



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۹۰۹-۱

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO

2909-1

1st.Edition

2016

سقف‌های تیرچه بلوک - قسمت ۱: خرپای
تیرچه و تیرچه خرپایی - ویژگی‌ها و
روش‌های آزمون

**Joist and Block Roofs- Part1: Truss and
Truss of Joist- Specifications and Test
Methods**

ICS:91.100

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«سقف‌های تیرچه بلوک – قسمت ۱: خرپای تیرچه و تیرچه خرپایی – ویژگی‌ها و روش‌های آزمون»

رئیس:

مجتبوی، علیرضا
(کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)

سمت و/یا نمایندگی

سازمان ملی استاندارد ایران

دبیر:

رحمتی، علیرضا
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و
آزمایشگاهی پاکدشت بتن

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی شیونی، مهرداد
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان تهران

ایروانی، آزاده
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان اصفهان

باقری، امیر ارسلان
(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)

شرکت فولاد سقف خلیج فارس

بیات، محمدرضا
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پیامی فر، پیام
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت فولاد بافت سبحان فارس

تابش، حسین
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

کارشناس

توسلی، سعید
(کارشناس مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان تهران

شرکت ایتالران	جنیدی، مسعود (کارشناس ارشد مدیریت)
اداره کل استاندارد استان اصفهان	جوانی راد، مهدی (کارشناس مهندسی عمران)
بنیاد بتن اصفهان	حاج رسولی‌ها، علی (کارشناس مدیریت)
کانون سراسری انجمن‌های صنعی صنعت اجر ماشینی	حسینی، تورج (کارشناس ارشد حقوق)
کارشناس	حسینی اقدم، رضا (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	خلیلی جهرمی، کیان (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
اداره کل استاندارد استان آذربایجانشرقی	روا، افشین (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
شرکت نوین سازان	زارع، محمد مهدی (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)
پژوهشگاه استاندارد	سامانیان، حمید (کارشناس ارشد مهندسی مواد- سرامیک)
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	سهیل زمانی، مجید (دکترای مهندسی عمران)
شرکت فولاد شیراز	سود بخش، محمد هاشم (کارشناس مهندسی صنایع)
انجمن کارفرمایی تیرچه و بلوک استان تهران	صادق زاده، کریم (دیپلم)

اداره کل استاندارد استان سمنان	طیبان، محمدرضا (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
شرکت فولاد کف	ظریف کار، علی اصغر (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
سازمان ملی استاندارد ایران	عباسی رزگله، محمد حسین (کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)
شرکت فولاد آذین	غلامی، محمد (کارشناس مهندسی مکانیک)
اداره کل استاندارد استان فارس	محرری، حسن (کارشناس مهندسی عمران)
مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و آزمایشگاهی پاکدشت بتن	محمودی، افرنگ (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و آزمایشگاهی پاکدشت بتن	ملکشاهی، ایمان (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
شرکت تولیدی خرم دژ	نصرالهی آزاد، مهدی (کارشناس مهندسی عمران)
انجمن کارفرمایی تیرچه و بلوک استان تهران	نبیئی، امیر (فوق دیپلم برق)
شرکت صنایع ساختمانی یاس	هدایتی، حسین (کارشناس مهندسی صنایع)
شرکت پاسارگاد	هراتی، خسرو (دیپلم)
شرکت فولاد شیراز	هرمزی، علی (کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت پاسارگاد

یعقوبی، منصور
(کارشناس مهندسی عمران)

فهرست مندرجات

صفحه		عنوان
ب		آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج		کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه		پیش‌گفتار
و		مقدمه
۱	۱	هدف و دامنه کاربرد
۱	۲	مراجع الزامی
۲	۳	اصطلاحات و تعاریف
۴	۴	اجزای تشکیل دهنده تیرچه خرپایی
۴	۱-۴	کلیات
۵	۲-۴	اجزای تشکیل دهنده خرپا
۷	۳-۴	بتن پاشنه
۷	۵	ویژگی‌ها
۷	۱-۵	ویژگی خرپا
۹	۲-۵	ویژگی تیرچه
۱۱	۶	نشانه‌گذاری
۱۱	۷	نمونه‌برداری
۱۲	۸	اطلاعات سفارش
۱۲	۹	بازرسی و کنترل
۱۵		پیوست الف (الزامی) تواتر نمونه‌برداری و آزمون توسط واحد تولیدی
۱۷		پیوست ب (الزامی) آزمون‌های ابعادی
۲۰		پیوست پ (الزامی) آزمون خیز

پیش‌گفتار

استاندارد «سقف‌های تیرچه بلوک - قسمت ۱: خریای تیرچه و تیرچه خرپایی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در ششصد و شصت‌مین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۵/۱/۲۴ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

این استاندارد یکی از استانداردهای تفکیک شده از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۹۰۹: سال ۱۳۸۸ و اصلاحیه شماره ۱، استاندارد ملی ایران ۱-۲۹۰۹ سال ۱۳۹۲ است که با انتشار تمامی مجموعه استانداردهای تفکیک شده از استاندارد مزبور، آن استاندارد باطل خواهد شد و استانداردهای تفکیک شده جایگزین آن می‌شوند.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدید نظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون‌های مربوط توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منابع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

۱- نشریه ۵۴۳ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور: سال ۱۳۹۲، دستورالعمل طراحی و اجرای سقف‌های تیرچه و بلوک

2- BS EN 15037-1:2008, Precast concrete products- Beam-and-block floor systems-Part1: Beams

مقدمه

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای «سقفهای تیرچه بلوک» است.

عناوین کامل این مجموعه استانداردها به شرح زیر است:

- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۹۰۹: سال ۱۳۹۵، سقفهای تیرچه بلوک - قسمت ۱: خرپا و تیرچه خرپایی - ویژگیها و روشهای آزمون
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۲۹۰۹: سال ۱۳۸۵، بلوکهای سقفی مورد مصرف در سقفهای تیرچه بلوک شده- ویژگیها و روشهای آزمون
- استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۲۹۰۹: سال ۱۳۹۵، سقفهای تیرچه بلوک - قسمت ۳: تیرچه پیش تنیده - ویژگیها و روشهای آزمون

سقف‌های تیرچه بلوک - قسمت ۱: خرپای تیرچه و تیرچه خرپایی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگی‌ها و روش‌های آزمون خرپای تیرچه و تیرچه خرپایی مورد مصرف در سقف‌های تیرچه بلوک می‌باشد.

۱-۲ این استاندارد برای خرپای مورد مصرف در تولید تیرچه به صورت مستقل نیز کاربرد دارد.

۱-۳ این استاندارد خرپای تیرچه و تیرچه‌های خرپایی فولادی که اتصالات میلگردهای زیرین آن‌ها به روش جوش نقطه‌ای یا قلاب‌بافی است را شامل می‌شود.

یادآوری - استفاده از جوش قوس الکتریکی با گاز محافظ CO₂ فقط برای اتصال میلگرد بالایی بلامانع است.

۱-۴ اتصال خرپای تیرچه و تیرچه فولادی با استفاده از جوش قوس الکتریکی با الکتروود دستی پوشش‌دار و با استفاده از شعله (اکسی استیلن و مشابه آن)، مجاز نمی‌باشد.

۱-۵ این استاندارد تیرچه‌های فولادی یکپارچه با بال زیرین تحتانی فولادی را شامل نمی‌شود.

یادآوری - استفاده از تیرچه خرپایی بدون به‌کارگیری تکیه‌گاه موقت (شمع‌بندی) مجاز نمی‌باشد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است.

بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ مقررات ملی ساختمان، مبحث ۹: سال ۱۳۹۲، طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶، سنگدانه‌ها - مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر در سنگدانه‌های معدنی با شستشو-روش آزمون

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۵۱۹، ساختمانها و ابنیه فنی - حداقل بار وارده

۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۳۱۳۲، میلگردهای گرم نوردیده مصرفی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

۲-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۳-۲، بتن تازه - قسمت دوم - تعیین روانی به روش اسلامپ - روش آزمون

۲-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۶، بتن - تعیین مقاومت فشاری آزمون‌های بتن

۲-۷ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷، سنگدانه‌ها- دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت-روش آزمون

- ۲-۸ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۸، سنگدانه‌ها-کلوخه‌های رسی و دانه‌های سست -روش آزمون
- ۲-۹ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۳، سنگدانه‌ها-مقدار کل رطوبت قابل تبخیر با خشک کردن -روش آزمون
- ۲-۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۴، بتن آماده - ویژگی‌ها
- ۲-۱۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۷۲، مواد فلزی - روش آزمون کشش در دمای محیط
- ۲-۱۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۸، بتن - تعیین دمای بتن سیمان هیدرولیکی تازه اختلاط شده- روش آزمون
- ۲-۱۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۵۸، میلگردهای سرد نوردیده مورد مصرف جهت تسلیح بتن و ساخت شبکه‌های جوش شده - ویژگی‌ها

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۳-۱

خرپا

شبکه پیش‌ساخته شده از میلگردهای فولادی زیرین (کششی)، بالایی و عرضی (زیگزاگ) که به شکل خرپا به هم‌دیگر جوش یا قلاب شده‌اند و ایستایی لازم را برای حمل و اجراء تامین می‌کنند.

۳-۲

تیرچه خرپایی

قطعه پیش‌ساخته‌ای است، متشکل از بتن و شبکه پیش ساخته خرپایی فولادی که پس از اجرای کامل سقف، تیرهای فرعی T شکل ایجاد می‌کند.

تیرچه‌ها در سه مرحله تحت بارگذاری قرار می‌گیرند. در مرحله اول بار ناشی از حمل و نقل را تحمل می‌کند. در مرحله دوم بار ناشی از اجزاء بتن ریزی سقف، که وزن مرده سقف (وزن تیرچه، بلوک و بتن درجا) و بارهای در حین اجراء در حد فاصل تکیه گاه‌های اصلی به تیرچه است را تحمل می‌کنند، و در مرحله سوم تحمل بار برآیند حاصل از بارهای مرده و زنده پس از عمل‌آوری بتن پوششی و کسب مقاومت کافی می‌باشد، که در اینجا نیز به عنوان عضو خمشی سقف عمل می‌کند.

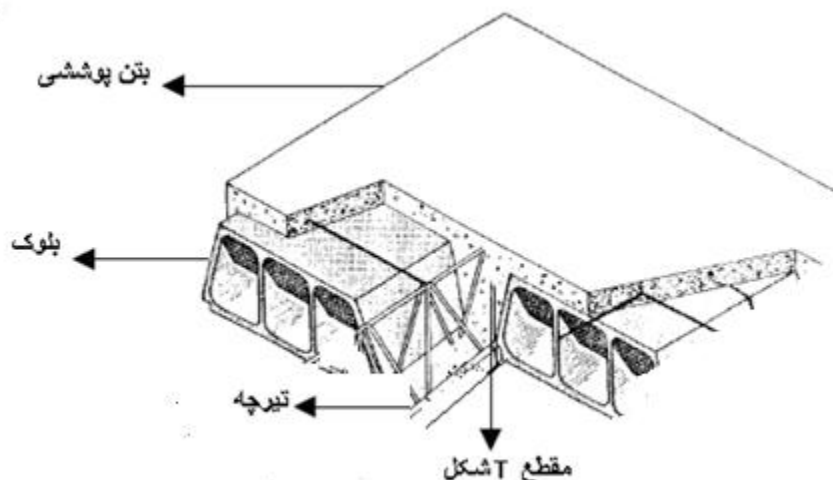
۳-۳

پاشنه بتنی

قسمت بتنی تیرچه خرپایی است که به عنوان نشیمن‌گاه بلوک و همچنین پوشش دهنده و مهار کننده میلگردهای زیرین خرپا می‌باشد.

بتن پوششی

بتن پوششی به عنوان یکی از عناصر متشکله سقف، پس از جای گذاری تیرچه، بلوک و سایر میلگردها ریخته می-شود و پس از به دست آوردن مقاومت نهایی، با قطعات دیگر مقطع مرکب T شکل را بوجود می آورد (شکل ۱ را ببینید).



شکل ۱- بتن پوششی در سقف تیرچه بلوک

میلگرد

فرآورده فولادی گرم و یا سرد نورد شده به صورت ساده یا آج دار با مقطع گرد است، که به صورت شاخه‌ای (مستقیم در طول معین) یا کلاف (به صورت حلقوی پیوسته) بسته بندی می شود.

آج

برجستگی‌هایی که به صورت طولی (موازی محور میلگرد) و عرضی (به هر صورتی غیر از طولی) روی سطح میلگرد هنگام نورد ایجاد می گردد.

میلگرد جمع شدگی حرارتی

برای مقابله با کشش‌های متفرقه در قسمت بتن درجا (بتن پوششی سقف) میلگردهای جمع شدگی حرارتی را به طور معمول در دو جهت عمود بر هم در قسمت بالای سقف در حدود (۲ الی ۴) سانتی متر پایین تر از سطح بالایی بتن نصب می شود.

۸-۳

بار مرده

عبارت است از وزن اجزاء ساختمان که شامل دیوارها، کفها، بامها، حائلها، (به انضمام کلیه اندودها و پوششهای نازک کاری) و وسایل ثابت و غیر منقول، و به طور کلی هر آنچه که ثابت بوده و تغییر پیدا نمی کند.

۹-۳

بار زنده (سربار)

بار زنده یا سربار به کلیه بارهای موثر اضافی اطلاق می شود که در نتیجه استفاده و بهره برداری از ساختمان به آن تحمیل شود. بارهای زنده به دو گروه تقسیم می شوند.

۱-۹-۳

بارهای زنده ساکن

بارها و سربارهای ساکن ولی قابل حرکت، مانند اثاثیه منزل، وسایل اداری و غیره. و یا بارهای زنده با سرعت کم، مانند وزن اشخاص و حیوانات که بارهای ایستا (استاتیک) نامیده می شوند.

۲-۹-۳

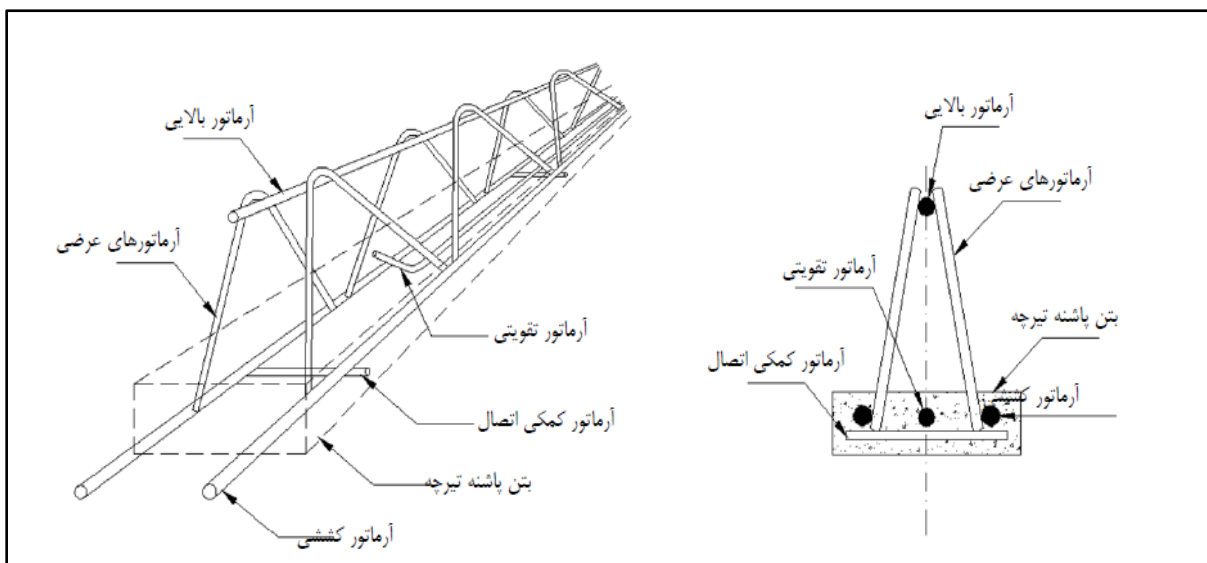
بارهای متحرک

بارها و سربارهای متحرک با اثر جانبی قابل توجه مانند خودروها، بالابرها، جرثقیلها و غیره.

۴ اجزای تشکیل دهنده تیرچه خرپایی

۱-۴ کلیات

تیرچه خرپایی از خرپای فولادی و پاشنه بتنی ساخته می شود (شکل ۲ را ببینید). تیرچه خرپایی می تواند با قالب ماندگار استاندارد یا بدون قالب ماندگار تولید شود. یادآوری - استفاده از قالب ماندگار فاقد کاربرد پروانه استاندارد مجاز نمی باشد.



شکل ۲- اجزای تشکیل دهنده تیرچه

۲-۴ اجزا تشکیل دهنده خرپای تیرچه

تیرچه پیش ساخته خرپایی از اجزاء زیر تشکیل می شود:

۱-۲-۴ میلگردهای زیرین

در مرحله اول باربری تیرچه، میلگرد زیرین خرپا به عنوان عضو کششی خرپای تیرچه، باید قادر به تحمل نیروی کششی (حاصل از لنگر خمشی) ناشی از وزن خود تیرچه در زمان حمل و نقل باشد. و همچنین قادر به تحمل نیروی کششی (حاصل از لنگر خمشی) ناشی از وزن مرده سقف در فاصله محور تا محور تیرچه ها و بین دو تکیه گاه موقت (شمع بندی) باشد.

در مرحله دوم باربری (بهره برداری) میلگردهای کششی تیرچه (اعم از زیرین و یا تقویتی های لازم) به عنوان عضو کششی تیر T عمل می کند.

۲-۲-۴ میلگردهای عرضی (زیگراگ)

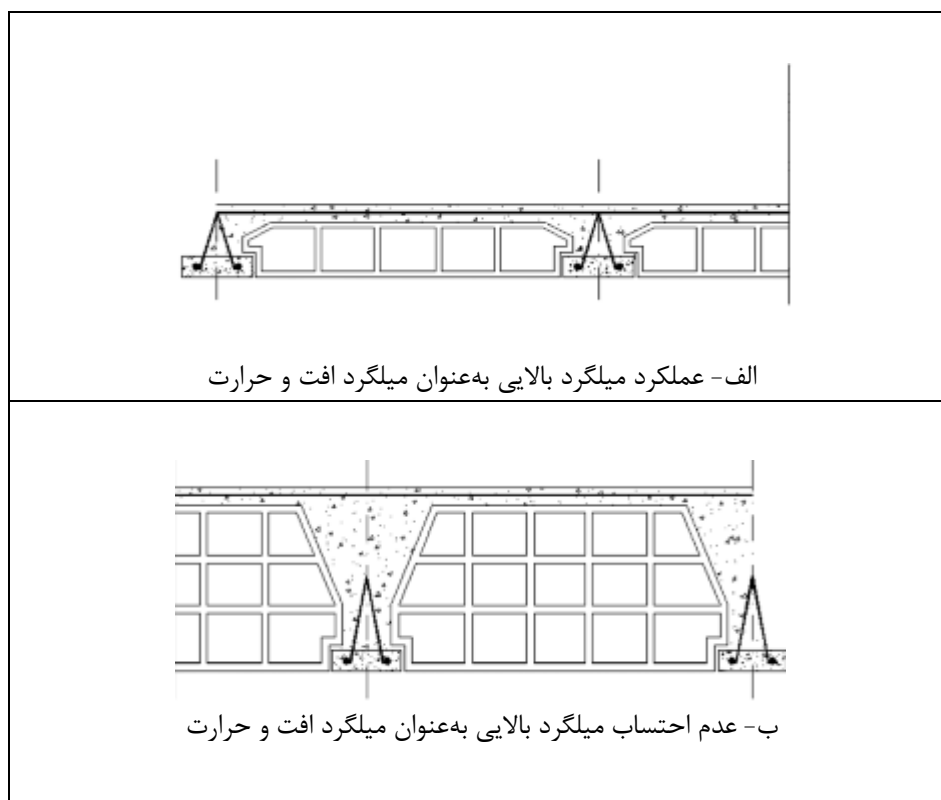
در مرحله اول باربری، میلگردهای عرضی همانند عضو مورب خرپا عمل می کنند و به کمک اعضای کششی و بالایی، ایستایی لازم را جهت تحمل وزن خود تیرچه (در هنگام حمل و نقل) و وزن مرده سقف بین تکیه گاه های موقت (در هنگام اجراء) تامین می کنند.

در مرحله دوم باربری تیرچه، میلگردهای عرضی پیوستگی لازم بین میلگرد کششی خرپا و بتن پوششی (بتن درجا) را تامین می کنند. همچنین مقابل با قسمتی از نیروی برشی تیر T به وسیله میلگردهای عرضی انجام می گیرد.

۴-۲-۳ میلگرد بالایی

در مرحله اول باربری، میلگرد بالایی به کمک دیگر اعضای خرپا، وزن تیرچه را در هنگام حمل و نقل و همچنین وزن مرده سقف را در فاصله دو تکیه‌گاه موقت (هنگام قالب‌بندی و بتن‌ریزی پیش از به مقاومت‌رسیدن بتن پوششی) تحمل می‌کند.

در مرحله دوم باربری تیرچه اگر میلگرد بالایی در ضخامت بتن پوششی و بالاتر از سطوح بلوک‌ها قرار گیرد در نقش میلگرد افت و حرارت (حرارت و جمع‌شدگی) مقطع مرکب سقف عمل می‌کند (شکل ۳-الف) و در صورتی که پایین‌تر از سطح بلوک‌ها قرار گیرد، چنین نقشی نخواهد داشت (شکل ۳-ب).



شکل ۳ - نقش میلگرد به‌عنوان میلگرد افت و حرارت

۴-۲-۴ میلگرد تقویتی

برای تقویت استحکام کششی به غیر از دو میلگرد طولی کششی که در سرتاسر طول تیرچه ادامه دارند، میلگردی با طول کمتری که با توجه به نمودار لنگر خمشی محاسبه می‌شود در داخل بتن پاشنه قرار می‌گیرد، که دو سر آن از بتن پاشنه باید بیرون آمده باشد.

۴-۲-۵ میلگرد کمکی اتصال

این میلگرد به منظور مهار کردن میلگردهای کششی و امکان استقرار بیش از دو میلگرد کششی در پاشنه تیرچه به‌کار می‌رود.

۳-۴ بتن پاشنه

برای تامین تکیه‌گاه بلوک‌ها (قالب دائمی) و نیز برای پرهیز از قالب‌بندی قسمت زیرین سقف، پاشنه تیرچه قبل از نصب، بتن‌ریزی می‌شود. بتن پاشنه نقش بسیار مهمی در روش اجرای سقف دارد، چنانچه سطح افقی و عمودی تیرچه در امتداد طولی انحنا داشته باشد، جای‌گذاری بلوک‌ها با مشکلاتی مواجه می‌گردد. نشیمن‌گاه بلوک باید صاف و یکنواخت باشد تا بلوک‌ها به‌طور یکنواخت در محل خود قرارگیرند و سطح زیرین سقف برای نازک‌کاری بعدی مناسب شود.

پس از بتن‌ریزی پاشنه، باید مراقبت‌های لازم جهت نگهداری و مرطوب نگه‌داشتن بتن انجام شود. نوع بتن و ضخامت پوششی بتنی، روی میلگردهای کششی تاثیر زیادی در مقاومت سقف، مقاومت در برابر آتش سوزی و دوام تیرچه دارد.

۵ ویژگی‌ها

۱-۵ ویژگی خرپا

۱-۱-۵ ویژگی اجزای تشکیل دهنده

۱-۱-۱-۵ میلگردهای مورد استفاده در ساخت خرپا، بسته به مورد می‌تواند از نوع گرم نورد دیده و یا سرد نورد دیده باشند. میلگردهای گرم نورد دیده باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۱۳۲ و میلگردهای سرد نورد دیده باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۵۵۸ باشند.

۲-۱-۱-۵ ویژگی میلگردهای زیرین (میلگرد کششی اصلی و تقویتی)

حداقل تعداد میلگردهای زیرین دو عدد بوده و باید از نوع آج‌دار باشد که باید از نوع گرم نورد دیده (آج ۳۴۰، آج ۴۰۰ و آج ۵۰۰) یا سردنورد دیده باشد، دو میلگرد زیرین باید در سرتاسر طول تیرچه ادامه یابند. قطر اسمی میلگردهای زیرین نباید از ۸ میلی‌متر کم‌تر و از ۱۶ میلی‌متر بیش‌تر باشد. در مورد تیرچه‌هایی که ضخامت بتن پاشنه تیرچه ۵/۵ سانتی‌متر یا بیش‌تر باشد می‌توان حداکثر قطر اسمی میلگرد را تا ۲۰ میلی‌متر افزایش داد.

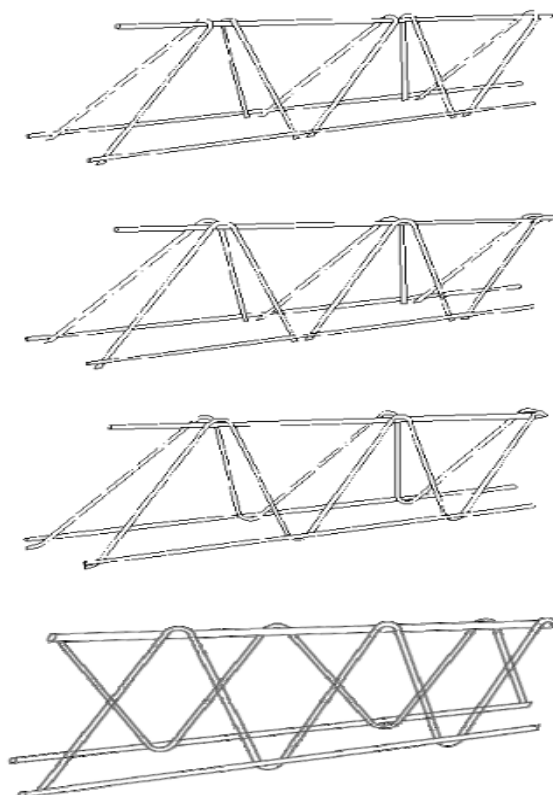
یادآوری- در صورت استفاده از میلگردهای زیرین به تعداد بیش از دو عدد، طول مورد نیاز بقیه میلگردها را می‌توان با توجه به نمودار لنگر خمشی محاسبه و با رعایت طول مهاری در مقطعی که مورد نیاز نیست قطع کرد.

۳-۱-۱-۵ ویژگی میلگردهای عرضی (زیگزاگ)

میلگردهای عرضی می‌تواند به‌صورت منفرد یا به‌صورت مضاعف به‌کار برده شوند. میلگرد عرضی می‌تواند هم از نوع آج‌دار و هم از نوع ساده باشد (شکل ۴). میلگرد عرضی می‌تواند از نوع گرم نورد دیده (آج ۳۴۰ و س ۲۴۰) و یا سردنورد دیده باشد. قطر اسمی میلگردهای عرضی گرم نورد دیده نباید از ۶ میلی‌متر و میلگردهای سرد نورد دیده نباید از ۴ میلی‌متر کم‌تر باشد.

در صورت استفاده از میلگردهای سرد نورد دیده با قطر اسمی کمتر از ۶ میلی‌متر به‌عنوان میلگرد عرضی، تعداد آن‌ها در تیرچه باید حداقل دو ردیف باشد.

یادآوری- در صورت استفاده از جوش قوس الکتریکی با گاز محافظ CO₂ قطر اسمی میلگردهای عرضی گرم نوردیده نباید از ۸ میلی‌متر و میلگردهای عرضی سردنوردیده نباید از ۶ میلی‌متر کمتر باشد.



شکل ۴- نمونه‌هایی از خرپای تیرچه با میگردهای عرضی مضاعف

۵-۱-۱-۳ ویژگی میلگرد بالایی

میلگرد بالایی می‌تواند از نوع گرم نوردیده با آج ۳۴۰ و بالاتر یا سرد نوردیده باشد. حداقل قطر اسمی میلگردهای بالایی بر حسب طول تیرچه باید مطابق جدول ۱ باشد.

جدول ۱- قطر اسمی میلگردهای بالایی

طول تیرچه (متر)	قطر اسمی میلگرد بالایی (میلی‌متر)	قطر اسمی میلگرد بالایی در صورت استفاده از جوش قوس الکتریکی با گاز محافظ CO ₂ (میلی‌متر)
۴ تا	۶	۸
۴ تا ۵,۵	۸	۱۰
۵,۵ تا ۷	۱۰	۱۲
۷ تا ۸	۱۲	۱۴

۵-۱-۲ ویژگی مجموعه خرپا

یادآوری- روش آزمون ویژگی‌های ابعادی خرپا، باید طبق پیوست ب انجام شود.

۵-۱-۲-۱ رواداری ارتفاع خرپا، باید ± 5 درصد ارتفاع اسمی خرپا باشد.

یادآوری- ارتفاع خرپا فاصله عمودی بین نقطه بالایی میلگرد بالایی تا صفحه زیرین میلگردهای پایینی است.

۵-۱-۲-۲ رواداری گام‌های میلگرد عرضی، نسبت به ابعاد محاسباتی با ± 15 میلی‌متر، حداکثر اندازه گام میلگرد عرضی باید ۲۰۰ میلی‌متر و حداقل زاویه میلگرد عرضی با افق باید ۴۵ درجه باشد.

یادآوری ۱- گام‌های میلگرد عرضی، فاصله دو نقطه متوالی اتصال روی میلگرد بالایی یا هر کدام از میلگردهای زیرین تیرچه است.

یادآوری ۲- میلگرد عرضی باید پیوسته و غیرمنفصل باشد.

۵-۱-۲-۳ ویژگی‌های کلیه میلگردها بعد از انفصال از خرپا، باید مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۳۱۳۲ یا ۱۱۵۵۸ باشد، به عبارتی فرایند تولید خرپا نباید منجر به خروج ویژگی میلگرد از الزامات استانداردهای اولیه‌اش شود.

یادآوری- برای آزمون میلگردهای جوش شده در خرپا، برش میلگردها طوری انجام شود که هیچ تاثیری بر جوش نداشته باشد و جوش در وسط میلگرد منفصله جهت آزمون کشش باشد.

۵-۱-۲-۴ استفاده از میلگردهای وصله شده مجاز نمی‌باشد.

۵-۲ ویژگی تیرچه

۵-۲-۱ ویژگی‌های خرپا

ویژگی‌های خرپای تیرچه باید به طور کامل مطابق با ویژگی‌های مندرج در بند ۵-۱ باشد.

۵-۲-۲ ویژگی‌های ابعادی تیرچه

ویژگی‌های ابعادی تیرچه باید به روش مندرج در پیوست ب آزمون شده و با موارد ذیل منطبق باشد.

۵-۲-۲-۱ رواداری ارتفاع تیرچه، باید ± 5 درصد ارتفاع اسمی تیرچه باشد.

۵-۲-۲-۲ ارتفاع تیرچه نباید از $3/5$ برابر عرض پاشنه تیرچه بیش‌تر باشد.

۵-۲-۲-۳ رواداری طول تیرچه، باید ± 5 درصد طول اسمی تیرچه باشد.

۵-۲-۲-۴ فاصله آزاد بین میلگردهای زیرین نباید از قطر بزرگ‌ترین سنگدانه مورد مصرف در پاشنه تیرچه به اضافه ۵ میلی‌متر کم‌تر باشد.

۵-۲-۲-۵ فاصله میلگرد زیرین از لبه‌های جانبی بتن پاشنه تیرچه نباید از ۱۵ میلی‌متر کم‌تر باشد. فاصله آزاد میلگرد زیرین از سطح زیرین تیرچه (پوشش بتنی میلگرد) نباید از ۱۵ میلی‌متر کم‌تر باشد.

یادآوری ۱- برای تیرچه‌هایی که در محیط‌های باز مانند بالکن یا در فضاهایی که دارای مواد زیان آور برای بتن می‌باشند، اجرای یک لایه اندود ملات با حداقل عیار ۳۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب سیمان، حداقل به ضخامت ۱۵ میلی‌متر در زیر پوشش ضروری است.

یادآوری ۲- تیرچه‌هایی که در شرایط محیطی شدید، بسیار شدید و فوق‌العاده شدید استفاده می‌شود، رعایت حداقل پوشش بتن طبق بند ۸-۲-۹-۲ آیین‌نامه بتن ایران (آبا) الزامی است.

۵-۲-۳ ویژگی پاشنه تیرچه

ویژگی‌های پاشنه تیرچه باید به روش مندرج در پیوست ب آزمون شده و با موارد ذیل منطبق باشد.

۵-۲-۳-۱ در صورت استفاده از قالب ماندگار در پاشنه تیرچه، باید از قالب ماندگار دارای پروانه کاربرد علامت استاندارد استفاده شود.

۵-۲-۳-۲ عرض قسمت بالایی پاشنه تیرچه برای تیرچه‌هایی که با بلوک‌های سقفی سفالی یا بتنی به کار برده می‌شوند، نباید از ۱۲ سانتی‌متر و برای تیرچه‌هایی که با سایر بلوک‌های سقفی استفاده می‌شوند نباید از ۱۴ سانتی‌متر کمتر باشد.

۵-۲-۳-۳ عرض نشیمنگاه بلوک‌ها برای تیرچه‌هایی که با بلوک‌های سقفی سفالی یا بتنی به کار برده می‌شوند، نباید از ۱۵ میلی‌متر و برای تیرچه‌هایی که با سایر بلوک‌های سقفی استفاده می‌شوند نباید از ۳۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۵-۲-۳-۴ بخش بتنی تیرچه باید به صورت پیوسته و فاقد پوکی و شکستگی باشد.

۵-۲-۳-۵ میلگردهای کششی در دو سر تیرچه باید در خارج از پاشنه بتنی ادامه یابند و نمایان باشند. دو سر میلگرد تقویتی باید از سطح بتن پاشنه نمایان باشد.

۵-۲-۳-۶ ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها نباید کمتر از مقادیر زیر باشد:

- قطر اسمی میلگردها؛

- بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه تا ۳۲ میلی‌متر یا ۵ میلی‌متر بیشتر از بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه-های بزرگتر از ۳۲ میلی‌متر؛

۵-۲-۳-۷ حداقل ضخامت پاشنه بتنی باید ۴ سانتی‌متر و حداکثر آن ۵٫۵ سانتی‌متر باشد و نباید از قطر اسمی بزرگترین میلگرد کششی به اضافه ۳۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۵-۲-۳-۸ انحراف افقی و قائم در طول، نباید بیش‌تر از یک پانصدم طول تیرچه و حداکثر ۱۰ میلی‌متر باشد.

۵-۲-۴ ویژگی مکانیکی (آزمون خیز)

۵-۲-۴-۱ آزمون خیز باید طبق پیوست ت انجام گیرد و خیز اندازه‌گیری شده باید با یکی از رابطه‌های ۱ یا ۲ یا ۳ منطبق باشد.

$$\delta \leq \Delta$$

(۱)

که در آن:

δ خیز اندازه‌گیری شده بر حسب میلی‌متر؛

Δ خیز مجاز بر حسب میلی‌متر.

چنانچه رابطه (۱) برقرار نگردد، باید رابطه (۲) همواره برقرار باشد:

$$\delta - \delta' \leq 0.75 \delta$$

(۲)

که در آن:

δ' خیز باقیمانده پس از ۲۴ ساعت برداشت بارهای آزمون بر حسب میلی‌متر.

چنانچه رابطه (۲) برقرار نگردد، بنابه درخواست تولید کننده ۷۲ ساعت پس از برداشتن بار از سقف، مجدداً

آزمون بارگذاری انجام می‌گیرد که باید رابطه (۳) همواره برقرار باشد:

$$\delta_2 - \delta'_2 \leq 0.8 \delta$$

(۳)

که در آن:

δ_2 خیز اندازه‌گیری شده در مرحله دوم بارگذاری بر حسب میلی‌متر؛

δ'_2 خیز باقیمانده پس از ۲۴ ساعت برداشت بارهای آزمون در مرحله دوم بر حسب میلی‌متر.

یادآوری - پس از آزمون دوم، آزمون دیگری نباید بر روی سقف به عمل آید.

۵-۲-۴-۲ پس از انجام آزمون خیز، در سقف مورد آزمون هیچگونه شواهدی مبنی بر گسیختگی قابل مشاهده پدید نیامده باشد.

۶ نشانه‌گذاری

نشانه‌گذاری باید بر روی پلاک و روی یک تیرچه/خرپا از هر بهر یا از هر ۵۰۰ متر تیرچه/خرپا الصاق گردد.

نشانه‌گذاری باید شامل موارد زیر باشد:

۱-۶ نام و یا نشان تجاری تولید کننده؛

۲-۶ علامت استاندارد در صورت اخذ مجوز؛

۳-۶ مشخصات فنی تیرچه/خرپا، که شامل:

۱-۳-۶ طول اسمی تیرچه/خرپا؛

۲-۳-۶ ارتفاع اسمی تیرچه/خرپا؛

۳-۳-۶ رده بتن؛

۵-۳-۶ نوع و تعداد میلگردهای مصرفی به همراه نام تولید کننده آن‌ها؛

۳-۳-۶ نوع بلوک سقفی مجاز به مصرف؛

۶-۳-۷ نوع کاربری (مسکونی، پارکینگ و.....) و میزان بار مرده و زنده؛

۶-۳-۸ عرض پاشنه تیرچه؛

۶-۳-۹ فاصله محور تا محور تیرچه‌ها (متناسب با عرض بلوک مورد استفاده).

۷ نمونه برداری

۷-۱ نمونه‌برداری از فرآورده‌های خرپا و تیرچه خریایی توسط شخص ثالث باید مطابق جدول ۲ باشد.

جدول ۲ - حداقل مقدار نمونه

میزان تولید (متر)	خرپای تیرچه (عدد)	تیرچه (عدد)
تا ۱۰۰۰	۴	۴
بیش از ۱۰۰۰	۸	۸

۷-۲ در اجرای نمونه برداری باید دقت شود که نمونه‌های انتخابی برای آزمون دارای مشخصات اسمی (ابعاد و محل مصرف) یکسان باشد.

۷-۳ در نمونه‌برداری اولویت با فرآورده‌های مشابهی است که حداکثر تولید کارخانه را در بر می‌گیرد.

یادآوری ۱- در هنگام ارزیابی انطباق تیرچه، نیازی به نمونه‌برداری از خرپای تیرچه و میلگرد نمی‌باشد، در این حالت آزمون خرپا با زدودن بخش بتنی تیرچه بعد از انجام اندازه‌گیری‌های پاشنه تیرچه انجام شود. در صورت انجام آزمون خیز، تعداد نمونه‌های تیرچه ۴ عدد بیش‌تر از مقادیر مندرج در جدول ۲ برداشته شود.

یادآوری ۲- در هنگام ارزیابی انطباق خرپا، نیازی به نمونه‌برداری از میلگرد نمی‌باشد، در این حالت آزمون‌های میلگرد باید بر روی میلگردهای خرپای نمونه‌برداری شده انجام شود.

۸ اطلاعات سفارش

تولید کننده موظف است تیرچه را براساس مشخصات فنی زیر که به درخواست خریدار بوده و یا به تایید آن رسیده باشد، تولید کند:

۸-۱ طول تیرچه؛

۸-۲ قطر اسمی و تعداد میلگرد مصرفی؛

۸-۳ ارتفاع خرپا؛

۸-۴ فاصله محور تا محور تیرچه؛

۸-۵ نوع کاربری تیرچه (مسکونی، پارکینگ و.....)؛

۸-۶ نوع بلوک سقفی مورد استفاده در سقف تیرچه بلوک (سفالی، بتنی، پلی‌استایرن، ...)

۸-۷ شرایط محیطی محل مصرف؛

۸-۸ مقدار بار زنده و مرده.

۹ بازرسی و کنترل

برای کنترل کیفیت و مطابقت تیرچه‌های تولیدی با این استاندارد، باید موارد زیر را بررسی و رعایت کرد:
۹-۱ گواهی صلاحیت جوشکاری برای جوش قوس الکتریکی با گاز محافظ CO₂ کارگران و کارورها از مراجع ذیصلاح در واحد تولیدی باید در دسترس باشد.

۹-۲ کلیه میلگردها باید قبل از جوشکاری، جرم گیری و زنگ زدایی شده باشند.

۹-۳ جوشکاری در دمای صفر درجه سلیسیوس و زیر آن مجاز نمی‌باشد.

۹-۴ جوشکاری باید دور از شرایط محیطی متغیر و در محیط مسقف مجهز به هواکش‌های مناسب انجام شود.

۹-۵ واحد تولیدی باید دارای سیلوی سیمان و مخلوط کن مکانیکی پیمان‌دار باشد.

۹-۶ بتن‌ریزی باید دور از شرایط محیطی متغیر و در محیط مسقف انجام شود.

۹-۷ عمل‌آوری و نگهداری بتن تازه باید مطابق با شرایط مندرج در بند ۷-۵ آیین نامه بند ۲-۱ انجام گیرد.

۹-۸ مدارک و سوابق لازم برای برقراری سامانه کنترل کیفیت واحد تولیدی باید در محل واحد تولیدی موجود و در دسترس باشد.

۹-۹ واحد تولیدی باید دارای آزمایشگاه با تجهیزات زیر باشد:

تجهیزات لازم برای انجام آزمون‌های دانه‌بندی سنگدانه‌ها طبق استاندارد ۴۹۷۷، کلوخه‌های رسی و ذرات سست طبق استاندارد ۴۹۷۸، مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرون طبق استاندارد ۴۴۶، رطوبت سنگدانه طبق استاندارد ملی ۴۹۸۳، مقاومت فشاری بتن طبق استاندارد ۳۲۰۶، اسلامپ بتن طبق استاندارد ۳۲۰۳-۲، دمای بتن طبق استاندارد ۱۱۲۶۸، آزمونهای میلگرد طبق روش‌های آزمون مندرج در استاندارد ۳۱۳۲ و یا ۱۱۵۵۸، کنترل ابعادی، خیز تیرچه، سکوی بارگذاری طبق پیوست‌های ب، پ و ت.

یادآوری- واحد تولیدی برای آزمون‌های میلگرد و مقاومت فشاری بتن می‌تواند نسبت به عقد قرارداد با آزمایشگاه‌های تایید صلاحیت شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران که در آن حداقل تواتر آزمونها طبق پیوست الف مشخص شده باشد اقدام نماید.

۹-۱۰ سوابق مکفی از انجام آزمونهای مقاومت فشاری بتن مبنی بر انطباق بتن با رده مقاومتی حداقل C25 و اسلامپ بتن تازه حداقل ۱۰۰ میلی‌متر، دمای بتن تازه بین ۱۳ درجه سلیسیوس تا ۳۲ درجه سلیسیوس باید در واحد تولیدی موجود باشد.

یادآوری- توصیه می‌شود در مناطق مهاجم، جهت جلوگیری از خوردگی میلگردها و کاهش نفوذپذیری بتن از مواد کاهنده آب (روان کننده‌ها) سایر موارد افزودنی‌های مناسب و یا نسبت آب به سیمان کم استفاده شود.

۹-۱۱ واحد تولیدی تیرچه باید سنگدانه، سیمان و میلگردها را از واحدهای دارای پروانه کاربرد علامت استاندارد برای محصول مورد نظر تهیه کند و اسناد مرتبط را به نحو مناسبی با قابلیت ردیابی نگهداری کند.

یادآوری - در صورت استفاده از مواد اولیه وارداتی، دارا بودن گواهی انطباق برای آن ماده اولیه الزامی است.

۹-۱۱ در بازرسی و نمونه برداری شخص ثالث باید سوابق کنترل کیفیت واحد تولیدی مشتمل بر سامانه کنترل کیفیت و فعالیتهای آزمایشگاه واحد کنترل کیفیت، موجود و کالیبره بودن ابزارهای آزمون و ابزارهای پیمانانه کردن بتن بررسی گردد. نمونه برداری از تیرچه و خرپا و میلگرد انجام و آزمونهای مورد نیاز طبق این استاندارد انجام شود. انجام آزمون ویژگی خیز توسط شخص ثالث فقط یکبار در سال کفایت می کند.

پیوست الف

(الزامی)

تواتر نمونه برداری و آزمون توسط واحد تولیدی

حداقل تواتر نمونه برداری و آزمون توسط واحد تولیدی باید مطابق جداول الف ۱ و الف ۲ باشد، تولیدکننده خرپا باید نسبت به انجام نمونه برداری و آزمون میلگرد طبق جدول الف ۱ و خرپا طبق جدول الف ۲ و تولیدکننده تیرچه نسبت به انجام نمونه برداری و آزمون کلیه موارد مندرج در جداول الف ۱ و الف ۲ اقدام نماید.

جدول الف ۱- حداقل تواتر نمونه برداری و آزمون اجزای تشکیل دهنده

اجزای تشکیل دهنده	ویژگی	تواتر نمونه برداری و آزمون
سنگدانه	دانه بندی	هر بار تحویل گرفته شده
	کلوخه های رسی و ذرات سست	هر بار تحویل گرفته شده
	مواد ریزتر از ۷۵ میکرون	هر بار تحویل گرفته شده
	رطوبت	هر بار تولید بتن
بتن	دما	هر بار تولید بتن
	اسلامپ	هر بار تولید بتن
	مقاومت فشاری	هر ۲۵ متر مکعب تولید بتن
میلگرد	اندازه ها	هر بهر تحویل گرفته شده
	آجها	هر بهر تحویل گرفته شده
	ویژگی ظاهری	هر بهر تحویل گرفته شده
	سایر ویژگی ها	برای هر نوع و قطر میلگرد از هر تولیدکننده میلگرد یک مرتبه برای هر ۱۰۰ تن

جدول الف ۲- حداقل تواتر نمونه برداری و آزمون خرپا و تیرچه

فرآورده	ویژگی	تواتر نمونه برداری و آزمون	
خرپا	میلگرد زیرین	تعداد	
		هر روز تولید یکبار	
		نوع	
	میلگرد عرضی	قطر اسمی	هر روز تولید یکبار
		نوع	هر روز تولید یکبار
		قطر اسمی	هر روز تولید یکبار
	میلگرد بالایی	نوع	هر روز تولید یکبار
		قطر اسمی	هر روز تولید یکبار
		ارتفاع خرپا	هر روز تولید یکبار
	اندازه گام میلگرد عرضی	هر روز تولید یکبار	
	زاویه میلگرد عرضی با افق	هر روز تولید یکبار	
	پیوستگی میلگرد عرضی	هر روز تولید یکبار	
	ویژگی های میلگرد زیرین بعد از انفصال از خرپا	هر روز تولید یکبار	
	وصله دار نبودن میلگردها	هر روز تولید یکبار	
	تیرچه	ارتفاع تیرچه	هر روز تولید یکبار
طول تیرچه		هر روز تولید یکبار	
فاصله آزاد بین میلگردهای زیرین		هر روز تولید یکبار	
فاصله میلگرد کششی از لبه های جانبی بتن پاشنه		هر روز تولید یکبار	
فاصله آزاد میلگرد کششی از سطح زیرین تیرچه		هر روز تولید یکبار	
عرض قسمت بالایی پاشنه تیرچه		هر روز تولید یکبار	
عرض نشیمن گاه بلوک ها		هر روز تولید یکبار	
ویژگی ظاهری پاشنه تیرچه		هر روز تولید یکبار	
ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها		هر روز تولید یکبار	
ضخامت پاشنه بتنی		هر روز تولید یکبار	
انحراف افقی و قائم تیرچه در طول		هر روز تولید یکبار	
خیز تیرچه		هر سه ماه یکبار	

پیوست ب

(الزامی)

آزمون‌های ابعادی

ب-۱ آزمون‌های ابعادی خرپا و تیرچه شامل موارد زیر می‌باشد:

- ارتفاع خرپا
- اندازه گام میلگرد عرضی
- زاویه میلگرد عرضی با افق
- ارتفاع تیرچه
- طول تیرچه
- فاصله آزاد بین میلگردهای زیرین
- فاصله میلگرد کششی از لبه‌های جانبی بتن پاشنه
- فاصله آزاد میلگرد کششی از سطح زیرین تیرچه
- عرض قسمت بالایی پاشنه تیرچه
- عرض نشیمن‌گاه بلوک‌ها
- ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها
- ضخامت پاشنه بتنی
- انحراف افقی و قائم تیرچه در طول

ب-۲ وسایل

- ب-۲-۱ کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر
- ب-۲-۲ خط کش فولادی به طول حداقل ۵۰ سانتی‌متر و دقت ۰/۱ سانتی‌متر
- ب-۲-۳ متر فلزی به طول حداقل ۱۰ متر و دقت ۱ سانتی‌متر
- ب-۲-۴ گوه یا فیلر با دقت ۱ میلی‌متر
- ب-۲-۵ نقاله با اندازه مناسب و دقت ۱ درجه

ب-۳ تعداد آزمون‌ها

برای انجام آزمون‌های بندهای ب-۴-۱ تا ب-۴-۴ چهار عدد خرپا/تیرچه و برای انجام آزمون‌های بند ب-۴-۵ دو عدد خرپا/تیرچه نیاز است. نتیجه آزمون انجام شده بر روی هر آزمون، به‌طور مستقل باید با ویژگی‌های مربوطه منطبق باشد.

ب-۴ روش انجام آزمون

ب-۴-۱ ارتفاع خرپا/تیرچه

با استفاده از کولیس در نقاط ابتدایی، میانی و انتهایی هر خرپا/تیرچه ارتفاع آن را که فاصله عمودی صفحه زیرین خرپا/تیرچه تا بالای میلگرد بالایی است را با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه بگیرید و میانگین سه مقدار اندازه‌گیری شده را به عنوان ارتفاع خرپا/تیرچه گزارش کنید.

ب-۴-۲ اندازه گام میلگرد عرضی

با استفاده از کولیس در نقاط ابتدایی، میانی و انتهایی هر خرپا/تیرچه گام میلگرد عرضی را که فاصله دو نقطه متوالی اتصال روی میلگرد بالایی یا هر کدام از میلگردهای زیرین تیرچه است، را با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه بگیرید و میانگین سه مقدار اندازه‌گیری شده را به عنوان گام میلگرد عرضی گزارش کنید.

ب-۴-۳ زاویه میلگرد عرضی با افق

با استفاده از نقاله در نقاط ابتدایی، میانی و انتهایی هر خرپا/تیرچه زاویه درونی بین میلگرد عرضی با میلگرد کششی (برای خرپا) و با سطح صاف رویی پاشنه بتنی (برای تیرچه)، را با دقت ۱ درجه اندازه بگیرید و میانگین سه مقدار اندازه‌گیری شده را به عنوان زاویه میلگرد عرضی با افق گزارش کنید.

ب-۴-۴ طول تیرچه

با استفاده از متر فلزی در وسط سطح زیرین پاشنه تیرچه، طول تیرچه را با دقت ۱ سانتی‌متر اندازه بگیرید و آن را به عنوان طول تیرچه گزارش کنید.

ب-۴-۵ فاصله آزاد بین میلگردهای زیرین، فاصله میلگرد کششی از لبه‌های جانبی بتن پاشنه، فاصله آزاد میلگرد کششی از سطح زیرین تیرچه، عرض قسمت بالایی پاشنه تیرچه

دو نمونه را با زدودن بتن از میلگردها در قسمت میانی تیرچه آماده کنید و سپس با استفاده از کولیس در نقاط ابتدایی، میانی و انتهایی هر تیرچه موارد فوق را با دقت ۱ میلی‌متر اندازه بگیرید و میانگین سه مقدار اندازه‌گیری شده برای هر مورد را گزارش کنید.

ب-۴-۶ عرض نشیمن‌گاه بلوک‌ها، ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها، ضخامت پاشنه بتنی

با استفاده از کولیس در نقاط ابتدایی، میانی و انتهایی هر تیرچه موارد فوق را با دقت ۱ میلی‌متر اندازه بگیرید و میانگین سه مقدار اندازه‌گیری شده برای هر مورد را گزارش کنید. یادآوری- عرض نشیمن‌گاه بلوک فاصله بین لبه جانبی پاشنه در قسمت رویی تا محل خروج میلگرد عرضی از بتن است.

ب-۴-۷ انحراف افقی و قائم تیرچه در طول

سطوح جانبی و زیرین پاشنه تیرچه را بررسی کرده و در صورت مشاهده هر گونه بیرون‌زدگی و یا ناصافی آن را تمیز نموده و سپس برای اندازه‌گیری انحراف افقی تیرچه را از قسمت زیرین پاشنه بر روی یک سطح کاملاً

صاف قرار داده و بیش‌ترین فاصله بین سطح صاف و قسمت زیرین پاشنه را با گوه یا فیلر با دقت ۱ میلی‌متر اندازه بگیرید. سپس برای اندازه‌گیری انحراف قائم تیرچه را از قسمت جانبی پاشنه بر روی یک سطح کاملاً صاف قرار داده و بیش‌ترین فاصله بین سطح صاف و قسمت جانبی پاشنه را با گوه یا فیلر با دقت ۱ میلی‌متر اندازه بگیرید. مقادیر اندازه‌گیری شده را گزارش کنید.

پیوست پ

(الزامی)

آزمون خیز

برای اندازه‌گیری خیز تیرچه، باید خیز آن را در سقف اجرا شده اندازه‌گیری نمود، لذا ابتدا باید سقفی که شامل تیرچه‌های نمونه‌برداری شده می‌باشد را اجرا و بر روی سقف ساخته شده، خیز اندازه‌گیری نمود.

پ-۱ وسایل

پ-۱-۱ اندازه‌گیر عقربه‌ای با دقت ۰/۱ میلی‌متر ۲ عدد؛

پ-۱-۲ خرپای فلزی برای اتصال صفحه ساعت.

پ-۱-۳ پایه‌های چوبی یا فلزی، پایه‌های چوبی باید راست و بدون ترک باشد و در مورد چوب گرد قطر متوسط پایه از ۱۰ سانتی‌متر کمتر و در مورد چهار گوش بدون زیر سری، کوچک ترین بعد مقطع از عرض تیرچه کمتر نباشد.

پ-۲ محل آزمون (تکیه‌گاه‌ها)

با توجه به دهانه‌های که تیرچه بر روی آن به کار می‌رود، باید دو دیوار تکیه‌گاه با مشخصات زیر را برای آن ساخته شود.

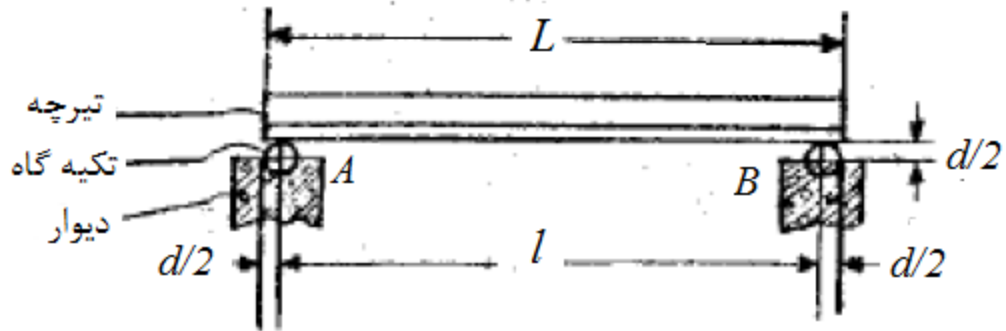
پ-۲-۱ پی دیوار باید طوری باشد که وزن دیوار زیر سری و سقف مورد آزمون و همچنین بارهای بعدی و ضربه‌های احتمالی ناشی از آن را تحمل کند. در هر صورت نباید پی دیوار هنگام بارگذاری و آزمون تیرچه‌ها هیچ‌گونه نشست داشته باشد.

پ-۲-۲ دیوارها باید به صورتی ساخته شوند که آزمون‌گر بتواند به راحتی در زیر سقف مورد آزمون رفت و آمد کند و مراحل آزمون را کنترل نماید و همچنین عمل بارگذاری بر روی سقف بدون ایجاد ضربه و برخورد با بلوک‌ها و تیرچه‌های کناری به سادگی انجام گیرد.

دیوارها باید به گونه‌ای ساخته شده باشند که در اثر بارهای وارده در طول آزمون هیچ کمانشی در آن پدیدار نشود و طول دیوارها متناسب با عرض سقف مورد آزمون که متشکل از چهار عدد تیرچه و سه ردیف بلوک است، باشد.

پ-۲-۳ چنانچه زیر سری دیوارها از مصالح آجری، سنگی و یا بلوک ساخته شده باشند، جهت توزیع نیروهای شناژی از بتن آرمه به عرض و طول دیوار به ارتفاع حداقل ۲۰ سانتی‌متر روی آن ساخته شود.

پ-۲-۴ در هنگام بتن ریزی دیوار یا شناژ، لوله‌های چدنی (بدون کاسه سر) به قطر اسمی ۱۰ سانتی‌متر در طول دیوار یا شناژ طوری نصب می‌گردد که قطر افقی لوله هم سطح بتن بالای دیوار یا شناژ بوده و محور طولی دیوار بر هم منطبق باشد، بطوری که دو لوله در دو دیوار هم سطح و هم تراز باشند. فاصله دو تکیه‌گاه (محور تا محور لوله‌های چدنی) از یکدیگر برابر رابطه زیر باشند (شکل پ ۱ را ببینید):



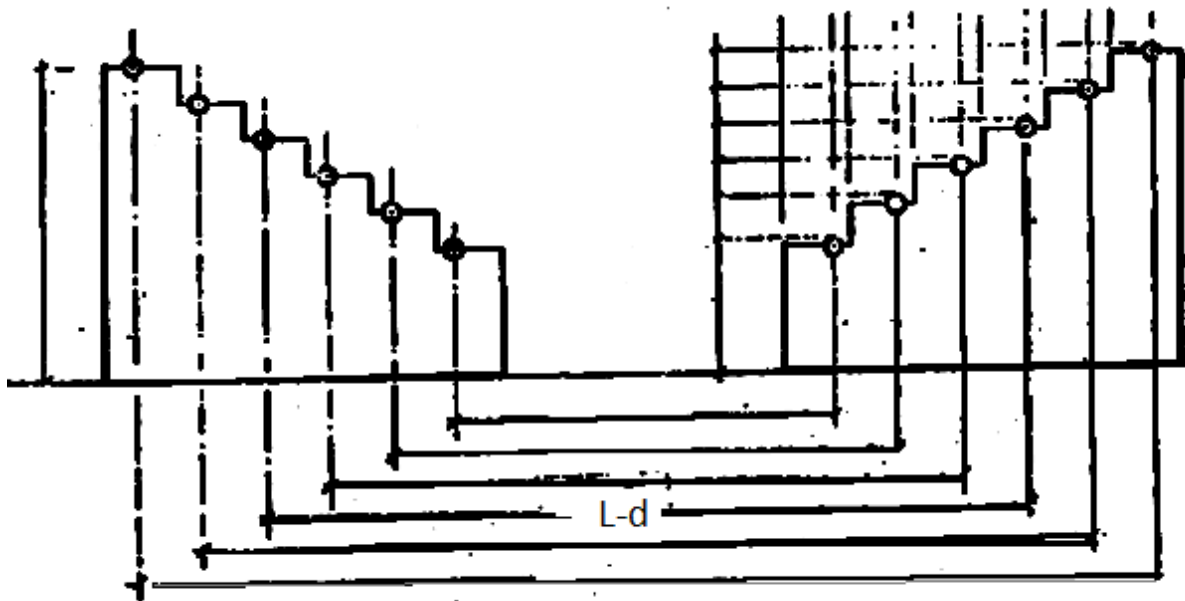
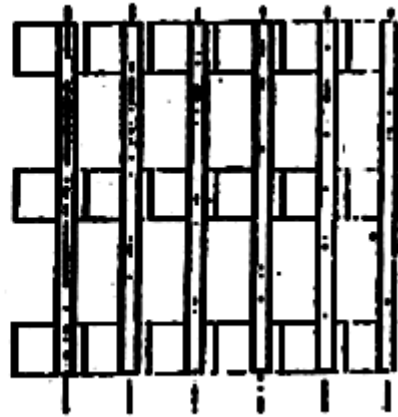
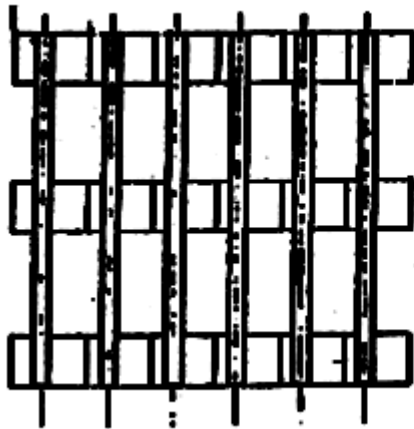
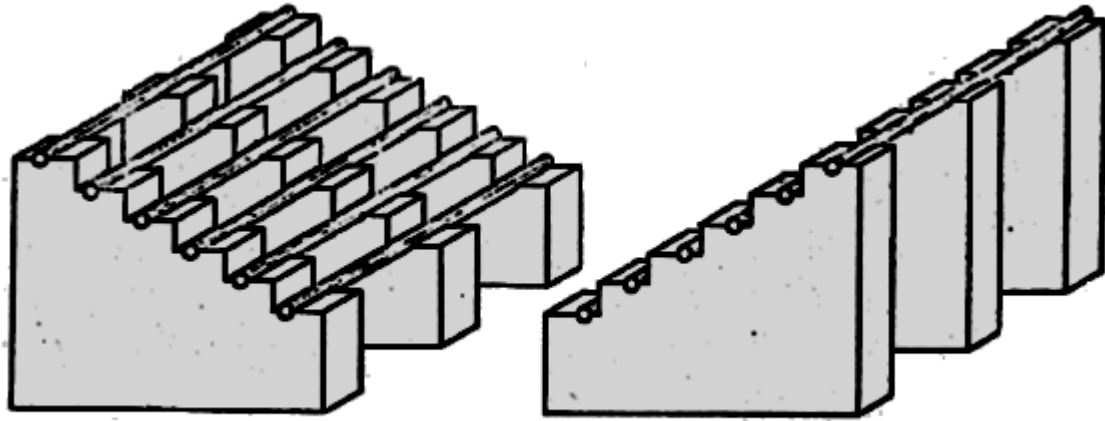
راهنما:

A و B تکیه گاهها

d قطر خارجی لوله چدنی

شکل پ ۱ - فاصله دو تکیه گاه

پ-۲-۵ ضخامت دیوار یا شناژ باید بصورتی باشد که در موقع آزمون، تیرچه‌ها با دیوار تماس پیدا کنند. توصیه می‌شود که محل آزمون جهت سهولت اجرای سقف و بار گذاری و اجرای آزمون برای دهانه‌های مختلف مطابق شکل پ ۲ که به صورت سه بعدی و دو نمای بالا و روبرو نشان داده شده، باشد.



شکل پ ۲- تکیه گاهها

پ-۳ روش انجام آزمون

پ-۳-۱ روش ساخت سقف مورد آزمون

دو تیرچه مورد آزمون و دو تیرچه کمکی را روی دو تکیه‌گاه (لوله‌های چدنی) به نحوی قرار گیرد که هر تیرچه از محور لوله‌های چدنی به اندازه d (قطر خارجی لوله چدنی) خارج گردد و محور تیرچه‌ها عمود بر محور تکیه‌گاه‌ها بوده و فاصله بین تیرچه‌ها متناسب با بلوک‌های مورد مصرف (۳ ردیف) در نظر گرفته شود. زیر هر تیرچه به فاصله حداکثر $1/2$ متر در طول تیرچه، یک پایه چوبی یا فلزی به همراه زیر سری مناسب به نحوی انتخاب گردد که فشار وارد بر آندر اثر حداکثر بارگذاری نشست ننماید و در ضمن توصیه می‌شود بستر پایه‌ها در معرض جریان آب و یخبندان قرار نگیرند و تیرچه را از حالت افقی خارج نکنند و سطح تماس آن با تیرچه بزرگ‌تر از عرض تیرچه باشد.

برای تنظیم پایه‌ها و سهولت در برچیدن آنها در هر پایه حداکثر یک جفت گوه چوبی از چوب سخت (بلوط یا گردو) قرار داده شود و بعد از تنظیم قالب، هر جفت گوه حداقل به وسیله یک عدد میخ $7/5$ سانتی‌متری تثبیت شود.

حداکثر شیب گوه ۴ به ۱ بوده و حداقل ضخامت انتهای باریک آن یک سانتی‌متر باشد. عرض گوه حداقل معادل قطر پایه باشد. سطح اتکای پایه‌ها روی گوه‌ها باید مسطح و عمود بر محور پایه باشد.

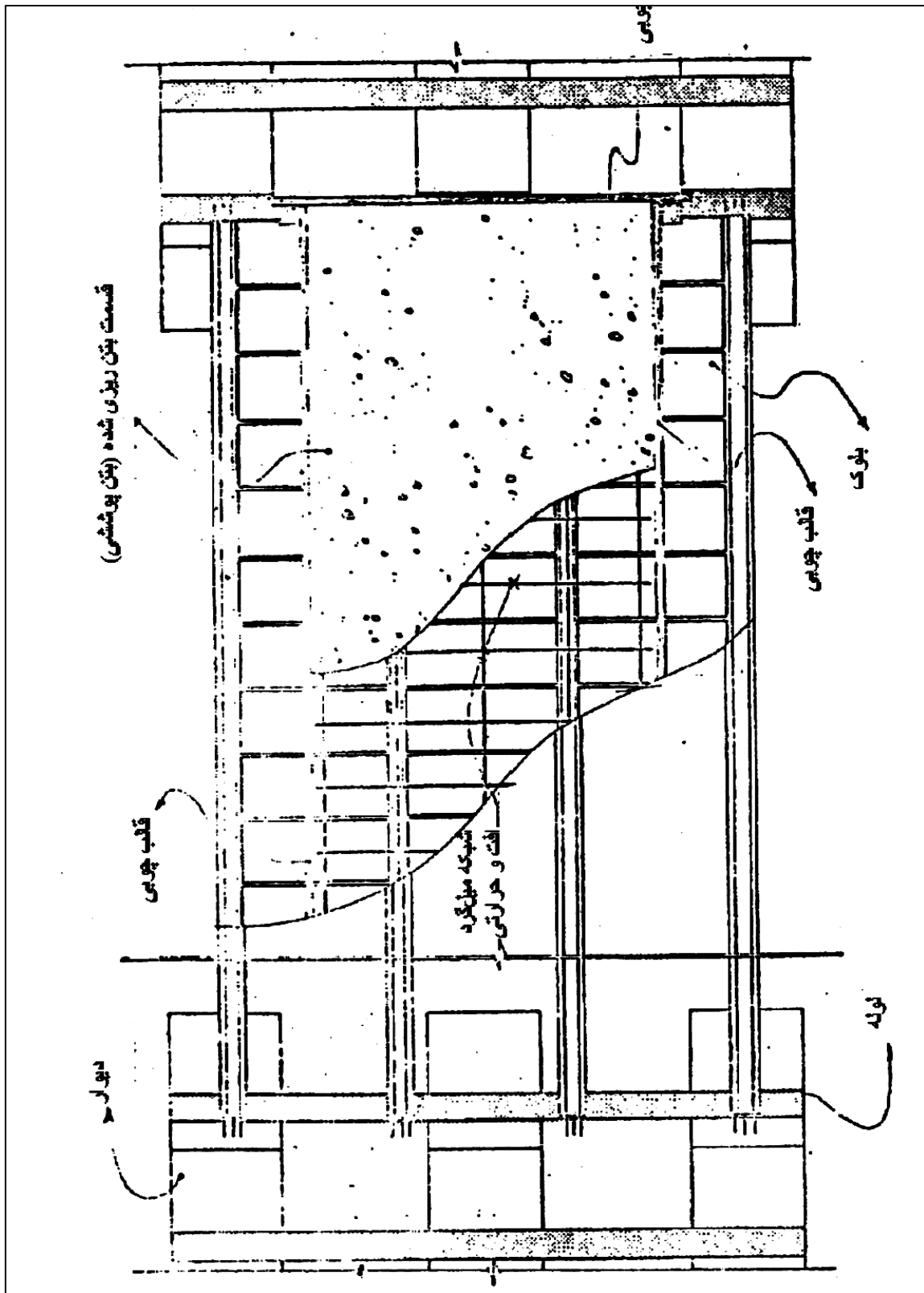
سپس سه ردیف بلوک در سه دهانه بین چهار تیرچه در سرتاسر آن قرار می‌گیرد و بعد بتن ریزی شروع می‌شود. بتن ریزی باید طوری انجام شود که دو تیرچه میانی بصورت دو تیر T تکمیل گردد. بنابراین باید در وسط دو دهانه طرفین، قالب مناسبی قرار داد و شبکه مفتولی (حرارتی و افت) را با مفتول‌هایی به قطر ۶ میلی‌متر به فاصله ۲۵ سانتی‌متر در سطح مورد بتن ریزی (بتن پوششی) روی بلوک‌ها کار گذاشته و بتن پوششی را که دارای ویژگی‌ها و مشخصات بتن مصرفی تیرچه‌ها می‌باشد روی سقف ریخته و آن را به نحوی بلرزانید که ضخامت بتن در بالای بلوک‌ها حداکثر ۵ سانتی‌متر و در سطح سقف (طول و عرض) تراز باشد.

ساخت سقف مورد آزمون در آزمایشگاه می‌تواند بر روی پایه‌های مناسب صورت گرفته و سقف آماده بارگذاری به سکوه‌های بارگذاری منتقل شود.

کلیه مراحل اجرای بتن ریزی سقف، نگهداری، عمل‌آوری و قالب برداری تا آزمون، باید مطابق فصل ۷ آیین‌نامه بند ۱-۲ انجام شود. در ضمن اخذ چهار آزمون استاندارد از بتن سقف و تعیین رده مقاومتی آن الزامی است.

روش قالب بندی و بتن ریزی در شکل پ ۳ نشان داده شده است.

یادآوری - پایه‌ها روی آجر خشکه چین قرار نگیرند.



شکل پ ۳ - روش قالب بندی و بتن ریزی

پ-۳-۲ زمان بارگذاری

بعد از اجرای سقف و طی حداکثر ۵۶ روز از تاریخ بتن ریزی سقف (بتن پوششی)، بارگذاری انجام می‌گیرد. لازم است حداقل سه روز قبل از انجام آزمون، سقف مورد آزمون را از کلیه قالب‌های مربوطه باز کنید. **یادآوری** - استفاده از تکنیک‌های تسریع عمل آوری و با استفاده از مواد افزودنی تسریع کننده در بتن پوششی مجاز می‌باشد، لذا بنابه درخواست تولید کننده می‌توان زودتر از ۵۶ روز آزمون بارگذاری را انجام داد.

پ-۳-۳ بار آزمون

بار آزمون از رابطه (پ ۱) زیر محاسبه می‌گردد:

$$P = [0.95 (1.4 P_1 + 1.7 P_2) \times S_1] - [0.95 (1.4 P_3)] \quad (\text{پ } 1)$$

که در آن:

P کل بار آزمون بر حسب کیلوگرم

P₁ بار مرده در واحد سطح بر حسب کیلوگرم بر مترمربع

P₂ بار زنده یا سربار در واحد سطح بر حسب کیلوگرم بر مترمربع

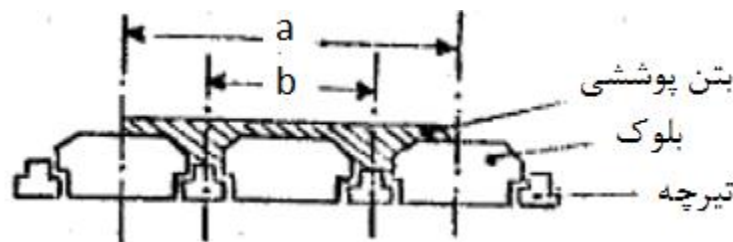
S₁ کل سطح سقف مورد آزمون که عبارت است از فاصله محور تا محور بلوک‌های جانبی (a) در طول دهانه تیرچه (L) بر حسب مترمربع (شکل پ ۴ را ببینید).

$$S_1 = a \times L \quad (\text{پ } 2)$$

P₃ کل وزن سقف زیر سطح مورد آزمون که وزن یک بلوک در طول دهانه تیرچه (L) از آن کم شود بر حسب کیلوگرم.

یادآوری ۱ - بار مرده شامل وزن تیرچه‌های مورد آزمون، بلوکها و بتن پوششی می‌باشد که با استفاده از وزن مخصوص مندرج در استاندارد بند ۲-۱ و حجم آنها اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری ۲ - بار زنده یا سربار بر حسب محل مورد مصرف تیرچه از استاندارد بند ۲-۱ بدست می‌آید.



شکل پ ۴ - سطح مقطع سقف

پ-۳-۴ روش بارگذاری

قبل از انجام بارگذاری باید صفحه ساعت‌ها را که روی خرپا تعبیه شده‌اند را در زیر سطح دو تیرچه مورد آزمون و در وسط آنها قرار داد و پایه‌های خرپا را توسط ملات زودگیری مانند گچ ثابت نمود. بعد از اطمینان از تثبیت خرپا،

شاخص‌های صفحه ساعت‌ها را در تماس با زیر سطح تیرچه‌ها قرار داد و قرائت اولیه هر دو صفحه ساعت را انجام داد.

سپس بار آزمون را باید به آهستگی و بتدریج و حداقل در چهار مرحله و بصورت یکنواخت در سرتاسر طول دهانه تیرچه (L) و به عرض محور تا محور تیرچه‌های میانی (b) قرار داد (شکل پ ۴ را ببینید).

$$S_2 = b \times L \quad (\text{پ ۳})$$

که در آن:

S_2 سطح مورد بارگذاری بر حسب مترمربع؛

b فاصله محور تا محور تیرچه‌های میانی بر حسب متر؛

L طول دهانه تیرچه بر حسب متر.

۲۴ ساعت پس از این که بار نهایی آزمون بر سقف قرار گرفت قرائت‌های ثانویه را انجام داد. از تفاوت قرائت اولیه و ثانویه خیز (δ) را یادداشت نموده و بلافاصله تمام بارهای آزمون را از روی سقف برداشته و پس از ۲۴ ساعت دیگر خیز باقی (δ') مانده اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری-۱ در هر مرحله باید حداکثر یک چهارم وزن کل بار آزمون را به‌طوری که به سقف مورد آزمون ضرب‌های وارد نشود، بارگذاری نمود.

یادآوری-۲- چنان‌چه در مراحل آزمون علائم واضح و غیر قابل انکاری مبنی بر گسیختگی در قسمت‌هایی از سقف مشاهده گردید، تیرچه‌ها غیر قابل قبول شناخته می‌شوند.

پ-۴ روش محاسبه

مقدار خیز مجاز تیرچه‌های مورد آزمون از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\Delta = \frac{L^2}{20000 h} \quad (\text{پ ۴})$$

که در آن:

Δ خیز مجاز بر حسب میلی‌متر؛

L طول دهانه تیرچه بر حسب میلی‌متر؛

h ضخامت سقف تمام شده بر حسب میلی‌متر.