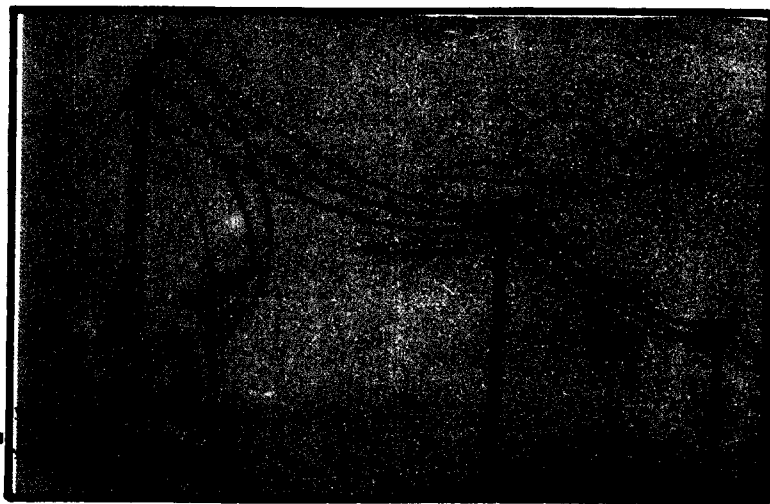




جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو
امور برق

۵۱-۲



استاندارد خطوط هوایی توزیع

جلد سوم: تیرهای چوبی

و مشخصات کراس آرمهای چوبی به کار رفته در شبکه توزیع

تحقیقات و تکنولوژی
استانداردها

تدوین کننده: گروه مطالعات توزیع - بخش برق - مرکز تحقیقات نیرو (متن)

اردیبهشت ۱۳۷۶

۱- دامنه کاربرد

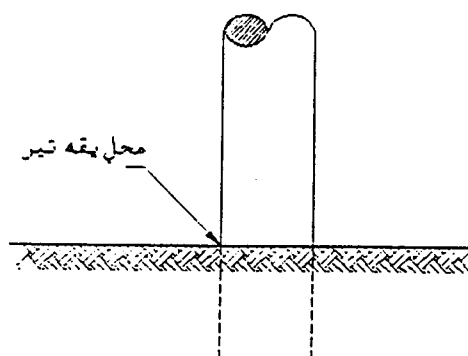
این استاندارد شامل مشخصات تیرهای چوبی که در صنایع برق (و مخابرات) به کار می‌روند است. این استاندارد برای تیرهایی که از نوع ساده و با یک اتکا بوده و فقط متحمل نیروهای افقی می‌شوند (این نیروها حداکثر تنش را در قسمتی از تیر که همسطح زمین است ایجاد می‌کند) وضع شده است.

۲- تعاریف

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

۱-۲- یقه تیر

فصل مشترك بين تیر چوبی و سطح زمین، یقه تیر نام دارد (شکل (۱)).



شکل (۱) محل یقه تیر

۲-۲- محیط سینه تیر

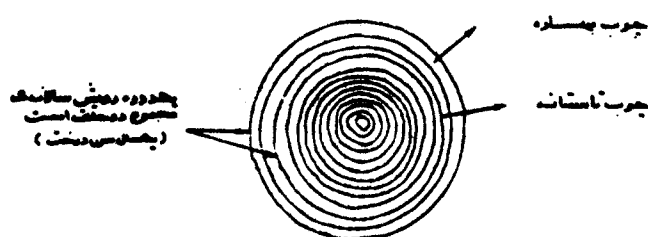
محیط آن قسمت از تیر که در ارتفاع ۱۸۳ سانتیمتری از ته تیر قرار گرفته است محیط سینه تیر نام

دارد.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۱

۲-۳- دوره (یا دواير) 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 نشان‌دهنده یک سال برای سن درخت است (شکل (۲)).



شکل (۲) حلقه‌های مربوط به دوره رویش سالانه

۲-۴- ترك

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

۲-۵- شکاف

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

۲-۶- شکست عرضی و مورب

شکست عرضی و مورب، در اثر جدا شدن الیاف چوب حاصل می‌شود و بطور معمول در جهت

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع
عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی	معاونت تحقیقات و تکنولوژی
صفحه: ۲	

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 به کار روند.

۷-۲- پوسیدگی

پوسیدگی بر اثر تجزیه بافت چوب توسط قارچهای مخرب ایجاد می‌شود. پوسیدگی ابتدا به صورت 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 ازدست می‌دهند.

۸-۲- مغز چوب

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

۹-۲- 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.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۳

۲-۱۰- 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 می شود.

۲-۱۱- قسمت درون چوب

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

۲-۱۲- گره

اثری که محل اتصال شاخه به تنه در تنه درخت باقی می گذارد گره نام دارد.

۲-۱۳- گره مرده

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

۲-۱۴- چوب فشاری و چوب کششی

گاهی مشاهده می شود که پس از قطع تنه درخت دوایر رویشی سالانه در یک سمت مقطع پهنای بیشتری دارد. بنابراین بنظر می رسد مغز چوب بجای مرکز در یک گوشه مقطع قرار گرفته است و چوب تابستانه در آن به نسبت زیادتری وجود دارد (شکل (۳)). رنگ این قسمت از مقطع اغلب تیره (قرمز) می باشد.

عنوان کل:		استاندارد خطوط هوایی توزیع	
عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی		معاونت تحقیقات و تکنولوژی	
صفحه: ۴			



شکل (۳) مقطع چوب فشاری و کششی

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

۲-۱۵- جای زخم

جای زخم ناشی از فرورفتگی سطح چوب بر اثر زخمی شدن می باشد که ترمیم آن به صورت طبیعی انجام نشده است.

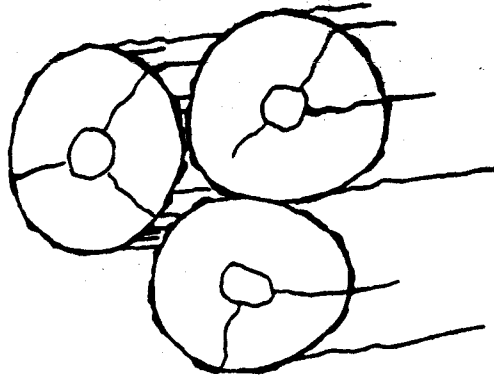
۲-۱۶- رگه مرده

به دلیل آسیب رساندن حشرات و یا سایر صدمات خارجی، سلولهای رویشی چوب و پوست در قسمتی از درخت دچار ضایعه می گردند. از آنجاکه سلولهای رویشی در قسمتهای سالم درخت به رشد خود ادامه می دهند لذا بخش صدمه دیده درخت پس از مدتی به صورت یک شیار خالی بر روی درخت ظاهر می شود. به این شیار رگه مرده گفته می شود. ظاهر رگه های مرده، کهنه و رنگ آنها دستخوش تغییر می گردد. 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.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۵

۱۷-۲- تکان خوردگی (گردگسیختگی)

تکان خوردگی عبارت است از انفصال دواير رویش سالانه که در داخل ساقه و به شکل یک حلقه می باشد (شکل (۲)).



شکل (۲) تکان خوردگی در چوب

۱۸-۲- 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 می کنند به صورتی که الیاف ممکن است سمت راست یا چپ محور پیچیده باشند. مارپیچی بودن الیاف موجب کاهش مقاومت چوب در مقابل نیروهای کششی می شود.

۱۹-۲- ضایعات ناشی از حشرات

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

۲۰-۲- قرمزی داخل چوب (درون قرمزی)

یک نوع انگل قارچی به نام *Fomes Pini*، پدیده درون قرمزی را موجب می شود. در مراحل اولیه

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۶

آلودگی قارچی، درون چوب درخت زنده به رنگ قرمز یا قهوه‌ای درمی‌آید. در ادامه، چوب درخت زنده تجزیه و فاسد شده و در نقاط کوچک (ولی مشخص و آشکار) پوسیده و به شکل حفره‌هایی که دور آنها به توسط خطوط سفید احاطه شده است درمی‌آید.

۲-۲۱- رنگ‌باختگی

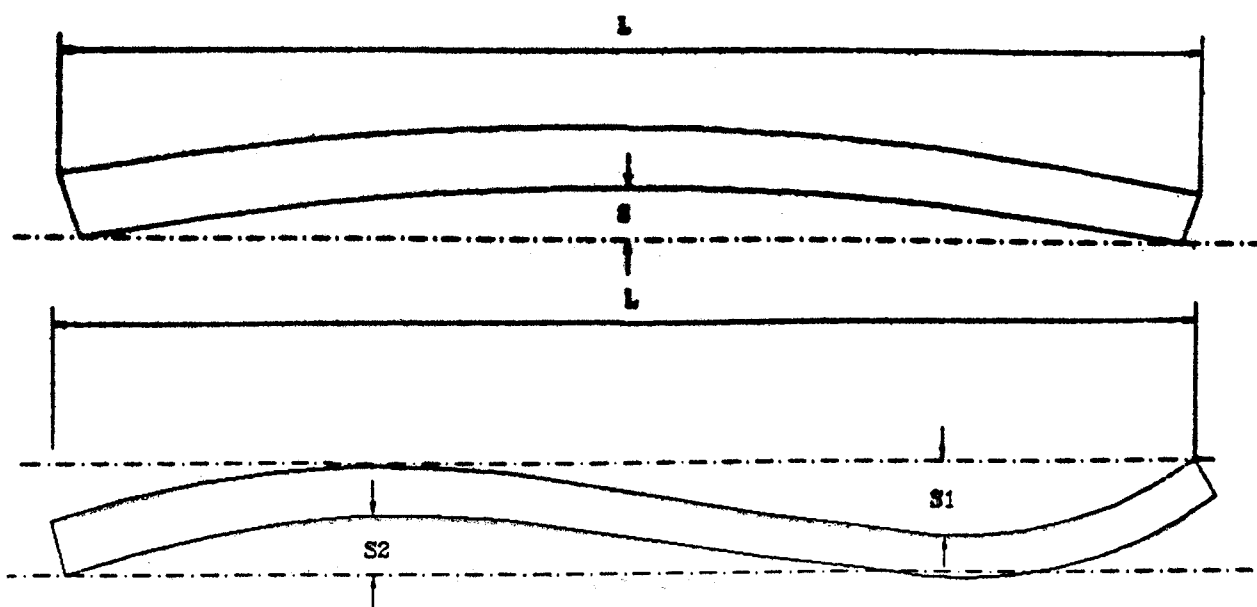
رنگ‌باختگی عبارت است از تغییر رنگ قسمت خارجی و زیر پوست درخت که بوسیله انگل‌های قارچی و فعالیت سایر عوامل خارجی بوجود می‌آید ولی باعث تخریب و نرم شدن پوست درخت نمی‌شود.

۲-۲۲- 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.

۲-۲۳- انحنا یا خمیدگی در تیر چوبی

انحراف قامت تیر از امتداد مستقیم، انحنا نام دارد (شکل (۵)).



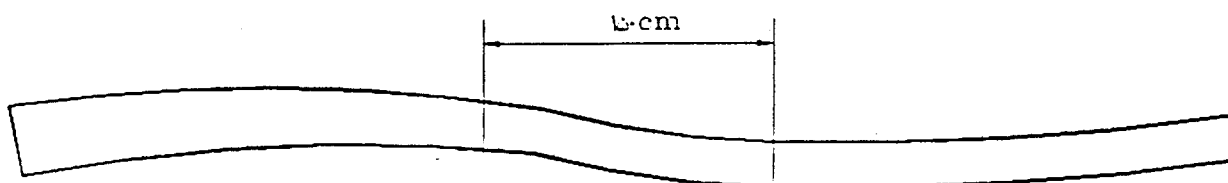
انحراف تیر از امتداد مستقیم S_1 ، S_2 و S و طول تیر L

شکل (۵) انحنا ی تیر

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۷	

۲-۲۴- 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 (۶)).



شکل (۶) خم کوتاه در تیر

۲-۲۵- نمای ظاهری تیر

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

۲-۲۶- 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.

۲-۲۷- قطر گره

قطر گره روی تنه 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.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۸

۲-۲۸- کلاس پایه‌های چوبی

کلاس هر پایه عددی است که مشخص‌کننده حداقل محیط سر تیر، حداقل قطر سر تیر، 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 می‌گیرد. با افزایش کلاس، از مقاومت پایه کاسته شده و محیط سینه (و در نتیجه قطر سینه) آن نیز کم می‌شود^۱.

۲-۲۹- 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 به‌کار گرفته‌شده 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 تولیدکننده چوب،

۳- دو رقم آخر سال تولید چوب.

۱- پایه‌های کلاس یک برای شبکه فشارقوی، کلاسهای ۲، ۳ و ۴ برای شبکه فشارمتوسط و کلاسهای ۵، ۶ و ۷ برای شبکه فشارضعیف مناسب هستند.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع
عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی	معاونت تحقیقات و تکنولوژی
صفحه: ۹	

پایه‌هایی که اشباع آنها با کرنوزوت^۱ نباشد باید نحوه اشباع آنها بر روی 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 (۷) نمونه‌ای از مشخصات درج‌شده روی پایه را نشان می‌دهد.

مشخصات مذکور باید بر روی یک صفحه فلزی مناسب حک گردد و با میخ (و یا هر وسیله دیگر

به‌نحوی که به استحکام پایه صدمه وارد نشود) در محلی که بیشتر ذکر شد به پایه متصل شود.

۲-۲۹-۱- کد چوبهای مختلف

باتوجه به انواع چوبهای برای به‌کارگیری در ساخت پایه‌های چوبی، اعم از تولید در داخل یا خارج

از کشور، علائم زیر به‌عنوان کدهای مشخص‌کننده نوع چوب به‌کار می‌روند.

- کاج تدا TP

- کاج تهران HP

- کاج زرین ZP

- راش RA

- ممرز BB

- تبریزی PO

- صنوبر SP

- افرا MA

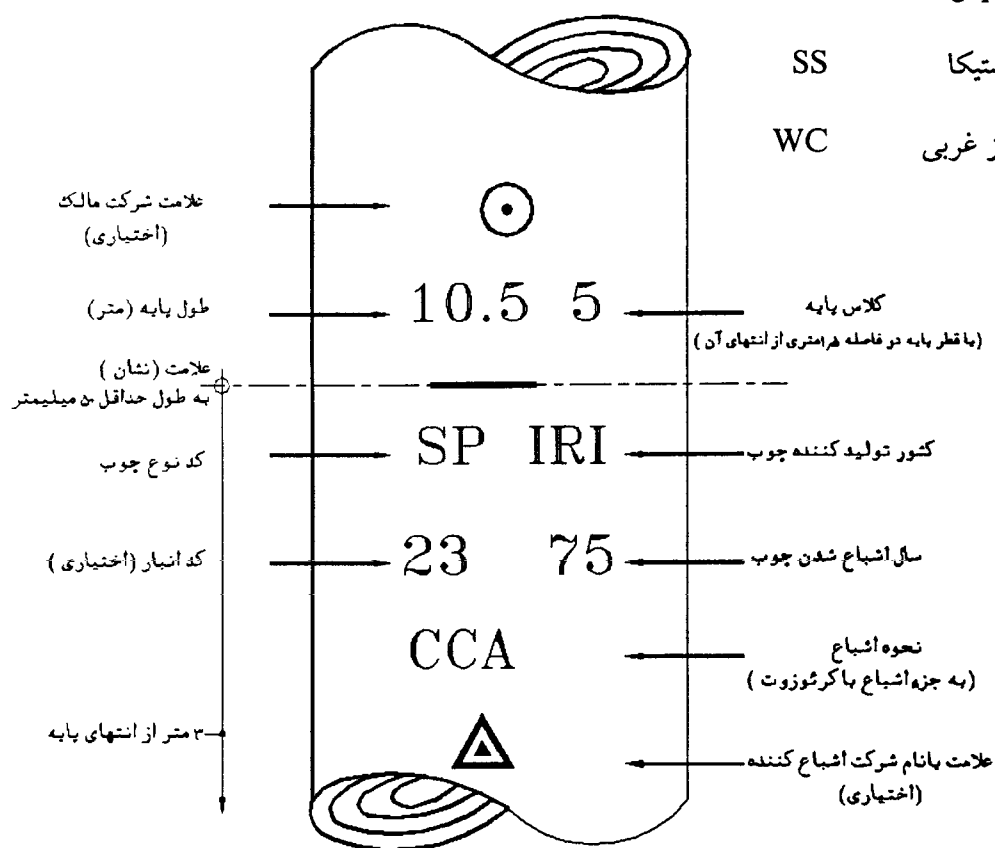
- اکالپتوس OC

- انجیلی EN

۱- کرنوزوت ماده‌ای است که از پالایش قطران زغال سنگ و یا قطران چوب بدست می‌آید و نقش ضدعفونی‌کننده چوب (اشباع چوب) را دارد.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۱۰

- CF - کاج Corsican
- DF - کاج Douglas
- LX - سیاه کاج پیوندی
- LX - سیاه کاج اروپایی
- LX - سیاه کاج ژاپنی
- NS - صنوبر اروپایی
- LP - کاج Lodgepole
- SS - صنوبر استیکا
- WC - سرو قرمز غربی



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

شکل (۷) نحوه علامت گذاری روی پایه

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۱۱

۳- استاندارد پایه‌های چوبی و مشخصات فنی پایه‌ها و کراس‌آرمهای چوبی

۳-۱- مشخصات فنی و استاندارد پایه‌های چوبی

۳-۱-۱- چوبهای مناسب برای ساخت پایه‌های چوبی

باتوجه به آزمایشهای انجام شده بر روی گونه‌های مختلف درختان پهن‌برگ و سوزنی‌برگ کشور،

استفاده از درختان زیر برای تهیه پایه‌های چوبی مناسب است:

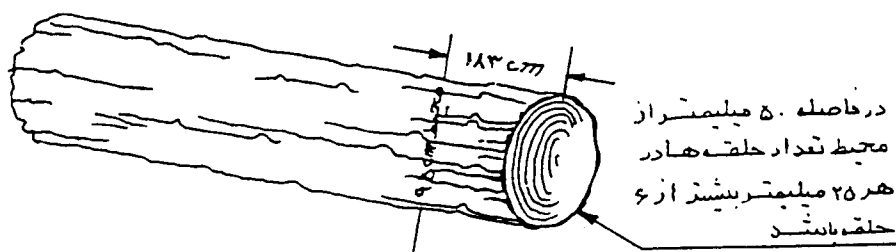
سوزنی‌برگان شامل کاج تدا، کاج تهران و کاج زرین.

پهن‌برگان شامل راش، ممرز، تبریزی، صنوبر، افرا، اکالیپتوس و انجیلی.

رشد درختانی که برای تهیه پایه‌های چوبی به کار می‌روند باید دارای شرایطی به صورت زیر باشد:

الف- تعداد حلقه‌های رویش سالانه در طول $2/5$ سانتیمتر و فاصله 5 سانتیمتری از محیط مقطع

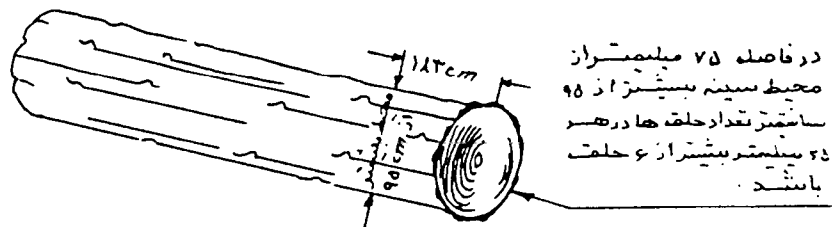
عرضی درختانی که محیط سینه آنها از 95 سانتیمتر کمتر است باید بیش از 6 باشد (شکل (۸)).



شکل (۸) محدودیت تعداد حلقه‌های رویش سالانه

ب - تعداد حلقه‌های رویش سالانه در طول $2/5$ سانتیمتر و فاصله $7/5$ سانتیمتر از محیط مقطع

عرضی درختانی که محیط سینه آنها بیش از 95 سانتیمتر است باید بیش از 6 باشد (شکل (۹)).



شکل (۹) محدودیت تعداد حلقه‌های رویش سالانه

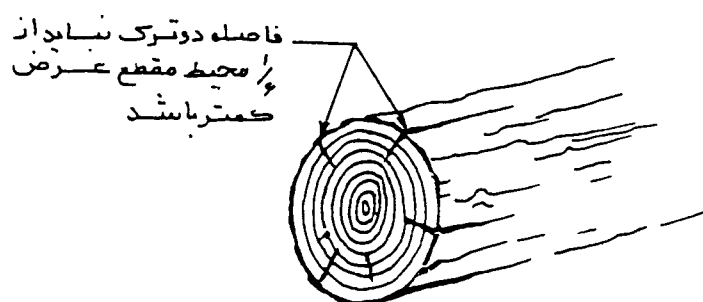
عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۱۲

۳-۱-۲- لکه در قسمت خارجی و زیر پوست درخت

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

۳-۱-۳- ترك

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 ترك نزدیک به هم که منتهی به مقطع عرضی سر یا ته می‌شوند نباید از یک ششم محیط مقطع عرضی کمتر باشد (شکل (۱۰)).



شکل (۱۰) محدودیت فاصله بین دو ترك

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

۳-۱-۴- 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.

۳-۱-۵- پوسیدگی

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

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرم‌های چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۱۳

۳-۱-۶- مغز پوك چوب

استفاده از چوبهایی که مغز آنها پوك شده است برای تهیه پایه‌های چوبی مجاز نیست.

۳-۱-۷- 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.

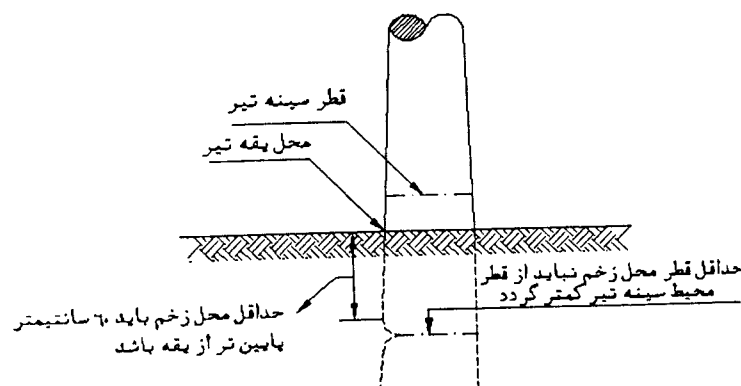
۳-۱-۸- چوب فشاری و چوب کششی

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.

۳-۱-۹- 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 پایین تر از محل یقه، نباید کمتر از قطر مقطع محیط سینه تیر گردد (شکل (۱۱)).



شکل (۱۱) محدودیت اثر زخم

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۱۴	

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.

۱۰-۱-۳- فرورفتگیها در روی درخت

درختانی که عمق فرورفتگیهای روی آنها کمتر از ۵ سانتیمتر باشد (اندازه گیری عمق از روی پوست انجام می شود) برای ساخت پایه های چوبی مجاز هستند.

۱۱-۱-۳- 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.

۱۲-۱-۳- 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 نمی توان از پایه استفاده کرد زیرا تکان خوردگی موجب می شود پایه استحکام خود را از دست بدهد.

ب - باتوجه 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 حشرات و قارچها متفی شده و اگر قطر دایره تکان خوردگی بیش از یک دوم قطر سر تیر نباشد استفاده از پایه مجاز است.

اگر فقط قسمت پایین تیر که در زمین قرار می گیرد اشباع شده باشد، هیچگونه تکان خوردگی در سر پایه مجاز نیست.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۱۵

۳-۱-۱۳- الیاف مارپیچی

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

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

۳-۱-۱۴- 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.

۳-۱-۱۵- قرمزی داخل چوب

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

۳-۱-۱۶- رنگ باختگی

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

۳-۱-۱۷- 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 تیر مجاز نیست.

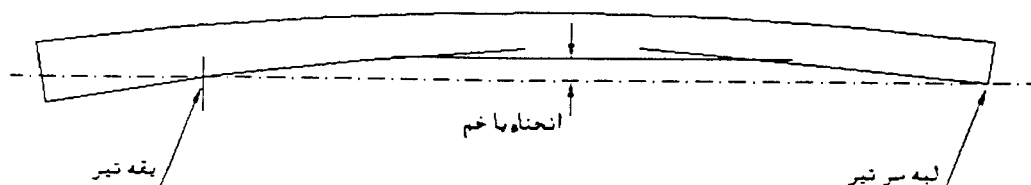
۳-۱-۱۸- انحنا ی تیر

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

الف- انحنا در یک جهت: برای تیرهای با ارتفاع حداکثر ۱۵ متر که در یک جهت خمیدگی دارند، برای اندازه گیری خمیدگی آنها به این صورت اقدام می شود که ابتدا در طول تیر خمیده،

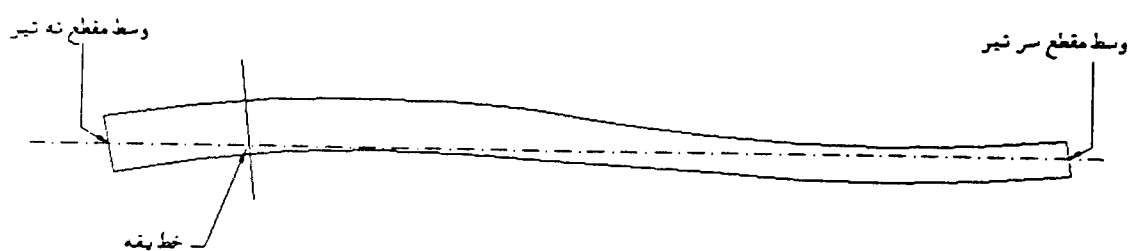
عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۱۶

قطعات ۳ متری از محل یقه به بالا انتخاب و علامت گذاری می شوند، سپس یک نخ در ابتدا و انتهای هر قطعه ۳ متری به صورت کشیده و مستقیم نگهداشته می شود. در این حالت هیچ نقطه ای از تیر در قسمت خمیدگی واقع در قطعه ۳ متری، نباید فاصله ای بیش از ۲/۵ سانتیمتر با نخ داشته باشد (شکل (۱۲)).



شکل (۱۲) انحنای تیر در یک جهت

ب - انحنای دو جهت: خط مستقیمی که از وسط سر و ته تیر می گذرد باید در فاصله این دو نقطه در محل های انحنای حداقل مماس با سطح تیر باشد (شکل (۱۳)).



شکل (۱۳) انحنای تیر در دو جهت

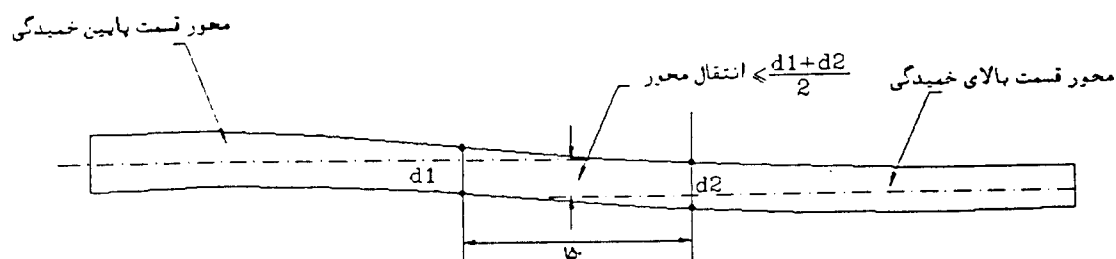
۳-۱-۱۹ - خمیدگی کوتاه تیر

تیر باید فاقد خمیدگیهای کوتاه باشد. برای اندازه گیری خمیدگیهای کوتاه ۱۵۰ سانتیمتری یا کمتر به شرح زیر عمل می شود:

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 (۱۴)).

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۱۷	

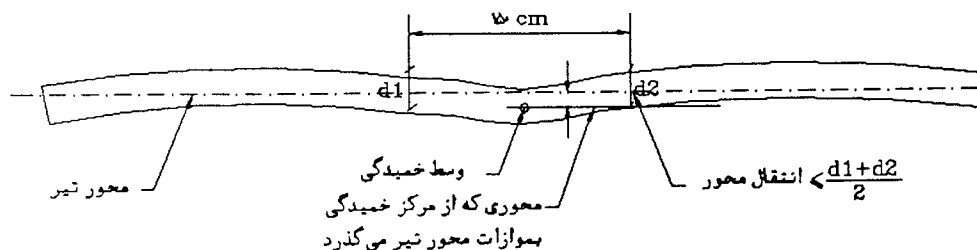
$$\text{فاصله دو محور} \leq \frac{d_1 + d_2}{2}$$



شکل (۱۴) خمیدگی کوتاه تیر، حالت ۱

حالت ۲- در صورتی که محور بالا و پایین خمیدگی کوتاه، برهم 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 (۱۵)).

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



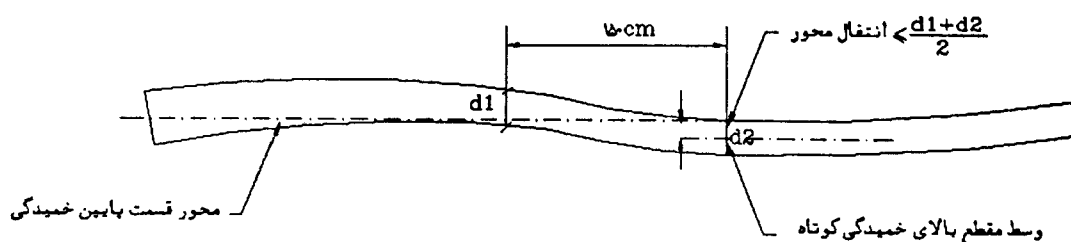
شکل (۱۵) خمیدگی کوتاه تیر، حالت ۲

حالت ۳- در صورتی که محور بالا و پایین قسمت خمیدگی برهم 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 (۱۶)).

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۱۸

$$\leq \frac{d_1 + d_2}{2}$$

۲



شکل (۱۶) خمیدگی کوتاه تیر، حالت ۳

۳-۱-۲۰- 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.

۳-۱-۲۱- 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 (۱) تجاوز کند:

جدول (۱)

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 سانتیمتر

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۱۹

۳-۱-۲۲- حداقل تنش خمشی

باتوجه به نتایج آزمایشهای انجام شده بر روی 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 به عمل 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 نشود.

۳-۱-۲۳- 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 (۲) نشان داده شده است.

جدول (۲) حداقل محیط سر تیر برای کلاسهای مختلف

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

۳-۱-۲۴- 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 (۳) حداقل قطر سر تیر برای کلاسهای مختلف آورده شده است.

جدول (۳) حداقل قطر سر تیر برای کلاسهای مختلف

کلاس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
حداقل قطر سر تیر (سانتیمتر)	۲۲	۲۰	۱۹	۱۷	۱۵	۱۴	۱۲

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۲۰	

۳-۱-۲۵- تغییرات مجاز قطر سر تیر

از آنجاکه به هنگام انتخاب درختان برای تهیه پایه های چوبی شاید بتوان به قطر تعیین شده برای سر تیر دست یافت، تغییرات مجازی برابر ۲+ سانتیمتر برای قطر سر تیر در تمام کلاسها در نظر گرفته می شود.

۳-۱-۲۶- نیروی شکست

نیروی شکست پایه در کلاسهای مختلف در جدول (۴) آورده شده است. روش آزمایش به منظور محاسبه این نیرو در پیوست (الف) ذکر شده است.

جدول (۴) نیروی شکست پایه برای کلاسهای مختلف

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

۳-۱-۲۷- طول پایه های چوبی

بطور معمول طول پایه های چوبی به کار گرفته شده در شبکه برق بین ۸ تا ۱۸ متر می باشد. در محدوده مذکور، عموماً "اعداد ۸، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۷ و ۱۸ متر به عنوان طول پایه در نظر گرفته می شوند.

۳-۱-۲۸- حداقل محیط سینه تیر در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر

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

۳-۱-۲۹- رطوبت پایه ها

عملیات اشباع انواع چوب (بجز صنوبر) تا زمانی که رطوبت متوسط هر دسته از پایه ها به حداکثر ۲۸ درصد کاهش نیابد نمی تواند شروع شود. در این شرایط رطوبت هیچیک از پایه های یک دسته، نباید بیش از ۳۰ درصد باشد. رطوبت پایه ها بیش از شروع عملیات اشباع را می توان با استفاده از رطوبت سنج و یا آزمایشی که در پیوست (ب) توضیح داده شده است به دست آورد. در صورت استفاده از رطوبت سنج، اگر

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۲۱

رطوبت بیش از ۲۵ درصد نشان داده شود باید به کمک آزمایش مذکور نتیجه را تأیید 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 آنجاکه زمان لازم برای آن که چوب رطوبت خود را به صورت 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 سانتیگراد 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.

جدول (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	—

۳-۱-۳۰- اشباع پایه‌های چوبی

به منظور افزایش عمر مفید چوب و جلوگیری از نفوذ حشرات و قارچها در چوب، پایه‌های چوبی

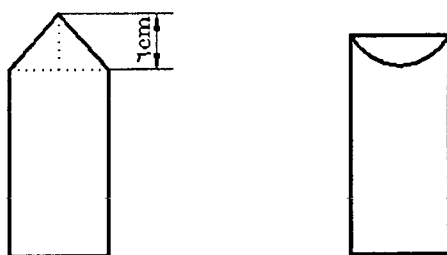
عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۲۲

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.

پیش 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 اشباع‌کننده در پایه در پیوست (ج) توضیح داده شده است.

۳-۱-۳- برش سر تیر

به منظور حفاظت تیر از آثار نامناسب باقی ماندن برف و باران و ایجاد یخ‌زدگی در سر تیر که موجب ترکیدن پایه در راس آن می‌شود، سر تیر در دو جهت به صورت مورب باید برش داده شود. ارتفاع مثلث حاصله از برش بین ۶ تا ۱۰ سانتیمتر است (شکل (۱۷)).



شکل (۱۷) برش سر تیر

۳-۱-۳- آزمایشهای لازم جهت اجرا بر روی پایه‌های چوبی

آزمایشهایی که لازم است بر روی 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 پیوست (الف) توضیح داده شده‌اند.

۳-۲- مشخصات فنی کراس‌آرمهای چوبی

۳-۲-۱- نوع چوب

کراس‌آرمهای چوبی در شبکه فشار متوسط به کار می‌روند و قابل نصب بر روی پایه‌های چوبی و بتنی

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۲۳

هستند. باتوجه به نیروهای وارده از طرف سیمها، وزن یخ و برف و فشار باد لازم است کراس آرمها از بهترین نوع چوب ساخته شوند. در صورت استفاده از چوب درختان پهن برگ برای ساخت کراس آرم، چوب درختان راش، ممرز، افرا، خرمندی، انجیلی و گز ایرانی برای این منظور مناسب هستند و از درختان سوزنی برگ، کاج پنوسیلویریس (در خارج از کشور کشت می شود) مناسب می باشند.

۳-۲-۲- شرایط ساخت

چوبهای کراس آرم باید از چهار طرف تراش خورده و صاف شوند. کناره لبه های فوقانی آنها به اندازه ۱ سانتیمتر باید پخ شود.

۳-۲-۳- رطوبت چوب در موقع اشباع

رطوبت در کراس آرم در موقع اشباع نباید از ۲۲ درصد بیشتر باشد.

۳-۲-۴- شرایط انتخاب چوب برای تهیه کراس آرم

باتوجه به اینکه نیرو در جهات مختلف به کراس آرم وارد می شود به هنگام انتخاب چوب کراس آرم شرایط زیر باید رعایت شود:

۳-۴-۱- ترك بر روی سطح فوقانی کراس آرم

حداکثر مجاز طول، عرض و عمق ترك بر روی سطح فوقانی کراس آرم به ترتیب ۱۵، ۱۶/۰ و ۳/۰ سانتیمتر است. قرار گرفتن سوراخ میله مقره بر روی ترکهای مجاز و یا در کنار آنها بلامانع است.

۳-۴-۲- ترك بر روی سایر سطوح

حداکثر مجاز طول، عرض و عمق ترك بر روی سایر سطوح کراس آرم به ترتیب یک سوم طول کراس آرم، ۳/۰ سانتیمتر و ۳/۰ سانتیمتر می باشد.

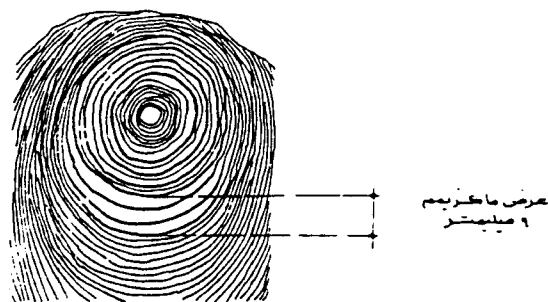
۳-۴-۳- شکاف

هیچ نوع شکافی بر روی کراس آرم مجاز نیست.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۲۴

۳-۲-۴-۴- چوب فشار و چوب کششی در کراس آرم

بطور کلی وجود هیچ نوع چوب فشاری و کششی بر روی سطوح کراس آرم مجاز نیست. در صورتی که در دو سر انتهایی کراس آرم، چوب فشاری یا کششی مشاهده گردد به نحوی که تمام آن در داخل کراس آرم قرار گرفته و از سطوح دیگر قابل رویت نباشد آنگاه چوب فشاری یا کششی باید کمتر از ۶ حلقه رشد سالانه داشته باشد و عرض آن از ۹ میلیمتر تجاوز ننماید (شکل (۱۸)).



شکل (۱۸) عرض مجاز چوب فشاری یا کششی در کراس آرم چوبی

۳-۲-۴-۵- پوشیدگی

هیچ نوع پوشیدگی در کراس آرم مجاز نیست.

۳-۲-۴-۶- الیاف مارپیچ یا مورب

انحراف الیاف چوب از راستای محور طولی در امتداد کراس آرم نباید از ۲ سانتیمتر در طول کراس آرم تجاوز کند (انحراف الیاف در اطراف گره مستثنی است).

۳-۲-۴-۷- گره

وجود گره در قسمتهای مرکزی و فوقانی کراس آرم در صورتی که قطر آن از ۲ سانتیمتر تجاوز نکند بلامانع است. در صورت وجود گره در قسمتهای مرکزی سایر سطوح، حداکثر قطر آن می تواند ۴ سانتیمتر باشد.

۳-۲-۴-۸- حفره های جای گره

حفره های جای گره در سطح فوقانی بلامانع است. در صورتی که حداکثر قطر و عمق آن به ترتیب

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۲۵

۲ و ۱ سانتیمتر باشد. در سطوح دیگر، حداکثر مجاز قطر و عمق حفره‌ها ۲ سانتیمتر است.

۳-۲-۴-۹- گره‌های نمایان از دورو

برای اندازه‌گیری مجاز گره‌های روی سطوح کراس‌آرم که از دورو دیده می‌شوند باید متوسط قطر

آن گره‌ها را محاسبه نمود و سپس شرایط لازم برای گره را تحقیق نمود.

۳-۲-۴-۱۰- حداکثر قطر گره و مجموع قطر گره‌ها در کراس‌آرم

حداکثر اندازه مجاز قطر گره و مجموع قطر گره‌ها در کراس‌آرم وابسته به محل گره است و مطابق

شرایط جدول (۶) تعیین می‌شود.

جدول (۶)

محل گره	اطراف مرکز، نیمه بالا	اطراف مرکز، نیمه پایین	اطراف نیمه انتهایی
- قطر گره (میلیمتر)	۲۵	۳۰	۴۰
- مجموع قطر گره‌ها (میلیمتر)	۵۰	۶۰	۷۵
- قطر گره‌هایی که عرض سوراخهای میله مفره را قطع می‌کنند (میلیمتر)	۱۶	۱۶	۱۶
- فاصله گره و حفره‌های جای گره با قطر بیش از ۲۰ میلیمتر با سوراخهای جای میله مفره (میلیمتر)	۱۸	۹	۹

۳-۲-۴-۱۱- تکان خوردگی

تکان خوردگی در کراس‌آرم مجاز نیست.

۳-۲-۴-۱۲- درون قرمزی

درون قرمزی در چوب کراس‌آرم مجاز نیست.

۳-۲-۴-۱۳- انحنای مقعر

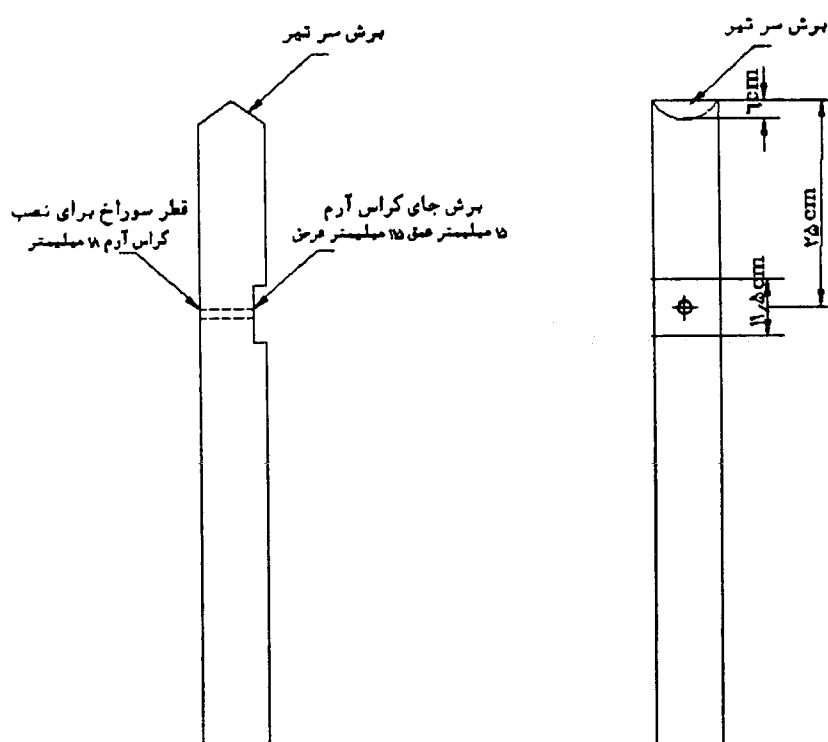
بعضی مواقع به علت وجود انحنا در چوب درخت، بر روی کراس‌آرم یا کناره‌های آن تقعر ایجاد

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۲۶

- می‌شود که حدود مجاز آن در قسمتهای مختلف کراس‌آرم به‌صورت زیر است:
- سطح بالای کراس‌آرم با دوانحنا، هر یک ۳ میلیمتر عمق و ۱۰۰ میلیمتر طول،
 - سطح زیرین کراس‌آرم با سه‌انحنا، هر یک ۳ میلیمتر عمق و ۲۰۰ میلیمتر طول،
 - سطوح جانبی کراس‌آرم با سه‌انحنا، هر یک ۳ میلیمتر عمق و ۲۰۰ میلیمتر طول.
- وجود قسمتهای مقعر کوچکتر و کوتاهتر از مقادیر ذکرشده در سطوح کراس‌آرم قابل قبول است.

۳-۲-۴-۱۴- نصب کراس‌آرم بر روی پایه

در شکل (۱۹) محل نصب کراس‌آرم بر روی پایه نشان داده شده است.



شکل (۱۹) محل نصب کراس‌آرم بر روی پایه

عنوان کلی: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۲۷

۴- نگهداری، حمل و نصب پایه‌های چوبی

۴-۱- مقدمه

بدنه تیرهای چوبی نباید با سطح زمین تماس داشته باشد زیرا بتدریج رطوبت زمین را جذب می‌کند. بنابراین بخشی از چوب، مرطوب شده و بخشی دیگر که در معرض هوای آزاد یا نور خورشید قرار دارد رطوبت خود را ازدست می‌دهد. اختلاف رطوبت بین دو قسمت پایه سبب ایجاد تنش و گسیختگی سلولهای چوب شده و در نتیجه ترک و شکافهای عمیق بوجود می‌آید که پایه را غیرقابل استفاده می‌سازند. از طرف دیگر نامنظم قرار گرفتن پایه‌ها بر روی یکدیگر و وارد آمدن فشار بر یک تیر بر اثر سنگینی پایه‌های روی آن که منجر به متمرکز شدن نیرو در یک نقطه می‌گردد موجب پیدایش انحنا و خمیدگی غیرمجاز می‌شود. بنابراین صدمات غیرقابل جبران و احتمالاً "شکستن پایه بوجود خواهد آمد.

برای نگهداری پایه‌های چوبی در انبارها به مدت طولانی، لازم است موارد زیر مورد توجه قرار

گیرد:

۴-۲- محل انبار

مناسبت‌ترین محل برای نگهداری پایه‌های چوبی انبارهای تمام‌بسته است تا به این صورت پایه‌ها از آسیب عوامل جوی و همچنین آتش‌سوزی مصون باشند. در صورت عدم امکان تهیه چنین مکانهایی می‌توان با نصب ایرایت در محل استقرار پایه‌ها، آن محل را مسقف نمود. در انبار فضای کافی برای حرکت کامیون و مانور جرثقیل 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.

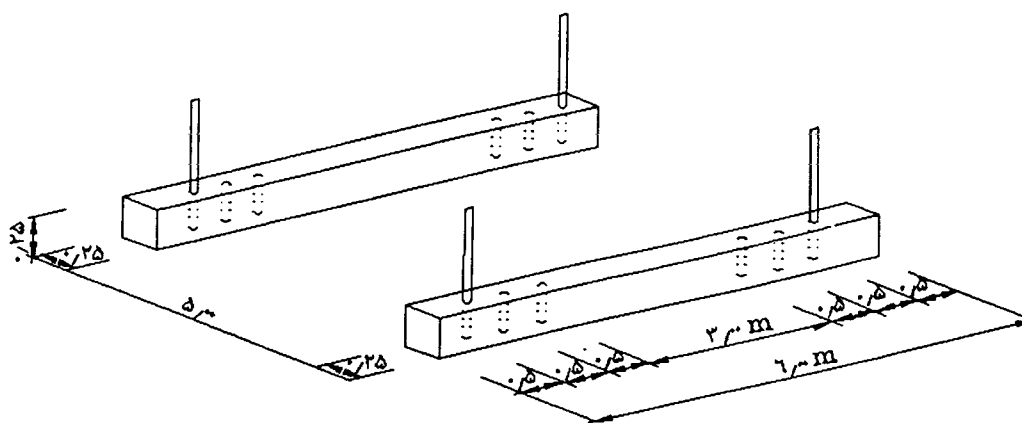
۴-۳- سکوی استقرار تیر (بالشتک)

بالا نگهداشتن بدنه پایه از زمین 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 سکوی تیرهای با کلاسهای مختلف از یکدیگر باید ۵ متر و ارتفاع سکوها از کف انبار ۲۵ سانتیمتر باشد.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۲۸	

در سکوهاى فلزى که بطور معمول از تیر آهن و یا ناودانى شماره ۲۶ به طول ۶ متر ساخته مى شود گیره هاى تعبیه شده که مى توان برحسب تعداد تیر انبار شده، محل گیره را بر روی سکو تغییر داد. در سکوهاى بتنى که داراى ابعاد ۲۵×۲۵ سانتیمتر و طول ۶ متر هستند مى توان در هر ۰/۵ متر با تعبیه لوله اى به قطر سه چهارم اینچ و بلندی ۲۵ سانتیمتر در داخل بتن، سوراخه هاى در سراسر سکو تعبیه نمود تا با قرار دادن یک میله در داخل آن از غلطیدن پایه بر روی سکو ممانعت شود (شکل (۲۰)). محل نصب میله را مى توان برحسب تعداد تیر انبار شده بر روی سکو انتخاب نمود.

برای تهیه سکوهاى موقت در کارگاهها مى توان از تراورسهاى چوبى با ابعاد ۱۵×۲۵×۲۶۰ سانتیمتر استفاده کرد.

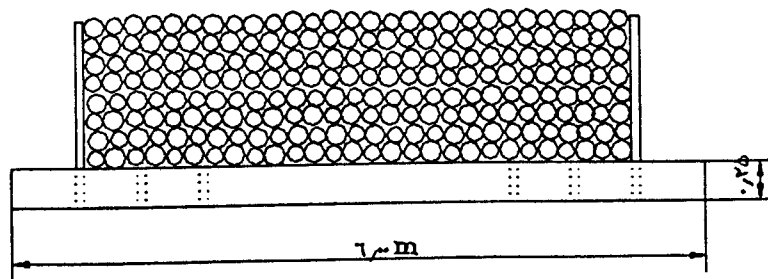


شکل (۲۰) نمونه سکوى بتنى

۴-۴- نحوه قرار گرفتن پایه ها بر روی سکو

به منظور قرار دادن پایه ها بر روی سکو به این شکل عمل مى شود که اولین ردیف تیرها به صورت معکوس کنار یکدیگر قرار مى گیرند (سر و ته دو پایه مجاور، در کنار یکدیگر قرار مى گیرد)، ردیفهاى بالایی نیز به همین ترتیب قرار مى گیرند و بعلاوه سر و ته دو پایه از دو ردیف متوالی، روی هم قرار مى گیرد (شکل (۲۱)).

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۲۹



شکل (۲۱) قرار گرفتن پایه‌ها بر روی سکو

۴-۵- حمل و جابجایی پایه‌ها

لازم است موارد زیر به‌هنگام 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، بر اثر 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 قرار دادن دو پایه در کنار کامیون و سپس لغزاندن پایه بر روی سراسیمبی ایجادشده 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 به عمل آید.
- همواره باید توجه داشت که به‌هنگام 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.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع
عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی	معاونت تحقیقات و تکنولوژی
صفحه: ۳۰	

۴-۶- حداقل عمق دفن پایه

عمق دفن پایه‌های چوبی بستگی به طول و نوع پایه (از نظر وزن) و نوع زمین محل دفن آن دارد. این

ارتباط در جدول (۷) نشان داده شده است.

جدول (۷) حداقل عمق دفن پایه‌های چوبی

نوع خاک	معمولی			سست			خوب			سنگ‌دار		
	سبک	معمولی	سنگین	سبک	معمولی	سنگین	سبک	معمولی	سنگین	سبک	معمولی	سنگین
شرایط آب و هوایی نوع پایه (متر)												
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	—	۱/۴	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

مشخصات انواع مختلف خاک که در جدول مشخص شده‌اند به شرح زیر است:

خاک معمولی: عبارت است از گل خشک و سفت، شتزار خشک و سفت و شن به هم فشرده و سفت.

خاک سست: عبارت است از گل نرم و تر و شن نرم و تر، گل خشک مخلوط با ماسه نرم و طبقات گل و ماسه.

خاک خوب: عبارت است از شن درشت به هم فشرده، سنگ و گل طبقه طبقه شده، سنگ سست و شن و ماسه که خوب پهن شده باشد.

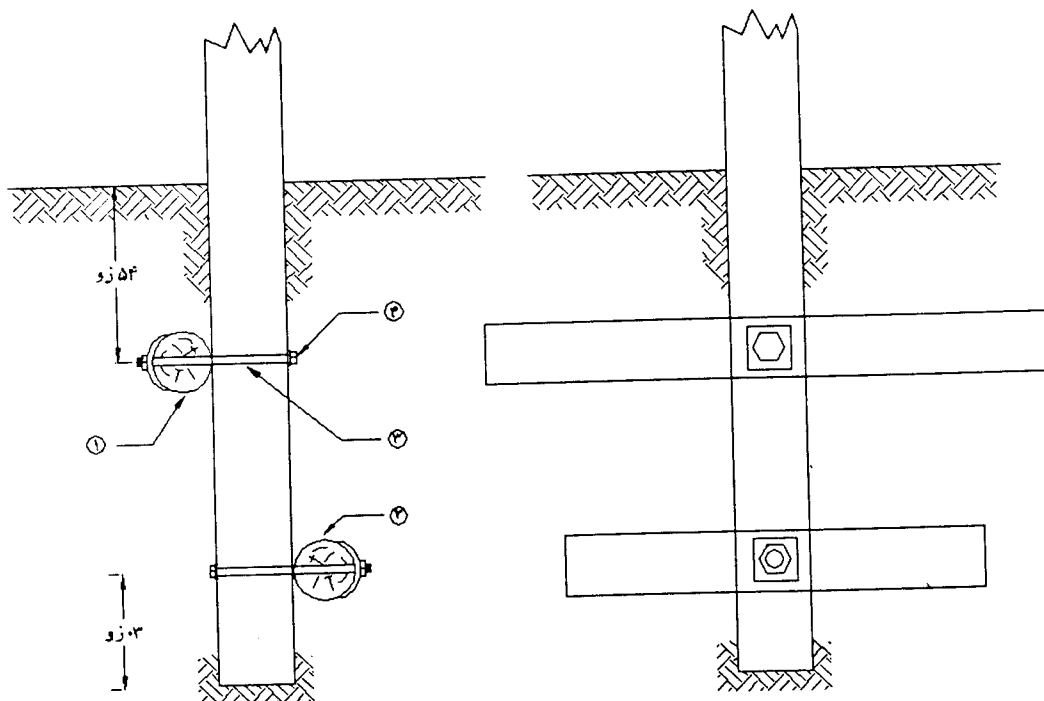
خاک سنگ‌دار: عبارت است از خاکی که محتوی سنگهای با حجم متوسط و سخت باشد.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۳۱

۷-۴- نصب پایه‌های چوبی

۷-۴-۱- 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 (۲۲) جزئیات کار و مشخصات تجهیزات مورد نیاز را نشان می‌دهد.

۷-۴-۲- در صورتی که زمین محل دفن پایه سست باشد می‌توان با استفاده از بلوک سیمانی در گودال دفن پایه، استحکام لازم برای پایه را تأمین نمود. جزئیات این روش در شکل (۲۳) نشان داده شده است.



① کنده چوبی کروئوزوت دار به طول ۱٫۵ متر و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر

② کنده چوب کروئوزوت دار به طول ۱ متر و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر

③ پیچ و مهره به قطر ۲ میلیمتر و طول ۶۰ سانتیمتر

④ واشر مربع خم شده به طول و عرض ۱۰۰ میلیمتر، قطر سوراخ ۲۲ میلیمتر

شکل (۲۲) جزئیات نصب پایه در زمین سست

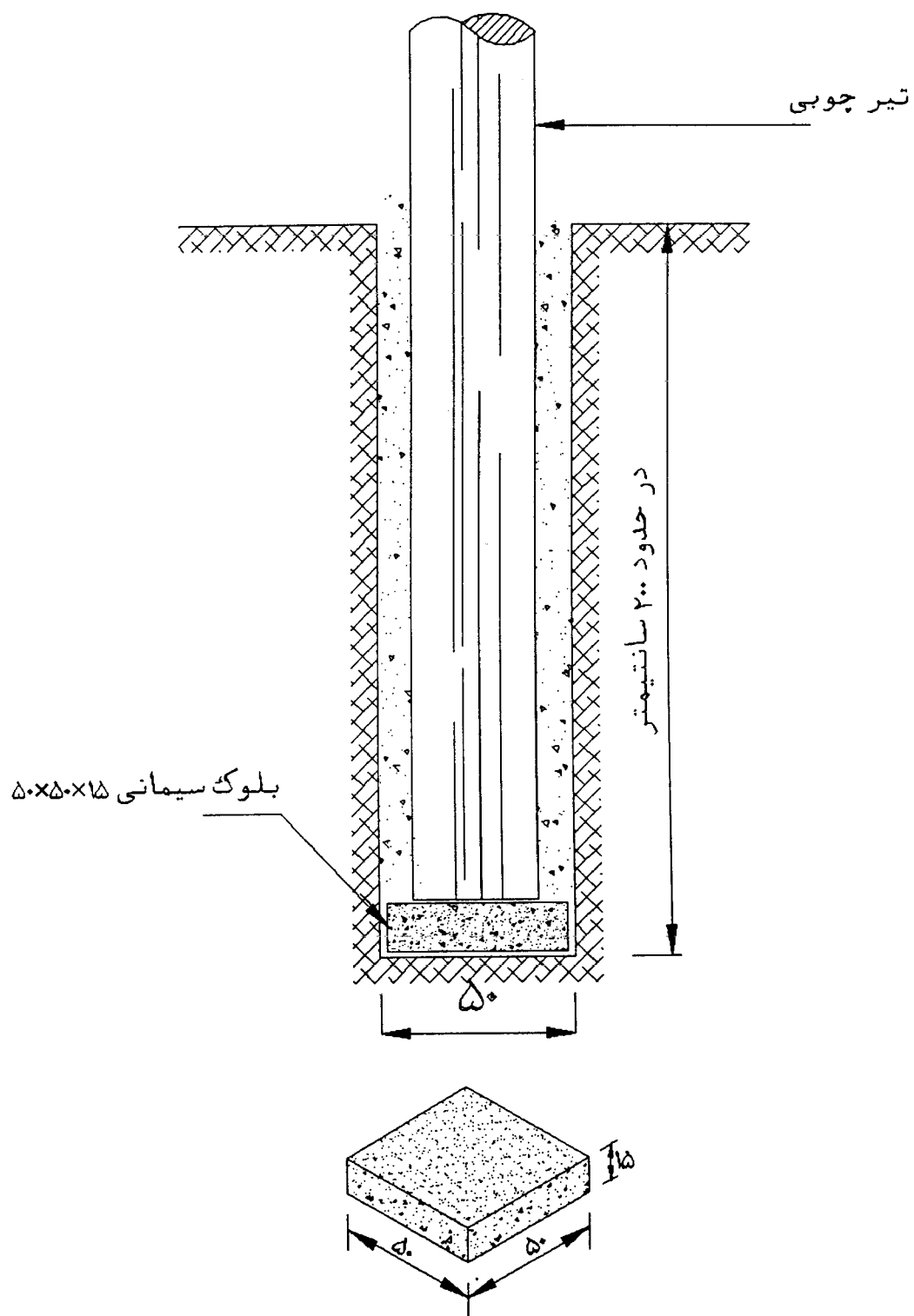
عنوان کل:

استاندارد خطوط هوایی توزیع

عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی

معاونت تحقیقات و تکنولوژی

صفحه: ۳۲



شکل (۲۳) نصب پایه در زمین سست با استفاده از بلوک سیمانی

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع
عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی	معاونت تحقیقات و تکنولوژی
صفحه: ۳۳	

پیوست الف- دستگاههای لازم جهت انجام آزمایش روی پایه‌های چوبی

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

الف ۱- جایگاه آزمایش

جایگاه آزمایش پایه‌های چوبی مطابق شکل (الف-۱) است. قسمتی 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.

الف ۱-۱- 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 به صورت یکپارچه با فونداسیون ساخته شده است.

الف ۱-۲- پایه ثابت

پایه ثابت به صورت نقطه اتکایی برای کشیدن سرتیر به کار می‌رود.

الف ۱-۳- 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.

الف ۱-۴- سیم بکسل

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

الف ۱-۵- الوارهای چوبی

ابعاد سطح مقطع الوارهای چوبی در حدود ۲۵×۱۵ سانتیمتر و طول آنها در حدود یک متر است.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۳۴

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 (الف-۲)).

الف ۱-۶- جکهای روغنی

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

الف ۱-۷- خطکش مدرج

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

الف ۱-۸- 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.

الف ۱-۹- مقدمات اولیه اجرای آزمایش

پیش از آغاز آزمایش، موارد زیر باید انجام شوند:

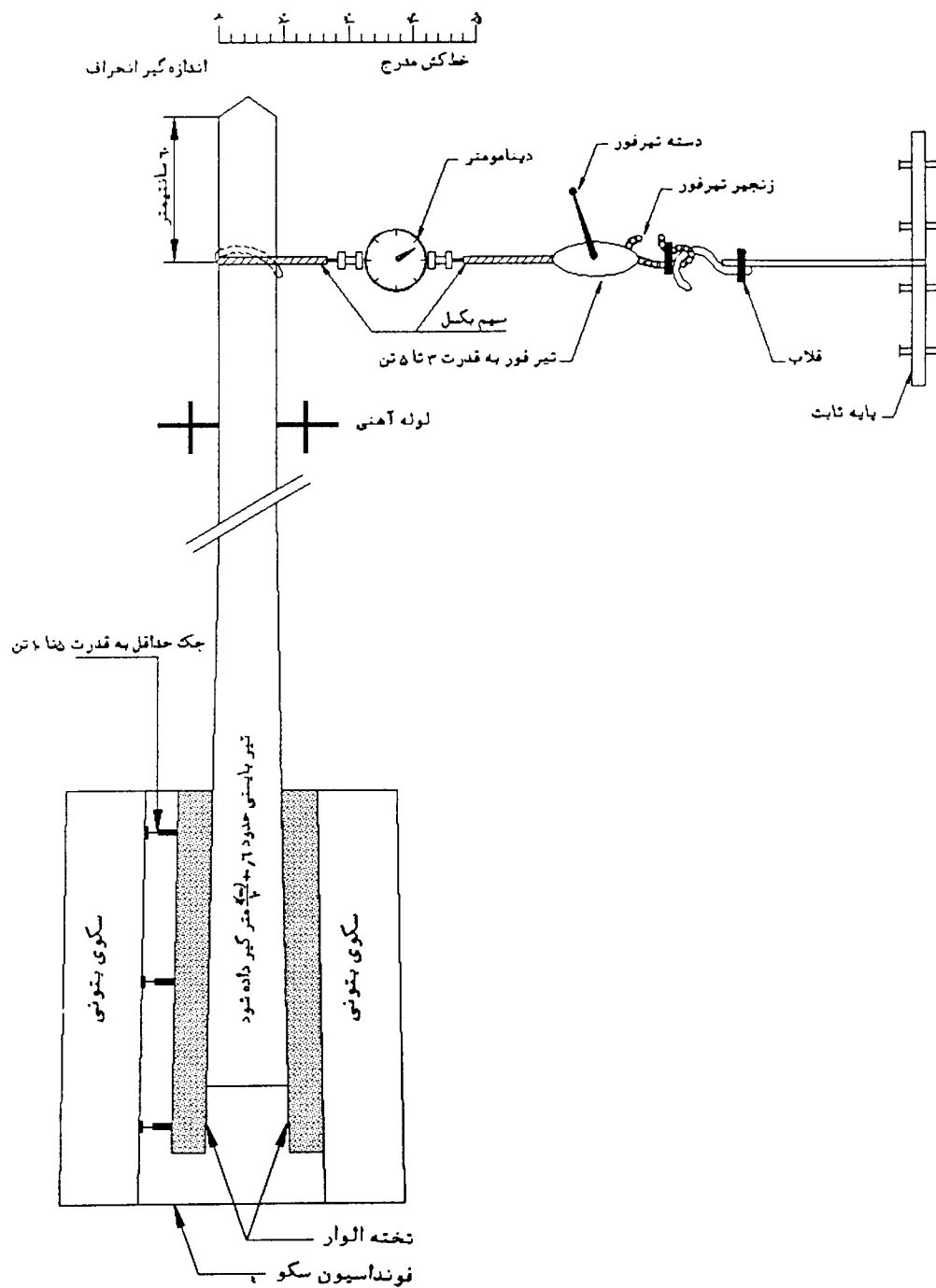
الف- قسمتی از پایه که در داخل زمین قرار می‌گیرد مشخص شده و علامت‌گذاری شود.

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

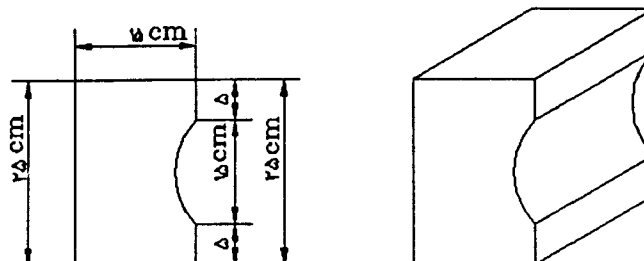
پ - قسمت انتهایی پایه با استفاده از الوارهای چوبی و جکهای روغنی بین دو دیواره بتنی کاملاً محکم شود.

ت - برای آنکه قسمت آزاد پایه بتواند در جهت نیروی کششی وارد شده به آن حرکت کند، در فاصله ۳ متری از سرتیر، دو لوله 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.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۳۵



عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۳۶



شکل (الف-۲) الوارهای چوبی

الف -۲- بار

بار باید به نقطه‌ای در فاصله ۶۰ سانتیمتری از سرتیر توسط تیرفور اعمال گردد. خط کشش بین نقطه مربوطه بر روی تیر و تیرفور باید ثابت باشد. کشش پایه تا زمان شکسته شدن آن باید ادامه یابد. سرعت اعمال کشش باید به‌صورتی باشد که موجب انحراف پایه در نقطه کشش به حدی که از رابطه زیر به‌دست می‌آید شود:

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

N: نرخ انحراف (میلیمتر بر دقیقه)،

Z: نرخ کرنش تار انتهایی^۱ که برابر ۰/۰۰۱ درنظر گرفته می‌شود^۱،

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

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

الف -۳- محل تیرفور

چنانچه تیرفور به اندازه کافی از پایه فاصله داشته باشد به‌صورتی که زاویه بین محل ابتدایی و انتهایی خط کشش کوچک باشد، فرض عمود بودن خط کشش بر محور پایه با دقت بسیار خوبی قابل قبول خواهد

1- Fiber Strain

2- ASTM-D 198

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع
عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی	معاونت تحقیقات و تکنولوژی
صفحه: ۳۷	

بود. محل تیرفور در جدول (الف-۱) نشان داده شده است.

جدول (الف-۱)

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

الف -۳- اندازه گیری نیرو

نیرو باید توسط ابزار مناسبی که به صورت سری با خط کشش (اعمال نیرو) باشد اندازه گرفته شود. اندازه گیری می تواند با دینامومتر انجام شود. در این صورت باید ظرفیت آن مناسب و دارای درجه بندی ۲۰۰ نیوتنی (مدرج شده براساس ۲۰۰ نیوتن) باشد. در فواصل زمانی معین بین آزمایشها، کالیبراسیون دینامومتر باید تحقیق گردد.

الف -۴- انحرافات

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

مقدار انحراف نقطه متناظر با سطح زمین باید اندازه گیری شود.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		صفحه: ۳۸

الف - ۵- 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 (به صورت 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.

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	---	صفحه: ۳۹

پیوست ب- محاسبه رطوبت پایه با آزمایش کوره

ب- ۱- نمونه‌گیری

نمونه‌ای از پایه به طولی برابر عمق دفن پایه یا ۷۵ میلیمتر (هرکدام 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 خارج‌کننده^۱، دو قسمت پایه باید به‌دقت توسط قطعه‌ای ممرز اشباع‌شده به یکدیگر جفت شود.

ب- ۲- نحوه آزمایش

نمونه بلافاصله پس از جدا شدن، وزن می‌شود (m_1). سپس در کوره‌ای که دمای آن 103 ± 2 درجه سانتیگراد است قرار داده شده و خشک کردن تا زمانی که وزن آن ثابت بماند انجام می‌شود. نمونه پس از خارج شدن از کوره، بلافاصله وزن می‌شود (m_2). درصد رطوبت موجود در پایه (ω) طبق رابطه زیر به‌دست می‌آید:

(پ- ۱)

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

1- Extractor

عنوان کل	استاندارد خطوط هوایی توزیع
عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی	معاونت تحقیقات و تکنولوژی
صفحه: ۴۰	

پیوست ج- تعیین میزان نفوذ مواد اشباع کننده در پایه

ج-۱- نمونه گیری

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 علامت گذاری شوند و یا به صورت تصادفی پس از عملیات اشباع انتخاب شوند.

ج-۲- روش کار

پس از انجام اشباع، به کمک دستگاه نمونه گیر^۱ 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 کرثوزوت برای اشباع، میزان نفوذ به صورت چشمی می‌تواند تشخیص داده شود. در صورت استفاده از CCA^۲ برای اشباع باید مطابق با استاندارد شماره BS ۵۶۶۶، قسمت دوم، عمل شود.

چنانچه تکه‌های جدا شده از نمونه‌ها نشان دهنده نفوذ کامل ماده اشباع در سطح و زیر پوست در پایه‌های نمونه باشند، کلیه پایه‌ها از نظر اشباع شدن تأیید می‌شوند. در صورتی که یک یا تعدادی از 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 تأیید می‌گردند. در صورتی که در نمونه دوم، یک یا تعدادی از پایه‌های نمونه اشباع نشده باشند، اشباع آنها مجدداً انجام

1- Test Borer

2- Cupper / Chrome / Arsenic Mixture

عنوان کل:	استاندارد خطوط هوایی توزیع
عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی	معاونت تحقیقات و تکنولوژی
صفحه: ۴۱	

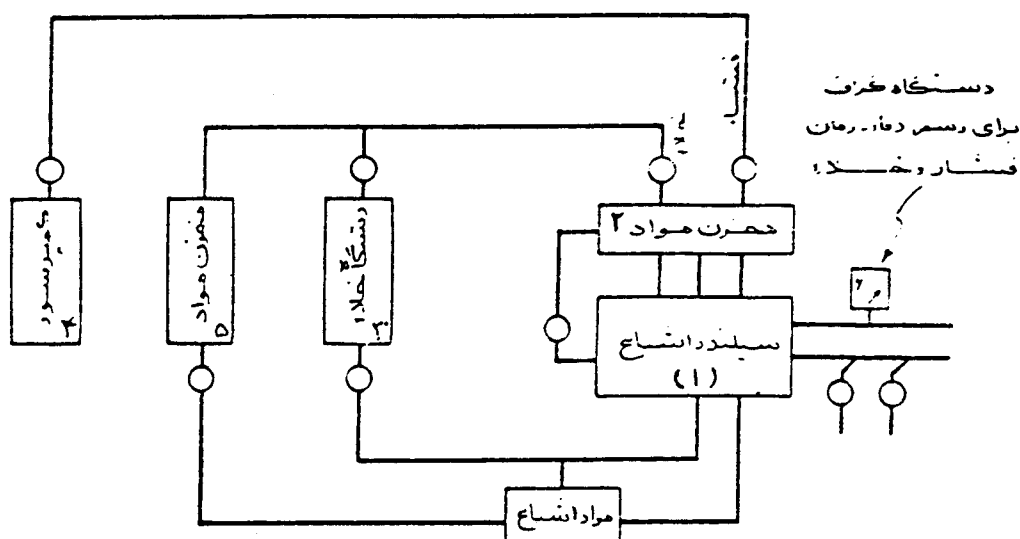
می‌شود. عمل نمونه‌گیری تا زمانی که مجموعه نمونه‌ای که در آن کلیه پایه‌ها اشباع شده باشند به دست آید و یا تا زمانی که کلیه پایه‌های مجموعه اصلی نمونه‌گیری شده باشند ادامه می‌یابد.

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

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۴۲

پیوست د- اشباع پایه‌های چوبی

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



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

قسمتهای اصلی سیستم مذکور عبارتند از:

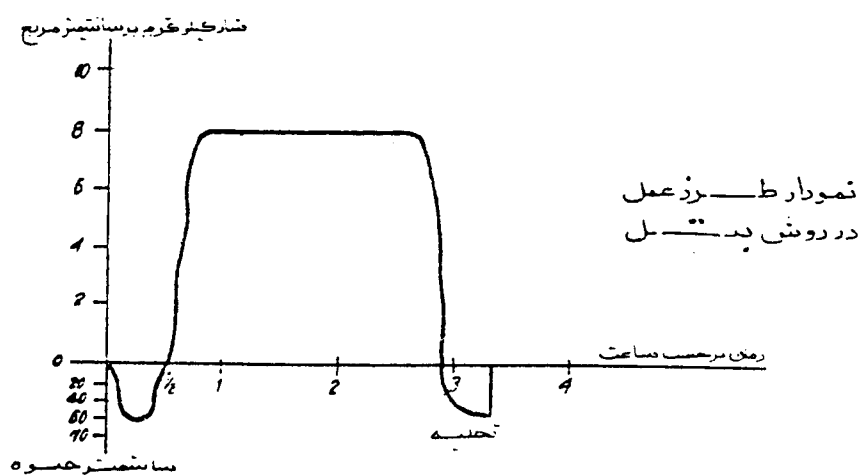
- ۱- مخزن اصلی استوانه‌ای شکل که پایه‌ها در آن قرار می‌گیرند،
- ۲- ظرف ذخیره مایع اشباع که مایع از آن وارد مخزن اصلی می‌گردد،
- ۳- دستگاه خلاء ساز،
- ۴- کمپرسور هوا برای افزایش فشار داخل مخزن اصلی،
- ۵- ظرف مخصوص گرم کردن مایع اشباع،
- ۶- دستگاههای ثبت فشار، دما، زمان و مقدار خلاء.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: نیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۴۳

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

د-۱- روش بتل^۱

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 "کرتوزوت" است و باید به دمایی در حدود ۹۰ درجه سانتیگراد رسانده شده باشد وارد مخزن شده 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 کرتوزوت باقیمانده در مخزن تخلیه می‌گردد. با ایجاد خلاء در مخزن اصلی، کرتوزوت اضافی پایه نیز خارج می‌شود. منحنی عملیات اشباع در این روش در شکل (د-۲) نشان داده شده است.



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

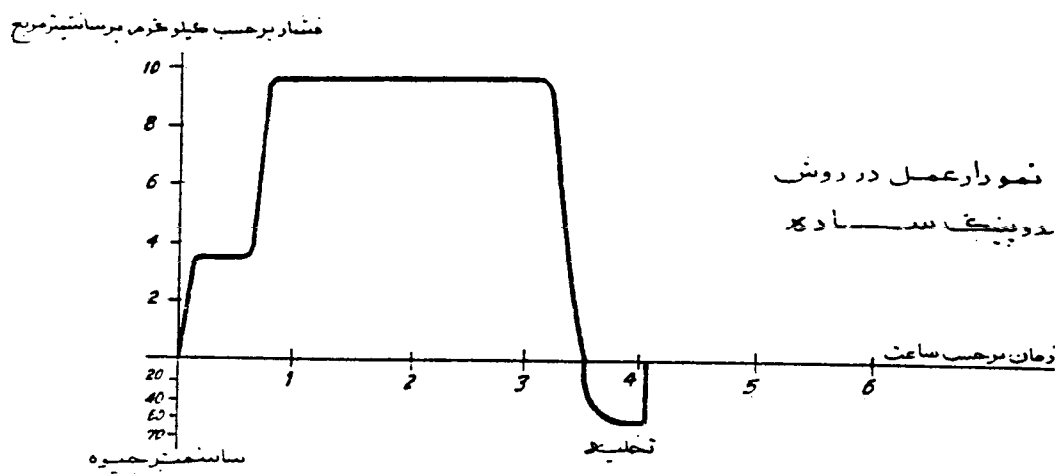
در این روش، پس از ایجاد خلاء اولیه هوای داخل حفره‌های چوب خارج می‌شود و بنابراین کرتوزوت با فشار بالا به راحتی در چوب نفوذ می‌کند.

1- Bettel

د-۲- روش روپینگ^۱

د-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 که 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 خلالتی به میزان ۴/۰- اتمسفر در مخزن ایجاد شده تا باقیمانده کرئوزوت تخلیه گردد. منحنی عملیات اشباع در این روش در شکل (د-۳) نشان داده شده است.



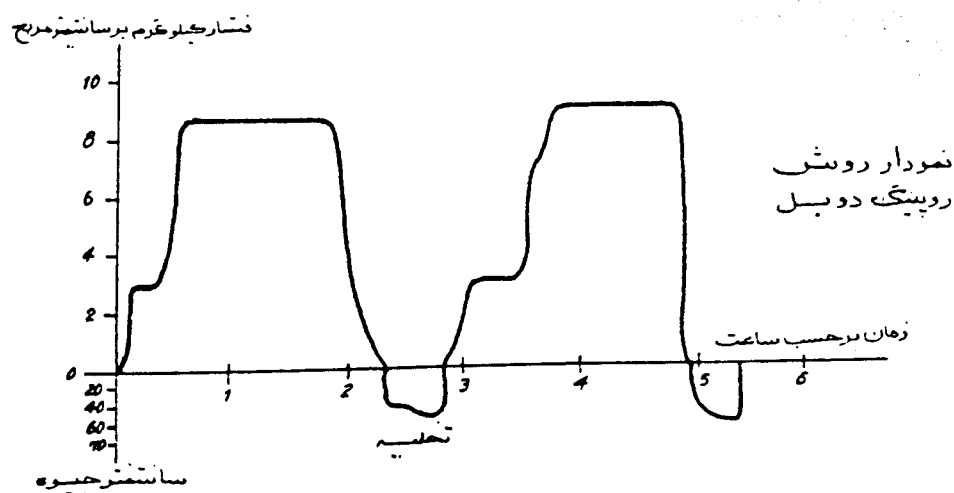
شکل (د-۳) منحنی عملیات اشباع به روش روپینگ ساده

د-۲-۲- روش روپینگ دوبل

از این روش برای اشباع چوبهای سوزنی‌برگی که به‌خوبی اشباع‌پذیر نیستند و چوبهای پهن‌برگان

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۴۵

(به ویژه راش) استفاده می شود. چگونگی اشباع در این روش به این صورت است که ابتدا پس از قرار گرفتن پایه ها در مخزن اصلی، فشار آن به مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه به مقدار ۱۳ اتمسفر تنظیم می گردد. سپس مایع اشباع که معمولاً "کرتوزوت" است و تا دمای حدود ۱۰۰ تا ۱۱۰ درجه سانتیگراد گرم شده وارد مخزن می شود. سپس فشار تا ۹ اتمسفر بالا برده شده و به مدت حدود ۹۰ دقیقه نگهداشته می شود و به دنبال آن فشار به طور ناگهانی کاهش داده شده و کرتوزوت اضافی از مخزن تخلیه می گردد. سپس خلائی به میزان ۰/۴ - اتمسفر به مدت ۳۰ دقیقه در مخزن اتمسفر تنظیم می گردد و سپس کرتوزوت با دمای حدود ۱۰ تا ۱۱۰ درجه سانتیگراد وارد مخزن می شود. به دنبال آن فشار مخزن به مدت یک ساعت در حد ۹ اتمسفر ثابت نگهداشته شده و پس از این زمان فشار به صورت ناگهانی کاهش داده می شود و کرتوزوت اضافی تخلیه می گردد. در انتها به مدت ۳۰ دقیقه در مخزن خلاء ایجاد می شود. منحنی عملیات اشباع در این روش در شکل (د-۴) نشان داده شده است.



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

د-۳- مواد قابل استفاده برای اشباع چوب

موادی که به طور عمده برای اشباع پایه های چوبی به کار می روند، عبارتند از: کرتوزوت، روغن های آلی قابل حل در حلال های نفتی و مواد معدنی قابل حل در آب. توصیه می شود از کرتوزوت

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۴۶

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 مکعب 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 به صورت جامد رسوب کنند.

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

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

روغنهای آلی قابل حل در حلالهای نفتی که به عنوان مایع اشباع به کار می‌روند معمولاً "پتاکروفل

و نفتانات دوکوئور هستند. ازسوی دیگر باید توجه داشت حتی الامکان از مواد معدنی قابل حل در آب

به عنوان ماده اشباع کننده استفاده نشود و استفاده از آن به خصوص برای پایه‌هایی که در زمینه‌های مرطوب نصب

می‌شوند مناسب نیست. انواع مهم نمکهای معدنی که به عنوان ماده اشباع به کار می‌روند عبارتند از: نمک

ولمن^۱ (تانالیت)، نمک بولیدن، نفتالین کلره، ددت و آلدین.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ: بهمن ماه ۱۳۷۵	صفحه: ۴۷

پیوست ه- محاسبه نیروی شکست پایه و حداکثر تنش خمشی پایه در نقطه متناظر با

سطح زمین

ه-۱- نیروی شکست

نیروی شکست پایه چوبی برای تیرهای بدون مهار (F) براساس تئوری خمش و با محاسبه تنش در

مقاطع بحرانی پایه تعیین می شود.

مقاطع بحرانی عبارتند از:

۱- سطح زمین،

۲- نقطه‌ای در پایه که قطر آن معادل ۱/۵ برابر قطر نقطه اعمال نیرو است، با این فرض که این نقطه

در بالای سطح زمین واقع شده باشد.

نیروی شکست مطابق رابطه (ه-۱) و برحسب نیوتن بر میلیمترمربع بدست می آید:

(ه-۱)

$$F = \frac{F Z}{I_c}$$

در رابطه فوق داریم:

F: تنش خمشی نهایی (نیوتن بر میلیمترمربع)،

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

Z: مدول مقطع در مقطع بحرانی به قطر dc که برابر است با $\pi dc^2 / 32$ (میلیمترمکعب).

ه-۲- حداکثر تنش خمشی در سطح زمین

برای محاسبه حداکثر تنش در نقطه متناظر با سطح زمین، پایه را مطابق شکل (ه-۱) بین دو

نگهدارنده قرار می دهیم. نیرویی را به نقطه متناظر با سطح زمین به صورت پیوسته به نحوی اعمال می کنیم که

شکست پایه طی زمانی برابر 900 ± 300 ثانیه رخ دهد. نرخ تغییر نیرو باید به صورتی باشد که برای نقطه

اعمال نیرو، انحرافی که توسط رابطه (ه-۲) تعیین می شود را ایجاد نماید (برحسب میلیمتر بر دقیقه):

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرهای چوبی
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	صفحه: ۴۸

(۲-۸)

$$N = \frac{2\pi a b Z}{3C_i}$$

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

Z: نرخ کرنش تار انتهایی که براساس استاندارد ASTM-D198 برابر ۰/۰۰۱ در نظر گرفته می شود.

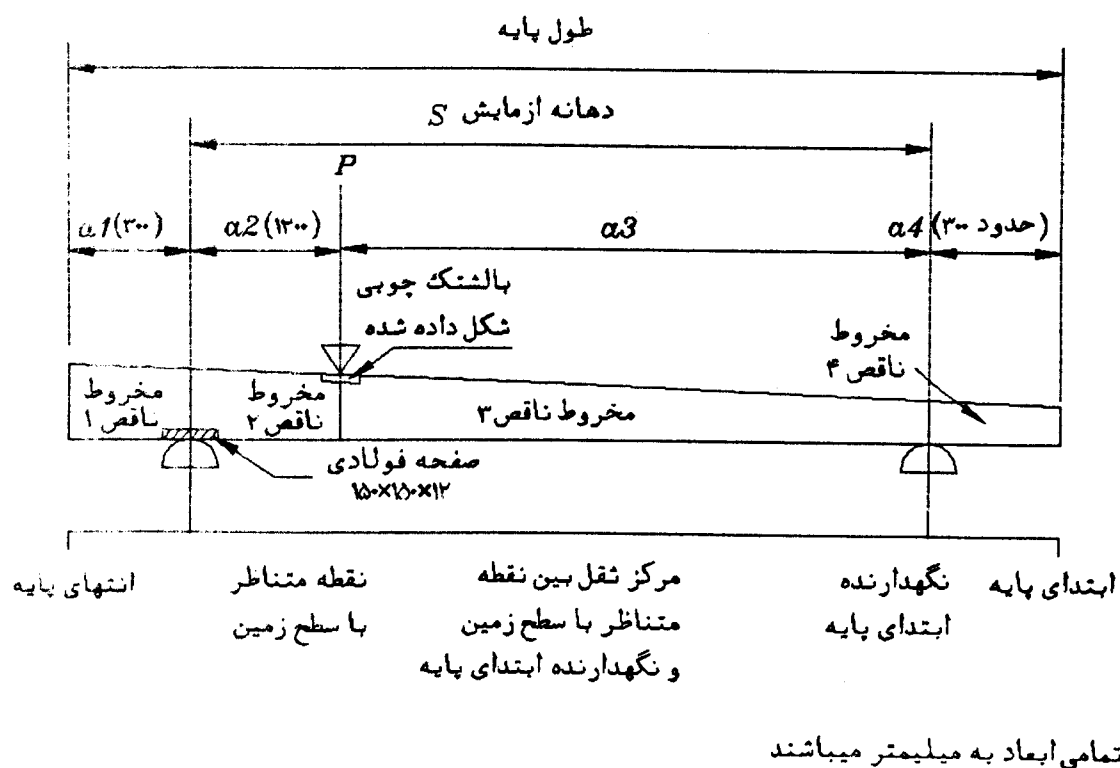
(میلیمتر بر میلیمتر دقیقه mm/mm.min)،

a: فاصله نقطه اعمال نیرو از نگهدارنده سر پایه،

b: فاصله نقطه اعمال نیرو از نگهدارنده پایه،

C_i : محیط پایه در نقطه اعمال نیرو (میلیمتر).

باتوجه به پارامترهای مشخص شده روی شکل، محاسبات را مطابق روابط زیر انجام می دهیم



شکل (۸-۱)

عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرهای چوبی

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع

صفحه: ۴۹

معاونت تحقیقات و تکنولوژی

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

$$F_g = \frac{32}{\pi d^3 (R_f a_3 - W_3 g_3 - W_4 (a_3 + g_4) + \frac{P a_2 a_3}{S})} \quad (3-ه)$$

در رابطه فوق داریم:

d : قطر پایه در نقطه اعمال نیرو (میلیمتر)،

a_f : فاصله نقطه اعمال نیرو از نگهدارنده انتهایی پایه (میلیمتر)،

a_r : فاصله نقطه اعمال نیرو از نگهدارنده سر پایه (میلیمتر)،

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

g_f : 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_r : فاصله بین نگهدارنده سر پایه و مرکز ثقل قسمت پیش‌آمدگی پایه در سر پایه (میلیمتر)،

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

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

P : حداکثر نیروی اعمالی (نیوتن)،

R_f : نیروی عکس‌العمل در نگهدارنده سر پایه بر اثر وزن پایه (نیوتن). این نیرو از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$R_f = \frac{1}{S (W_2 g_2 + (a_2 + g_3) W_3 + W_4 (a_2 + a_3 + g_4) - W_1 (a_1 - g_1))} \quad (4-ه)$$

در رابطه (4-ه) داریم:

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

عنوان جزء: جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی	عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	
صفحه: ۵۰		معاونت تحقیقات و تکنولوژی

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

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

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

a_i : فاصله انتهای پایه از نگهدارنده انتهای پایه (میلیمتر).

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

(۵-ا)

$$g = \frac{h}{4} \frac{(d_b^2 + 3d_i^2 + 2d_b d_i)}{(d_b^2 + d_i^2 + d_b d_i)}$$

d_b : قطر قاعده (میلیمتر)،

d_i : قطر قسمت بالا (میلیمتر)،

h : ارتفاع مخروط ناقص مناسب (میلیمتر).

