برای اشباع پایه‌های چوبی استفاده شود.

مهمترین مشخصات کرئوزوت که برای اشباع استفاده می‌شود به شرح زیر است:

۱- کرئوزوت بطور انحصاری از قطران زغال سنگ تهیه شده باشد.

۲- خالص باشد.

۳- وزن مخصوص آن در دمای ۳۸ درجه سانتیگراد از ۱/۱۳۵ گرم بر سانتیمتر مکعب بیشتر و از ۱/۰۲۵ گرم بر سانتیمتر کمتر نباشد.

۴- درصد غلظت اسید موجود در آن بین ۵ تا ۹ باشد.

۵- در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد، مواد موجود در آن نباید بصورت جامد رسوب کنند.

۶- محتوای حجمی آب آن کمتر از یک درصد باشد.

با توجه به سمی بودن کرئوزوت باید از دستکش به هنگام کار با آن استفاده شود.

روغنهای آلی قابل حل در حلالهای نفتی که بعنوان مایع اشباع بکار می‌روند معمولاً پنتاکروفنل و نفتانات دوکوئیور هستند. از سوی دیگر باید توجه داشت حتی‌الامکان از مواد معدنی قابل حل در آب بعنوان ماده اشباع کننده استفاده نشود و استفاده از آن به خصوص برای پایه‌هایی که در زمینهای مرطوب نصب می‌شوند مناسب نیست. انواع مهم نمکهای معدنی که بعنوان ماده اشباع بکار می‌روند عبارتند از: نمک ولمن[1] (تانالیت)، نمک بولیدن، نفتالین کلره، ددت و آلدرین.

[1] - Wollman

فهرست مطالب

پیوست ب: محاسبه نیروی شکست پایه و حداکثر تنش خمشی پایه در نقطه متناظر با سطح زمین

ب-۱- نیروی شکست

نیروی شکست پایه چوبی برای تیرهای بدون مهار (F) براساس تئوری خمش و با محاسبه تنش در مقطع بحرانی پایه تعیین می‌شود.

مقاطع بحرانی عبارتند از:

۱- سطح زمین

۲- نقطه‌ای در پایه که قطر آن معادل ۱/۵ برابر نقطه اعمال نیرو است، با این فرض که این نقطه در بالای سطح زمین واقع شده باشد.

نیروی شکست مطابق رابطه (۱) و برحسب نیوتن بر میلیمتر مربع بدست می‌آید.

$$F=\frac{FZ}{I_c} \qquad (۱)$$

در رابطه فوق داریم:

F: تنش خمشی نهایی (نیوتن بر میلیمتر مربع)

I_c: فاصله بین مقطع بحرانی و نقطه اعمال نیرو (میلیمتر)

Z: مدول قطع در مقطع بحرانی به قطر dc برابر است با $\pi dc^3/32$ (میلیمتر مکعب)

ب- ۲- حداکثر تنش خمشی در سطح زمین

برای محاسبه حداکثر تنش در نقطه متناظر با سطح زمین، پایه را مطابق شکل (ب-۱) بین دو نگهدارنده قرار می‌دهیم. نیرویی را به نقطه متناظر با سطح زمین بصورت پیوسته به نحوی اعمال می‌کنیم که شکست پایه طی زمانی برابر ۳۰۰ ± ۹۰۰ ثانیه رخ دهد. نرخ تغییر نیرو باید بصورتی باشد که برای نقطه اعمال نیرو، انحرافی که توسط رابطه (۲) تعیین می‌شود را ایجاد نماید (برحسب میلیمتر بر دقیقه):

$$N=\frac{2\pi abz}{3C_t} \qquad (۲)$$

N: نرخ انحراف نقطه اعمال نیرو (میلیمتر بر دقیقه)

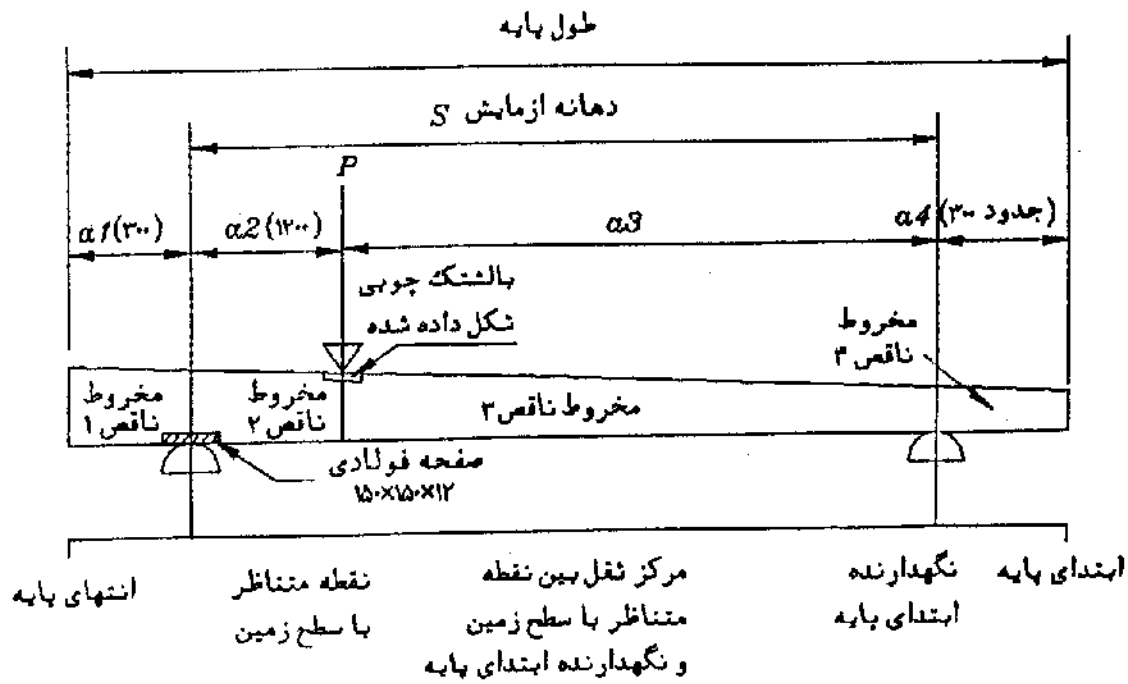
Z: نرخ کرنش تار انتهایی که براساس استاندارد ASTM-D 198 برابر ۰/۰۰۱ در نظر گرفته می‌شود (میلیمتر بر میلیمتر دقیقه mm/mm.min)

a : فاصله نقطه اعمال نیرو از نگهدارنده سرپایه

b: فاصله نقطه اعمال نیرو از نگهدارنده پایه

C_t: محیط پایه در نقطه اعمال نیرو (میلیمتر)

با توجه به پارامترهای مشخص شده روی شکل، محاسبات را مطابق روابط زیر انجام می‌دهیم.



تمامی ابعاد به میلیمتر می‌باشند.

شکل (ب-۱): نحوه استقرار پایه برای محاسبه حداکثر تنش

حداکثر تنش در سطح زمین برحسب نیوتن بر میلیمتر مربع از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$F_g = \frac{32}{\pi\, d^3 \left(R_t\, a_3 - W_3\, g_3 - W_4\, (a_3 + g_4) + \frac{P\, a_2\, a_3}{S} \right)} \qquad (۳)$$

82461103

در رابطه فوق داریم:

d: قطر پایه در نقطه اعمال نیرو (میلیمتر)

a_2: فاصله نقطه اعمال نیرو از نگهدارنده انتهای پایه (میلیمتر)

a_3: فاصله نقطه اعمال نیرو از نگهدارنده سرپایه (میلیمتر)

S: فاصله بین نگهدارنده سر و ته پایه (میلیمتر)

g_3: فاصله بین نقطه اعمال نیرو و مرکز ثقل آن قسمت از پایه که بین نقطه اعمال نیرو و نگهدارنده سرتیر واقع شده است (میلیمتر)

g_4: فاصله بین نگهدارنده سرپایه و مرکز ثقل قسمت پیش‌آمدگی پایه در سر پایه (میلیمتر)

W_3: نیروی عمودی (وزن) قسمتی از پایه که بین نقطه اعمال نیرو و نگهدارنده سرپایه واقع شده است (نیوتن)

W_4: نیروی عمودی (وزن) پیش‌آمدگی پایه در قسمت سر آن (نیوتن)

P: حداکثر نیروی اعمالی (نیوتن)

R_t: نیروی عکس‌العمل در نگهدارنده سرپایه براثر وزن پایه (نیوتن). این نیرو از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$R_t = \frac{1}{S\left(W_2 g_2 + (a_2 + g_3)W_3 + W_4 (a_2 + a_3 + g_4) - W_1 (a_1 - g)\right)} \qquad (۴)$$

در رابطه (۴) داریم:

W_1: نیروی عمودی (وزن) پیش‌آمدگی پایه در قسمت انتهای آن (نیوتن)

W_2: نیروی عمودی (وزن) قسمتی از پایه که بین نقطه اعمال نیرو و نگهدارنده انتهای پایه واقع است (نیوتن)

g_1: فاصله انتهای پایه از مرکز ثقل پیش‌آمدگی پایه در قسمت انتهای آن (میلیمتر)

g_2: فاصله نگهدارنده انتهای پایه از مرکز ثقل قسمتی از پایه که بین نگهدارنده انتهایی و نقطه اعمال نیرو واقع است (میلیمتر)

a_1: فاصله انتهای پایه از نگهدارنده انتهای پایه (میلیمتر)

82461103

فاصله مرکز ثقل یک مخروط ناقص از یک مخروط (g)، از قاعده مخروط ناقص، توسط رابطه زیر بدست می‌آید:

$$g = \frac{h}{4}\frac{\left(d_b^2 + 3d_t^2 + 2d_b\, d_t\right)}{\left(d_b^2 + d_t^2 + d_b\, d_t\right)} \qquad (۵)$$

d_b: قطر قاعده (میلیمتر)

d_t: قطر قسمت بالا (میلیمتر)

h: ارتفاع مخروط ناقص مناسب (میلیمتر)

82461103

فهرست مطالب

پیوست ج: جایگاه آزمایش تیرهای بتنی

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

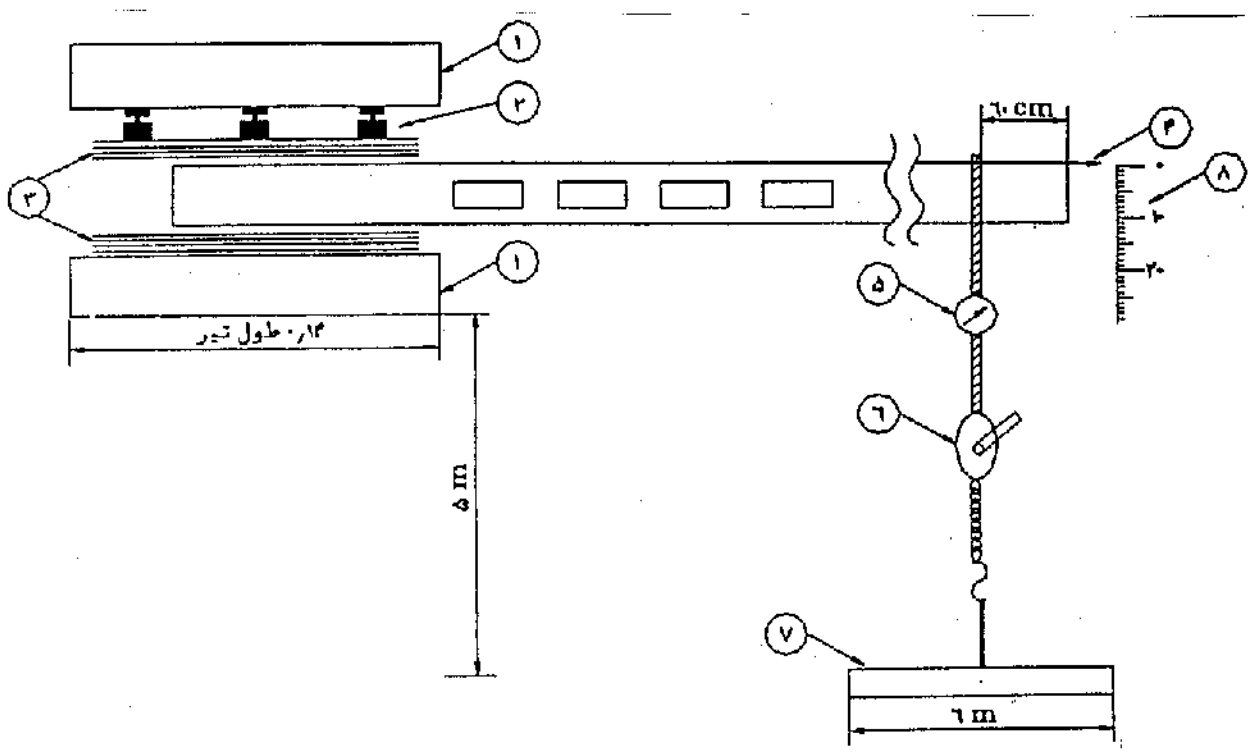
این مجموعه دارای دو قسمت عمده، سکو و پایه است. در شکل (ج-۱) این مجموعه آمده است.

ج-۱-سکو

این سکو جهت ثابت نگهداشتن انتهای تیر در حین آزمایش می‌باشد و از دو دیواره بتنی تشکیل شده است. مشخصات دیواره و آرماتورها در شکلهای (ج-۲) تا (ج-۴) رسم شده است.

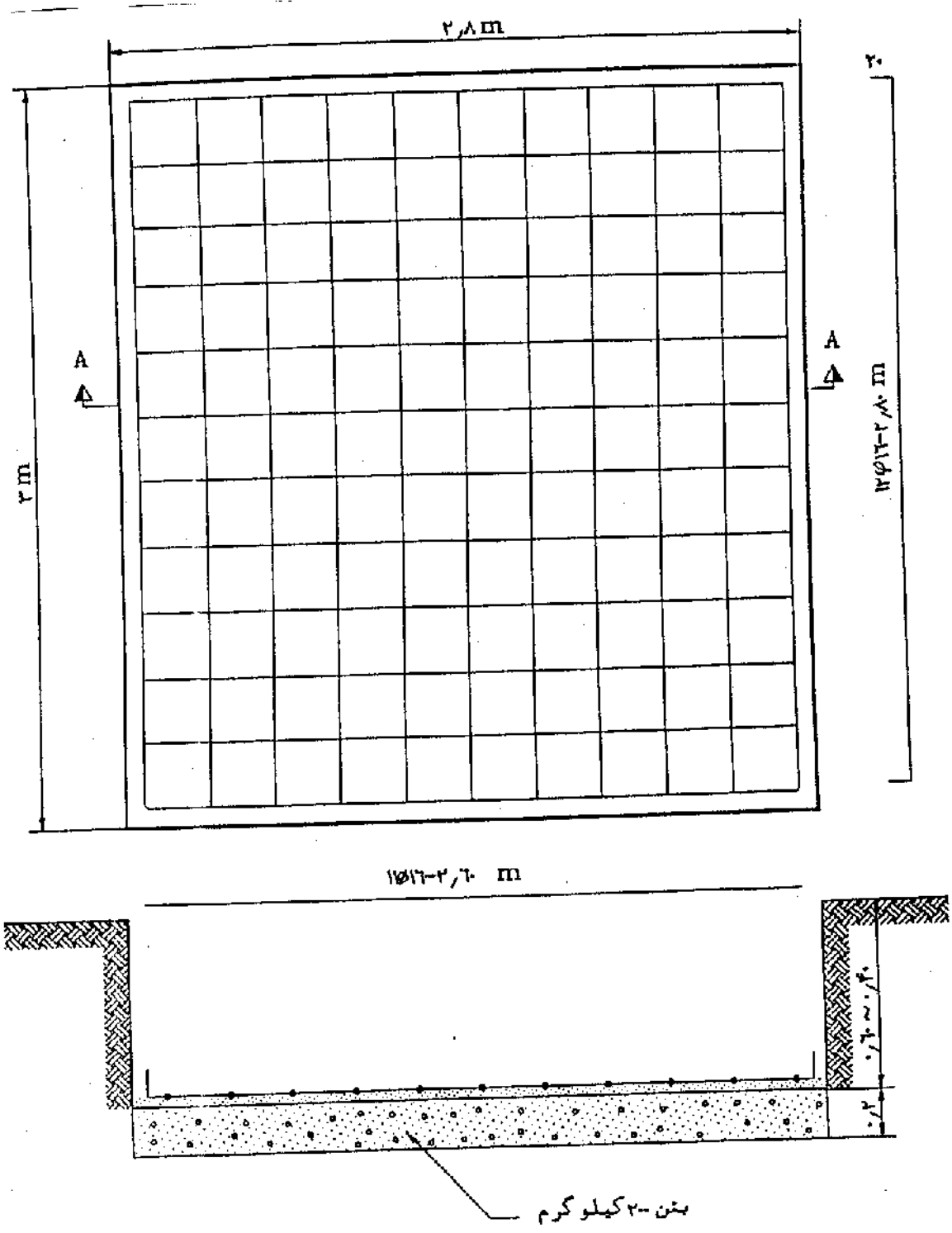
ج-۲- پایه ثابت

این پایه جهت اتصال دستگاه تیرفور به آن می‌باشد و مشخصات آن در شکل (ج-۵) رسم شده است.



شکل (ج-۱): جایگاه آزمایش تیر بتنی

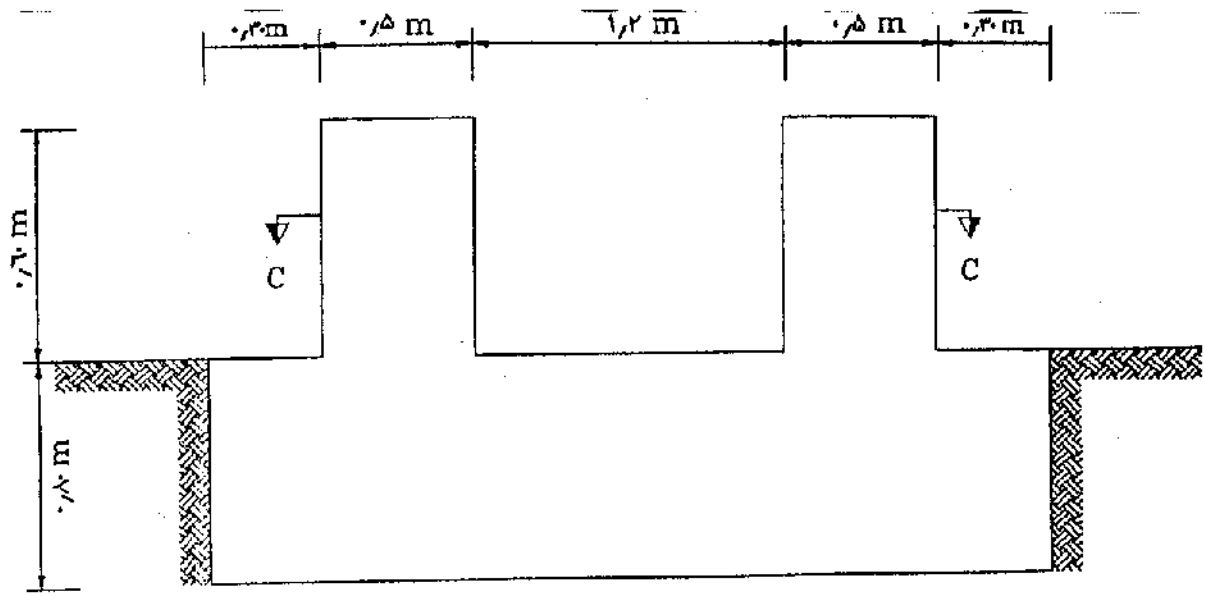
82461103

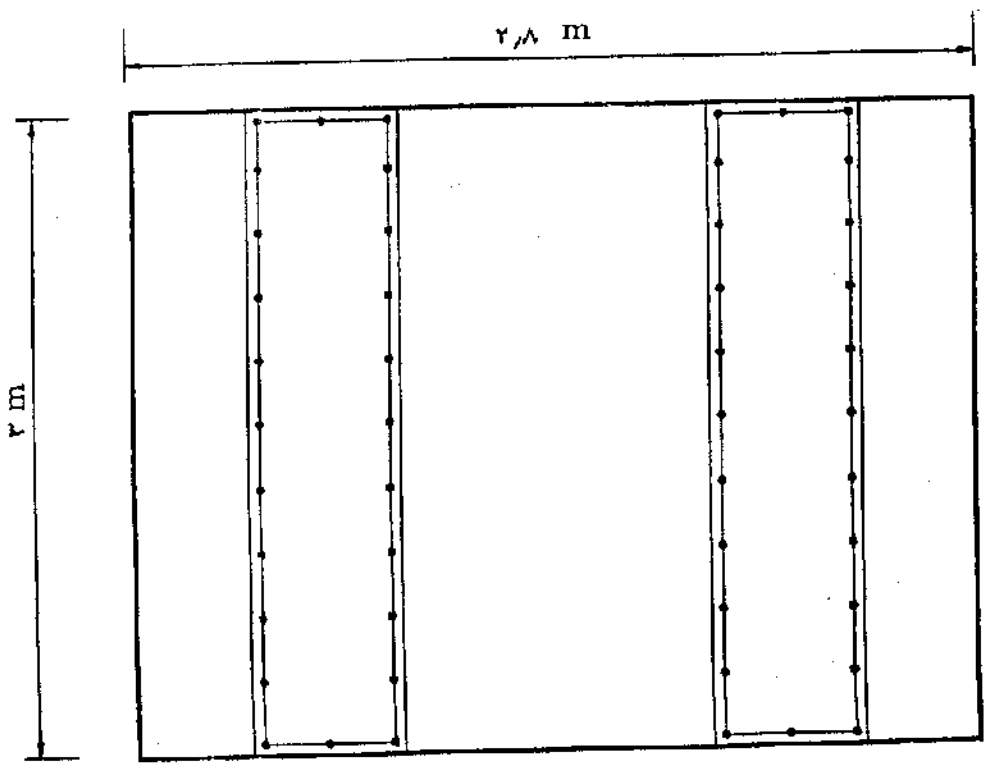


* *انتخاب عمق پی از ۰/۶ متر تا ۰/۸ متر بسختی و یا نرمی خاک بستگی دارد*

شکل (ج-۲): گودبرداری، آرماتوربندی و بتون‌ریزی سکو

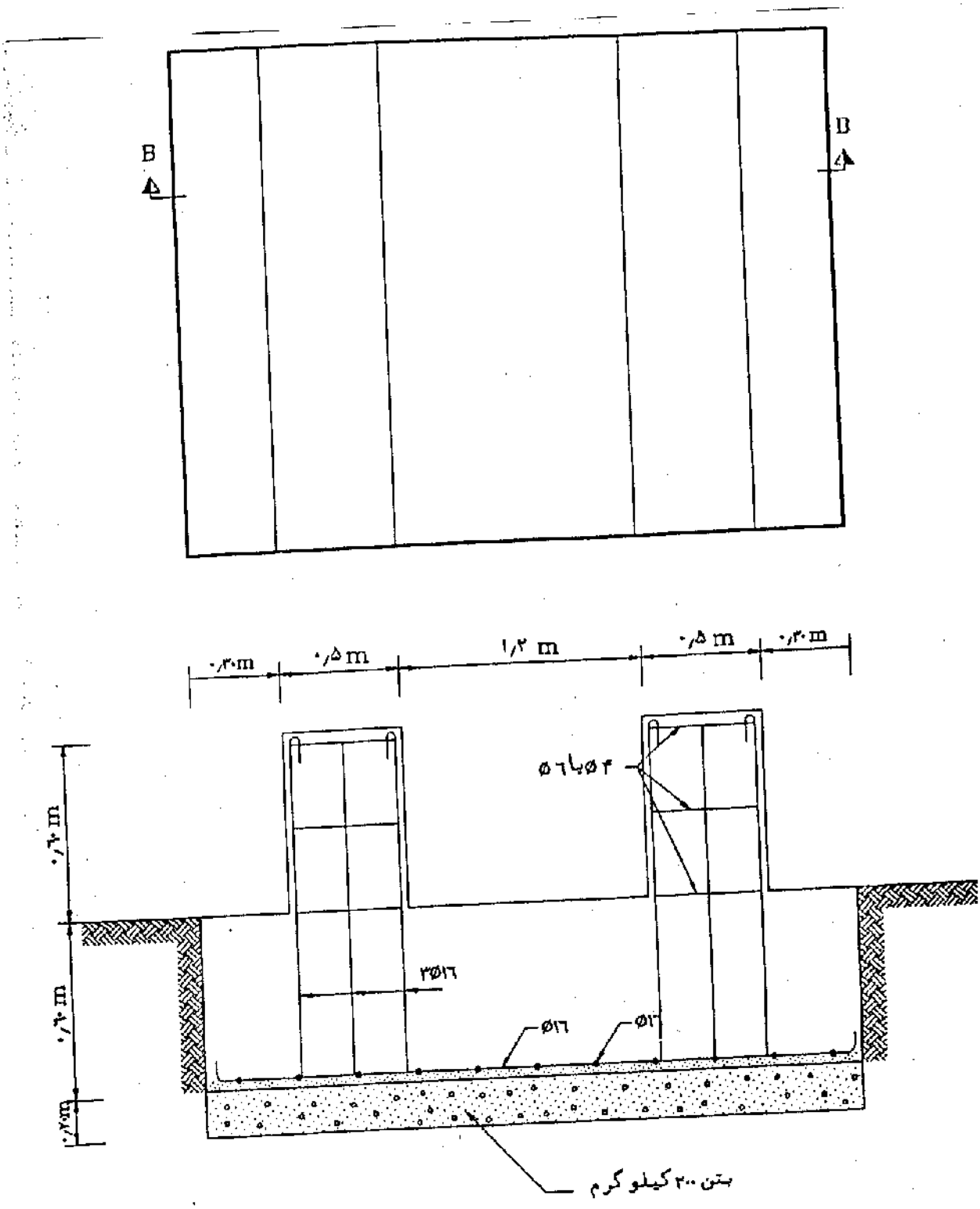
82461103





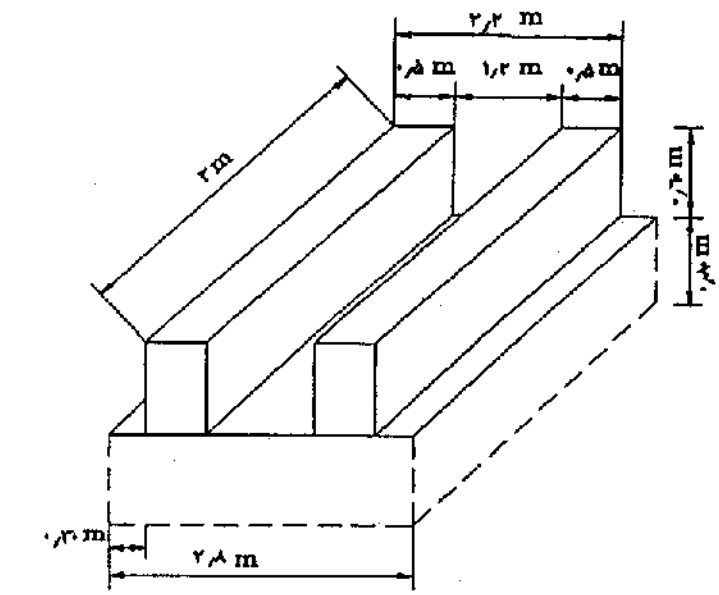
شکل (ج-۳): برش افقی فونداسیون سکو

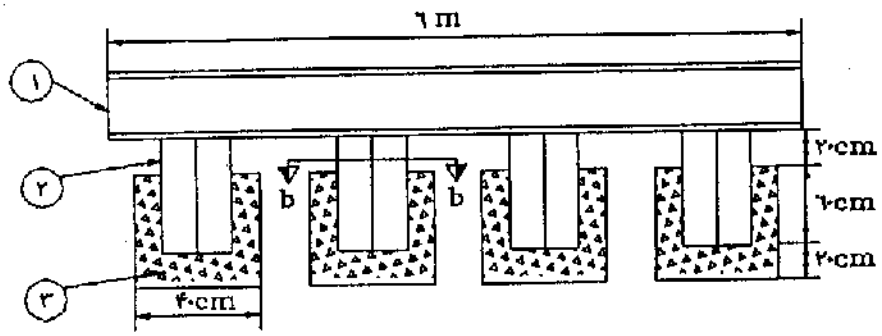
82461103

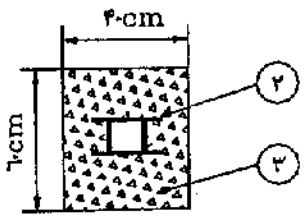


شکل (ج-۴): برش عمودی فونداسیون سکو

82461103







برش b–b

۱- تیرآهن *INP20*

۲- دو عدد تیرآهن *INP14*

۳- بتن ۲۰۰ کیلوگرم

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

82461103

فهرست مطالب

پیوست د: عمل آوردن بتن

د-۱- عمل آوردن بتن

عمـل آوردن بتن فرآیندی است که طی آن از افت رطوبت جلوگیری بعمل می‌آید و دمای بتن در حد رضایتبخشـی حفـظ می‌شود. عمل آوردن باید بلافاصله پس از تراکم بتن آغاز گردد. مدت عمل آوردن به نـوع سـیمان، شـرایط محیطی و دمای بتن بستگی دارد و در طی آن دمای هیچ قسمت از بتن نباید از ۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد.

مـدت زمـان عمل آوردن برای بتن با سیمان پوزولانی بیشتر است و به علت دیگری اینگونه بتنها لازم اسـت عمـل‌آوری بـا دقـت خاصی دنبال شود. افت در مقاومت بتن ناشی از عمل آوردن نامناسب همیشه محسـوس اسـت. آب مصـرفی بـرای عمل آوردن باید کیفیتی مشابه آب مصرفی برای اختلاط بتن داشته باشد. از ریختن آب سرد به روی بتنهای داغ که ایجاد شوک حرارتی می‌نماید خودداری گردد.

بـاید دقـت شـود بتن حداقل به مدت یک هفته مرطوب بماند. در صورتی که سازنده بخواهد بتن را با بخار عمل آورد این مدت به ۴ روز تقلیل می‌یابد.

روشـهای عمـل آوردن بـه مـیزان وسـیعی با شرایط موجود در کارگاه و اندازه و شکل عضو به سختی متغیر است. در زیر به چند نمونه از آنها اشاره می‌شود:

د-۱-۱- عمل آوردن بدون بخار

می‌توان بوسیله روغن مالی 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، بزرنت و .... پوشاند و آب‌پاشی متناوب رطوبـت کافـی بـرای عمـل آوری را فـراهم نمود. برای جلوگیری از تبخیر آب می‌توان از پوششهایی نظیر ماسه نم‌دار یا خاک‌اره خیس استفاده کرد. همچنین می‌توان قطعه را در آب غوطه‌ور نمود.

د-۱-۲- عمل آوردن با بخار

افزایش درجه حرارت باعث تسریع در روند توسعه مقاومت بتن می‌شود لذا می‌توان با عمل آوردن بتن در بخـار 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 کاراست. معمولاً عمل آوردن در بخـار بـا فشـار کم را در اطاقهای مخصوص با تونلهایی که از میان آن قطعات بتنی حرکت می‌کنند انجام

مـی‌دهـند یـا اینکه می‌توان جعبه‌ها یا پوششهای پلاستیکی را روی قطعه قرار داد و بخار توسط لوله‌های خرطومـی بـه زیـر آنهـا فرسـتاد. نـباید اجازه داده 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.

عـلاوه بـر روشـهای فـوق مـی‌توان قطعات بتنی را با بخار فشار زیاد عمل آورد (اتوکلاو) در این حالت قطعـات 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.

لیست گزارشات