



استاندارد ملی ایران



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

INSO

2909-1

1st.Edition

2016

۲۹۰۹-۱

چاپ اول

۱۳۹۵

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

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 موسسهٔ 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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرفکنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیتهٔ ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی 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 می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندي آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسائل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاهای کالیبراسیون (واسنجی) وسائل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبهای 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»

سمت و / یا نمایندگی

سازمان ملی استاندارد ایران

رئیس:

مجتبوی، علیرضا

(کارشناس مهندسی مواد-سرامیک)

دبیر:

مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و

آزمایشگاهی پاکدشت بتن

رحمتی، علیرضا

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اداره کل استاندارد استان تهران

احمدی شیونی، مهرداد

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان اصفهان

ایروانی، آزاده

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت پولاد سقف خلیج فارس

باقری، امیر ارسلان

(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

بیات، محمدرضا

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

شرکت فولاد بافت سبحان فارس

پیامی‌فر، پیام

(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس

تابش، حسین

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان تهران

توسلی، سعید

(کارشناس مهندسی مکانیک)

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 صنفی 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	رو، 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)
انجمان کارفرمایی تیرچه و بلوک استان تهران	صادق زاده، کریم (دیپلم)

اداره کل استاندارد استان سمنان	طیبان، محمد رضا (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
شرکت پولاد 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 بتون	محمودی، افرنگ (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
مجتمع تولیدی، تحقیقاتی و آزمایشگاهی پاکدشت بتون	ملکشاهی، ایمان (کارشناس ارشد مهندسی عمران)
شرکت تولیدی خرم دژ	نصرالهی آزاد، مهدی (کارشناس مهندسی عمران)
انجمان 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)

یعقوبی، منصور
(کارشناس مهندسی عمران)

شرکت پاسارگاد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
۵	پیش‌گفتار
۶	مقدمه
۱	هدف و دامنه کاربرد ۱
۱	مراجع الزامی ۲
۲	اصطلاحات و تعاریف ۳
۴	اجزای تشکیل دهنده تیرچه خرپایی ۴
۴	کلیات ۱-۴
۵	اجزای تشکیل دهنده خرپا ۲-۴
۷	بتن پاشنه ۳-۴
۷	ویژگی‌ها ۵
۷	ویژگی خرپا ۱-۵
۹	ویژگی تیرچه ۲-۵
۱۱	نشانه‌گذاری ۶
۱۱	نمونه‌برداری ۷
۱۲	اطلاعات سفارش ۸
۱۲	بازرسی و کنترل ۹
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: خرپای 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 ۱۳۸۸: سال ۱۳۰۹-۱ و اصلاحیه شماره ۱، استاندارد ملی ایران ۱۳۹۲ سال ۱۳۰۹-۱ 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 مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منابع و مأخذی 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 ۱۳۹۵-۲۹۰۹: سال ۱۳۹۵، سقف‌های تیرچه بلوک - قسمت ۱: خرپا و تیرچه خرپایی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
 - استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۸۵-۲۹۰۹: سال ۱۳۸۵، بلوک‌های سقفی مورد مصرف در سقف‌های تیرچه بلوک شده - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
 - استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۹۵-۲۹۰۹-۳: سال ۱۳۹۵، سقف‌های تیرچه بلوک - قسمت ۳: تیرچه پیش‌تنیده - 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 میلگردی زیرین آن‌ها به روش جوش نقطه‌ای یا قلاب‌بافی است را شامل می‌شود.

یادآوری- استفاده از جوش قوس الکتریکی با گاز محافظ CO_2 فقط برای اتصال میلگرد بالایی بلامانع است.

۱-۴ اتصال خرپای تیرچه و تیرچه فولادی با استفاده از جوش قوس الکتریکی با الکترود 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 به کارگیری تکیه‌گاه موقت (سمع‌بندی) 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:

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

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۴۶، سنگدانه‌ها - مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرومتر در سنگدانه‌های معدنی با شستشو-روش آزمون

۱-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۵۱۹، ساختمانها و ابنيه فني - حداقل بار واردہ

۱-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۳۱۳۲، میلگردیهای گرم نورددیده مصرفی- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

۱-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۳-۲، بتن تازه - قسمت دوم - تعیین روانی به روش اسلامپ - روش آزمون

۱-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۶، بتن - تعیین مقاومت فشاری آزمونهای بتن

۱-۷ استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷، سنگدانه‌ها- دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت-روش آزمون

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

۳ اصطلاحات و تعاریف

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

۱-۳

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.

۲-۳

تیرچه خرپایی

قطعه پیش‌ساخته‌ای است، متشکل از بتن و شبکه پیش‌ساخته 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، بلوك و بتن درجا) و بارهای در حین اجراء در حد فاصل تکیه گاه‌های اصلی به تیرچه است را تحمل می‌کند، و در مرحله سوم تحمل بار برآیند حاصل از بارهای مرده و زنده پس از عمل آوری بتن پوششی و کسب مقاومت کافی می‌باشد، که در اینجا نیز به عنوان عضو خمی سقف عمل می‌کند.

۳-۳

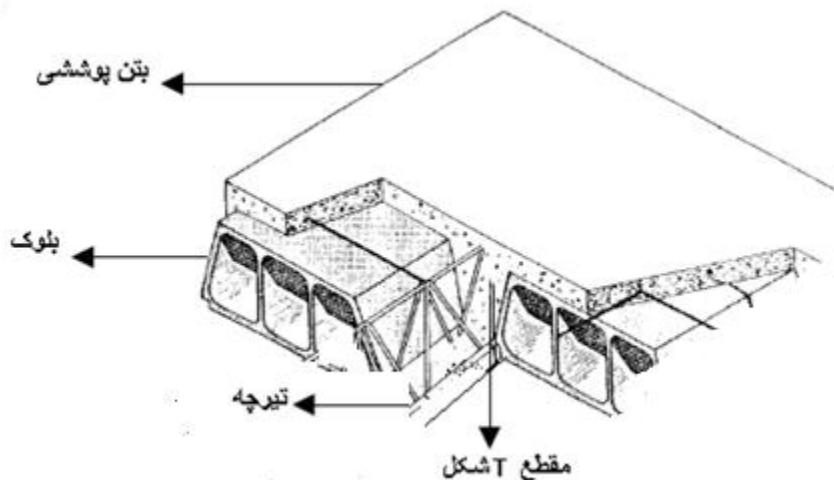
پاشنه بتنی

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

۴-۳

بتن پوششی

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



شکل ۱- بتن پوششی در سقف تیرچه بلوک

۵-۳

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 می‌شود.

۶-۳

آج

بر جستگی‌هایی که به صورت طولی (موازی محور میلگرد) و عرضی (به هر صورتی غیر از طولی) روی سطح میلگرد هنگام نورد ایجاد می‌گردد.

۷-۳

میلگرد جمع‌شدگی حرارتی

برای مقابله با کشش‌های متفرقه در قسمت بتن درجا (بتن پوششی سقف) میلگردهای جمع‌شدگی حرارتی را به طور معمول در دو جهت عمود بر هم در قسمت بالای سقف در حدود (۲ الی ۴) سانتی‌متر پایین‌تر از سطح بالایی بتن نصب می‌شود.

۸-۳

بار مرده

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

۹-۳

بار زنده (سربار)

بار زنده یا سربار به کلیه بارهای موثر اضافی اطلاق می‌شود که در نتیجه استفاده و بهره‌برداری از ساختمان به آن تحمیل شود. بارهای زنده به دو گروه تقسیم می‌شوند.

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 می‌شوند.

۲-۹-۳

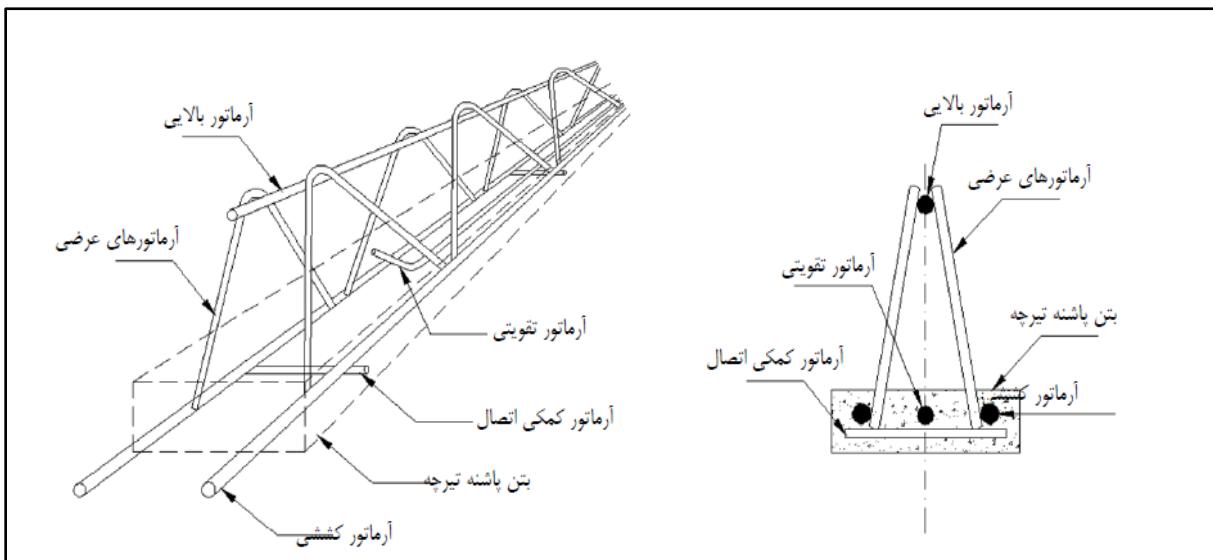
بارهای متحرک

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 خرپایی فولادی و پاشنه بتنی ساخته می‌شود (شکل ۲ را ببینید).
تیرچه خرپایی می‌تواند با قالب ماندگار استاندارد یا بدون قالب ماندگار تولید شود.
یادآوری - استفاده از قالب ماندگار فاقد کاربرد پروانه استاندارد مجاز نمی‌باشد.



شکل ۲- اجزای تشکیل دهنده تیرچه

۴-۲-۴ 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 (سمع 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)

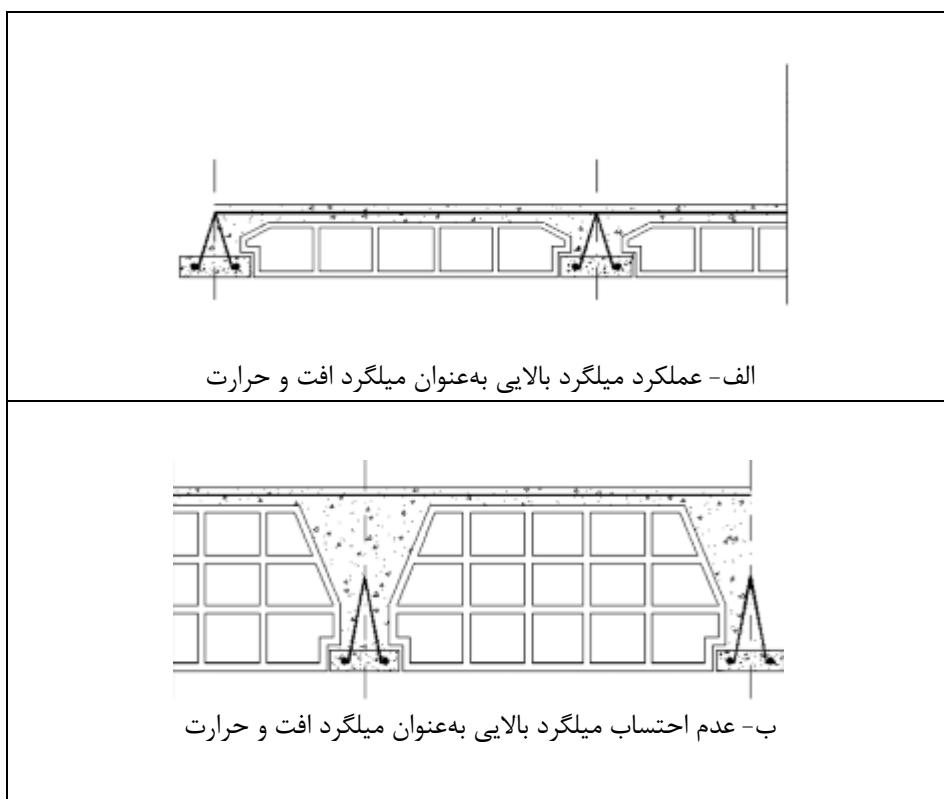
در مرحله اول باربری، میلگردهای عرضی همانند عضو مورب خرپا عمل می کنند و به کمک اعضای کششی و بالایی، ایستایی لازم را جهت تحمل وزن خود تیرچه (در هنگام حمل و نقل) و وزن مرده سقف بین تکیه گاه های موقت (در هنگام اجراء) تامین می کنند.

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

۳-۲-۴ 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 مقاومت‌رسیدن بتن پوششی) تحمل می‌کند.

در مرحله دوم باربری تیرچه اگر میلگرد بالایی در ضخامت بتن پوششی و بالاتر از سطح بلوک‌ها قرار گیرد در نقش میلگرد افت و حرارت (حرارت و جمع شدگی) 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 به عنوان 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، میلگرددی با طول کمتری که با توجه به نمودار لنگر خمی 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 به کار می‌رود.

۴-۳ بتن پاشنه

برای تامین تکیه‌گاه بلوک‌ها (قالب دائمی) و نیز برای پرهیز از قالب‌بندی قسمت زیرین سقف، پاشنه تیرچه قبل از نصب، بتن ریزی 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 قرار گیرند و سطح زیرین سقف برای نازک‌کاری بعدی مناسب شود.

پس از بتن ریزی پاشنه، باید مراقبت‌های لازم جهت نگه‌داری و مروطوب 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.

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 نورددیده (آج ۳۴۰، آج ۴۰۰ و آج ۵۰۰) یا سرد نورد 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 حداقل قطر اسمی میلگرد را تا ۲۰ میلی‌متر افزایش داد.

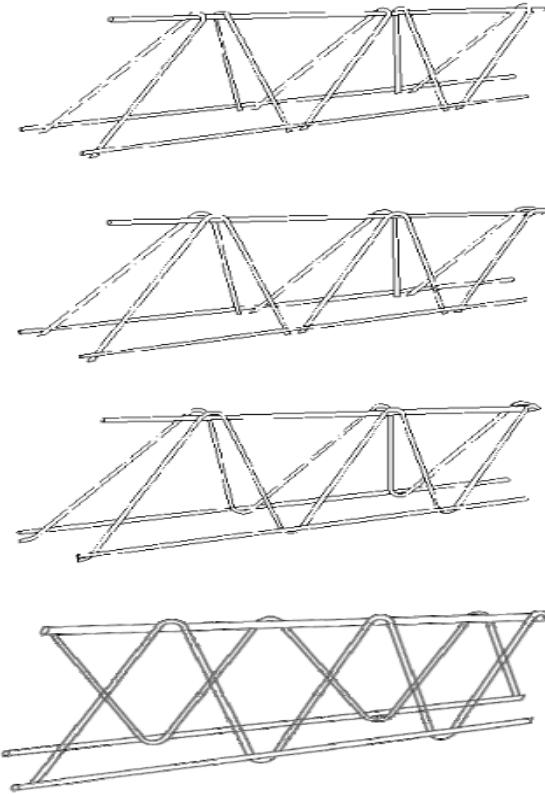
یادآوری - در صورت استفاده از میلگردهای زیرین به تعداد بیش از دو عدد، طول مورد نیاز بقیه میلگردها را می‌توان با توجه به نمودار لنگر خمی محاسبه و با رعایت طول مهاری در مقطعی که مورد نیاز نیست قطع کرد.

۱-۱-۵ ویژگی میلگردهای عرضی (زیگزاگ)

میلگردهای عرضی می‌تواند به صورت منفرد یا به صورت مضاعف به کار برد شوند. میلگرد عرضی می‌تواند هم از نوع آج‌دار و هم از نوع ساده باشد (شکل ۴). میلگرد عرضی می‌تواند از نوع گرم نورددیده (آج ۳۴۰ و س ۲۴۰) و یا سرد نورددیده باشد. قطر اسمی میلگردهای عرضی گرم نورددیده نباید از ۶ میلی‌متر و میلگردهای سرد نورددیده نباید از ۴ میلی‌متر کمتر باشد.

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

یادآوری- در صورت استفاده از جوش قوس الکتریکی با گاز محافظ CO_2 قطر اسمی میلگردهای عرضی گرم نوردیده باید از ۸ میلیمتر و میلگردهای عرضی سردنوردیده باید از ۶ میلیمتر کمتر باشد.



شکل ۴- نمونه هایی از خرپای تیرچه با میلگردهای عرضی مضاعف

۳-۱-۵ ویژگی میلگرد بالایی

میلگرد بالایی می تواند از نوع گرم نوردیده با آج 34° 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

قطر اسمی میلگرد بالایی در صورت استفاده از جوش قوس الکتریکی با گاز محافظ CO_2 (میلیمتر)	قطر اسمی میلگرد بالایی (میلیمتر)	طول تیرچه (متر)
۸	۶	۴ تا ۴
۱۰	۸	۵,۵ تا ۴
۱۲	۱۰	۷ تا ۵,۵
۱۴	۱۲	۷ تا ۸

۵-۱-۵ ویژگی مجموعه خرپا

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

۵-۱-۶ 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.

۵-۲-۱ رواداری گام‌های میلگرد عرضی، نسبت به ابعاد محاسباتی با 15 ± 5 میلی‌متر، حداقل اندازه گام میلگرد عرضی باید 200 میلی‌متر و حداقل زاویه میلگرد عرضی با افق باید 45 درجه باشد.

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

یادآوری ۲- میلگرد عرضی باید پیوسته و غیرمنفصل باشد.

۳-۱-۵ 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.

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

۵-۲-۵ ویژگی تیرچه

۱-۲-۵ ویژگی‌های خرپا

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

۲-۲-۵ ویژگی‌های ابعادی تیرچه

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

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

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

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

۴-۲-۵ فاصله آزاد بین میلگردهای زیرین نباید از قطر بزرگ‌ترین سنگدانه مورد مصرف در پاشنه تیرچه به اضافه 5 میلی‌متر کمتر باشد.

۵-۲-۵ فاصله میلگرد زیرین از لبه‌های جانبی بتن پاشنه تیرچه نباید از 15 میلی‌متر کمتر باشد. فاصله آزاد میلگرد زیرین از سطح زیرین تیرچه (پوشش بتنی میلگرد) نباید از 15 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 فوق العاده شدید استفاده می‌شود، رعایت حداقل پوشش بتن طبق بند ۸-۹-۲ آینه نامه بتن ایران (آب) الزامی است.

۳-۲-۵ ویژگی پاشنه تیرچه

ویژگی‌های پاشنه تیرچه باید به روش مندرج در پیوست ب آزمون شده و با موارد ذیل منطبق باشد.
۱-۳-۲-۵ در صورت استفاده از قالب ماندگار در پاشنه تیرچه، باید از قالب ماندگار دارای پروانه کاربرد علامت استاندارد استفاده شود.

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

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

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

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

۶-۳-۲-۵ ضخامت پوشش بتی 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 سنگدانه‌های بزرگتر از ۳۲ میلی‌متر؛

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

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

۴-۲-۵ ویژگی مکانیکی (آزمون خیز)

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

$$\delta \leq \Delta \quad (1)$$

که در آن:

۸ خیز اندازه‌گیری شده بر حسب میلی‌متر؛

Δ خیز مجاز بر حسب میلی‌متر.

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

$$\delta - \delta' \leq 0.75 \delta \quad (2)$$

که در آن:

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

چنانچه رابطه (۲) برقرار نگردید، بنایه درخواست تولید کننده ۷۲ ساعت پس از برداشتن بار از سقف، مجددآزمون بارگذاری انجام می‌گیرد که باید رابطه (۳) همواره برقرار باشد:

$$\delta_2 - \delta'_2 \leq 0.8 \delta \quad (3)$$

که در آن:

۸_۲ خیز اندازه‌گیری شده در مرحله دوم بارگذاری بر حسب میلی‌متر؛

δ'_۲ 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.

۵-۴-۲ 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:

۶-۱ نام و یا نشان تجاری تولید کننده؛

۶-۲ علامت استاندارد در صورت اخذ مجوز؛

۶-۳ مشخصات فنی تیرچه/خرپا، که شامل:

۶-۳-۱ طول اسمی تیرچه/خرپا؛

۶-۳-۲ ارتفاع اسمی تیرچه/خرپا؛

۶-۳-۳ رده بتن؛

۶-۳-۴ نوع و تعداد میلگردهای مصرفی به همراه نام تولید کننده آن‌ها؛

۶-۳-۵ نوع بلوك سقفی مجاز به مصرف؛

- ۶-۳-۶ نوع کاربری (مسکونی، پارکینگ و.....) و میزان بار مرده و زنده؛
 ۶-۳-۶ عرض پاشنه تیرچه؛
 ۶-۳-۶ فاصله محور تا محور تیرچه‌ها (متناسب با عرض بلوک مورد استفاده).

۷ نمونه برداری

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

جدول ۲ - حداقل مقدار نمونه

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

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

۳-۷ 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 خرپایی تیرچه و میلگرد نمی‌باشد، در این حالت آزمون خرپا با زدودن بخش بتنه 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 خرپایی 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:

- ۱-۸ طول تیرچه؛
 ۲-۸ قطر اسمی و تعداد میلگرد مصرفی؛
 ۳-۸ ارتفاع خرپا؛
 ۴-۸ فاصله محور تا محور تیرچه؛
 ۵-۸ نوع کاربری تیرچه (مسکونی، پارکینگ و.....)؛
 ۶-۸ نوع بلوک سقفی مورد استفاده در سقف تیرچه بلوک (سفالی، بتنه، پلیاستایرن، ...)؛
 ۷-۸ 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:
- ۱-۹ گواهی صلاحیت جوشکاری برای جوش قوس الکتریکی با گاز محافظه CO_2 کارگران و کارورها از مراجع ذیصلاح در واحد تولیدی باید در دسترس باشد.
 - ۲-۹ کلیه میلگردها باید قبل از جوشکاری، جرم گیری و زنگ زدایی شده باشند.
 - ۳-۹ جوشکاری در دمای صفر درجه سلیسیوس و زیر آن مجاز نمی‌باشد.
 - ۴-۹ جوشکاری باید دور از شرایط محیطی متغیر و در محیط مسقف مجهز به هواکش‌های مناسب انجام شود.
 - ۵-۹ واحد تولیدی باید دارای سیلوی سیمان و مخلوط کن مکانیکی پیمانه‌دار باشد.
 - ۶-۹ بتن ریزی باید دور از شرایط محیطی متغیر و در محیط مسقف انجام شود.
 - ۷-۹ عمل آوری و نگهداری بتن تازه باید مطابق با شرایط مندرج در بند ۵-۷ آیین نامه بند ۱-۲ انجام گیرد.
 - ۸-۹ 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، کلخه‌های 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.
- ۱۰-۹ سوابق مکفى 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.
- ۱۱-۹ 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.
۱۱-۹ در بازرسی و نمونهبرداری 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 پیمانه 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 کفايت می کند.

پیوست الف

(الزامی)

تواتر نمونهبرداری و آزمون توسط واحد تولیدی

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

جدول الف ۱- حداقل تواتر نمونهبرداری و آزمون اجزای تشکیل دهنده

اجزای تشکیل دهنده	ویژگی	تواتر نمونهبرداری و آزمون
سنگدانه	دانهبندي	هر بار تحويل گرفته شده
	کلوخه های رسی و ذرات سست	هر بار تحويل گرفته شده
	مواد ریزتر از ۷۵ میکرون	هر بار تحويل گرفته شده
بتن	رطوبت	هر بار تولید بتن
	دما	هر بار تولید بتن
	اسلامپ	هر بار تولید بتن
میلگرد	مقاومت فشاری	هر ۲۵ متر مکعب تولید بتن
	اندازه ها	هر بهر تحويل گرفته شده
	آج ها	هر بهر تحويل گرفته شده
	ویژگی ظاهری	هر بهر تحويل 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

تواتر نمونه برداری و آزمون	ویژگی	فرآورده
هر روز تولید یکبار	تعداد	خرپا
هر روز تولید یکبار	نوع	
هر روز تولید یکبار	قطر اسمی	
هر روز تولید یکبار	نوع	
هر روز تولید یکبار	قطر اسمی	
هر روز تولید یکبار	نوع	
هر روز تولید یکبار	قطر اسمی	
هر روز تولید یکبار	ارتفاع خرپا	
اندازه گام میلگرد عرضی		
زاویه میلگرد عرضی با افق		
پیوستگی میلگرد عرضی		
ویژگی های میلگرد زیرین بعد از انفال از خرپا		
وصله دار نودن میلگردها		
هر روز تولید یکبار	ارتفاع تیرچه	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 نشینی گاه بلوكها	
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 سه ماه یکبار	خیز تیرچه	

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 بلوكها
- 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 امتار و دقت ۱ سانتی‌متر

ب-۲-۴ گوه یا فیلر با دقت ۱ امیلی‌متر

ب-۲-۵ نقاله با اندازه مناسب و دقت ۱ درجه

ب-۳ تعداد آزمون‌ها

برای انجام آزمون‌های بندهای ب-۱ تا ب-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 آزمونه، 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 اندازه-گیری 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 متواالی 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 آزمونه را با زدودن بتن از میلگردها در قسمت میانی تیرچه آماده کنید و سپس با استفاده کولیس در نقاط ابتدایی، میانی و انتهایی هر تیرچه موارد فوق را با دقت ۱ میلی‌متر اندازه بگیرید و میانگین سه مقدار اندازه-گیری شده برای هر مورد را گزارش کنید.

ب-۴-۶ عرض نشیمن‌گاه بلوك‌ها، 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 بلوك 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

سطح 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 اندازه گیری انحراف افقی تیرچه را از قسمت زیرین پاشنه بر روی یک سطح کاملا

صاف قرار داده و بیشترین فاصله بین سطح صاف و قسمت زیرین پاشنه را با گوه یا فیلر با دقต ۱ میلی‌متر اندازه بگیرید. سپس برای اندازه گیری 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 عقریه‌ای 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 سانتی‌مترکمتر 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.

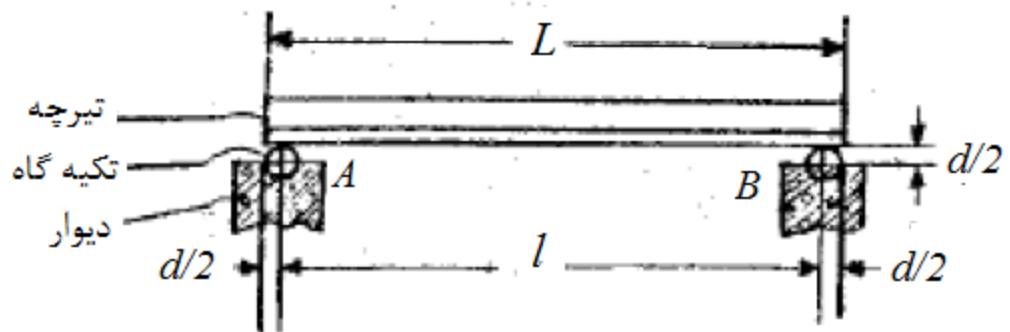
پ-۲-۱ پی دیوار باید طوری باشد که وزن دیوار زیر سری و سقف مورد آزمون و همچنین بارهای بعدی و ضربه‌های احتمالی ناشی از آن را تحمل کند. در هر صورت نباید پی دیوار هنگام بارگذاری و آزمون تیرچه‌ها هیچ‌گونه نشستی داشته باشد.

پ-۲-۲ دیوارها باید به صورتی ساخته شوند که آزمون گر 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 بلوك‌ها و تیرچه‌های کناری به سادگی انجام گیرد.

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

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

پ-۴-۲ در هنگام بتن ریزی دیوار یا شناز، لوله‌های چدنی (بدون کاسه سر) به قطر اسمی ۰۱ سانتی‌متر در طول دیوار یا شناز طوری نصب می‌گردد که قطر افقی لوله هم سطح بتن بالای دیوار یا شناز 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):



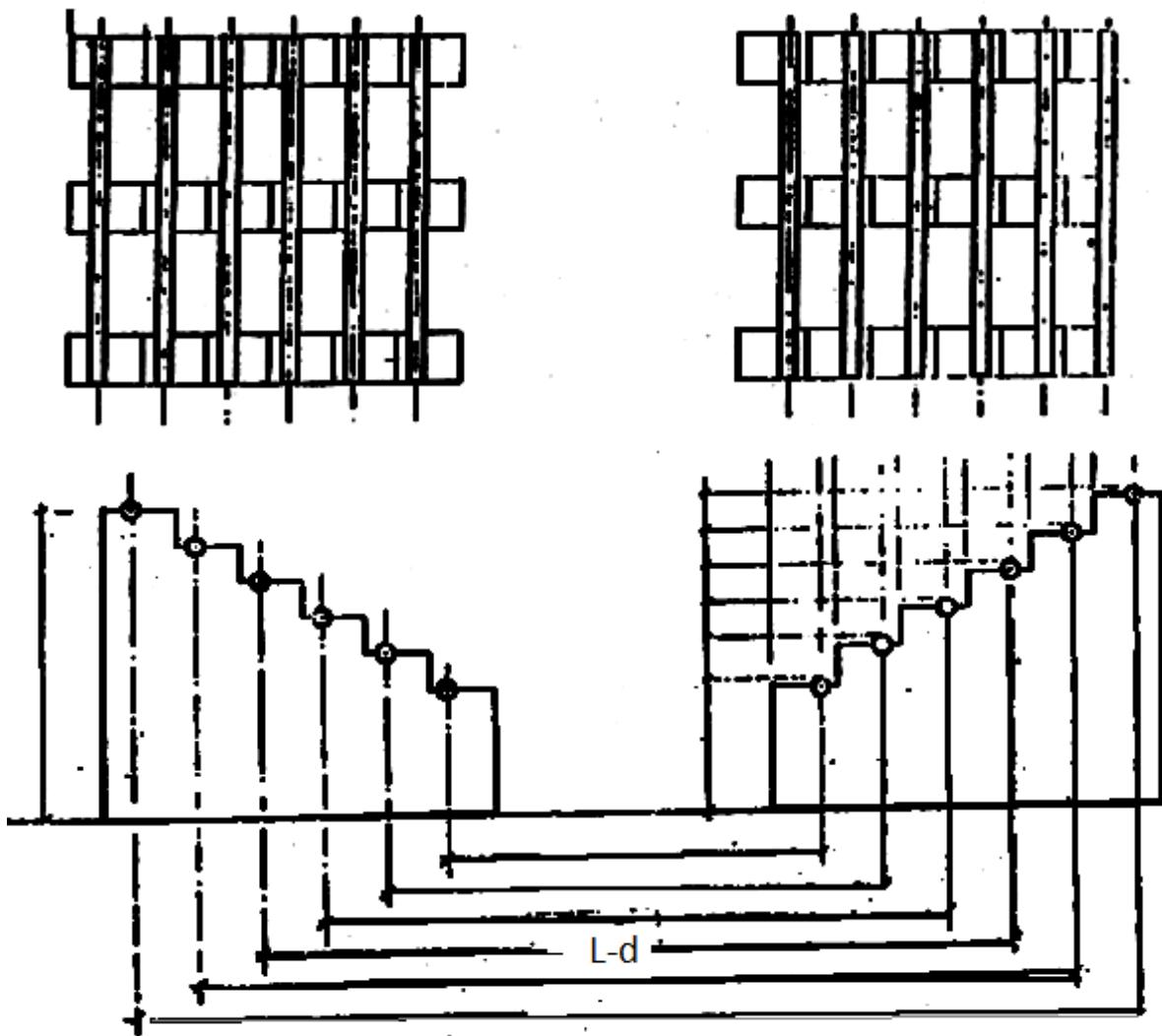
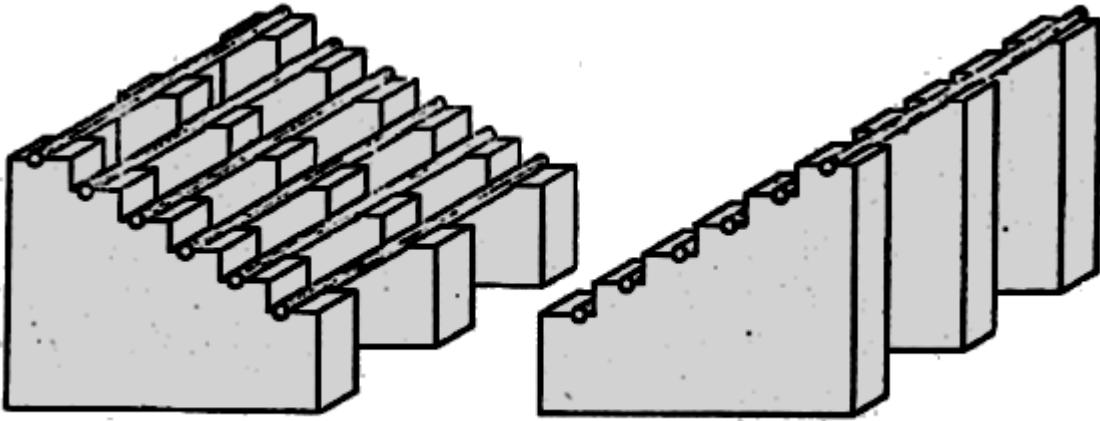
راهنمای:

A و B تکیه‌گاهها

d قطر خارجی لوله چدنی

شکل پ ۱ – فاصله دو تکیه گاه

پ-۲-۵ ضخامت دیوار یا شناز 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 حداقل $1/2$ متر در طول تیرچه، یک پایه چوبی یا فلزی به همراه زیر سری مناسب به نحوی انتخاب گردد که فشار وارد بر آندر اثر حداقل 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 نکند و سطح تماس آن با تیرچه بزرگ‌تر از عرض تیرچه باشد.

برای تنظیم پایه‌ها سهولت در برچیدن آنها در هر پایه حداقل 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.

حداقل شیب گوه 4° به 1 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.

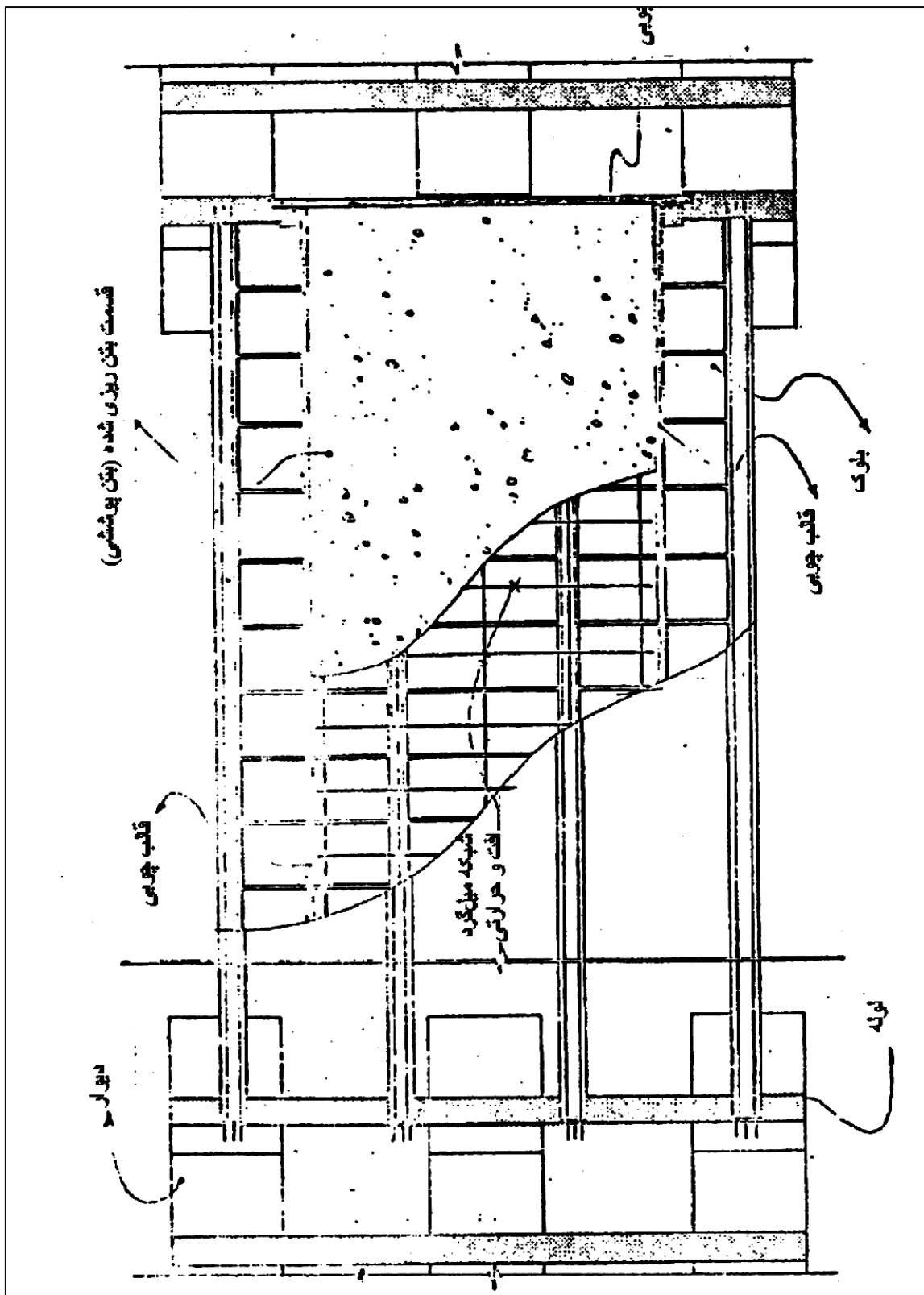
سپس سه ردیف بلوک در سه دهانه بین چهار تیرچه در سرتاسر آن قرار می‌گیرد و بعد بتن ریزی شروع می‌شود. بتن ریزی باید طوری انجام شود که دو تیرچه میانی بصورت دو تیر T تکمیل گردد. بنابراین باید در وسط دو دهانه طرفین، قالب مناسبی قرار داد و شبکه مفتولی (حرارتی و افت) را با مفتول‌هایی به قطر 6 میلی‌متر به فاصله 25 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 حداقل 5 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 سکوهای بارگذاری منتقل شود.

کلیه مراحل اجرای بتن ریزی سقف، نگهداری، عمل‌آوری و قالب برداری تا آزمون، باید مطابق فصل 7 آیین‌نامه بند $1-2$ انجام شود. در ضمن اخذ چهار آزمونه استاندارد از بتن سقف و تعیین رده مقاومتی آن الزامی است.

روش قالب بندی و بتن ریزی در شکل پ 3 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 حداقل 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 تسريع عمل آوری و با استفاده از مواد افزودنی تسريع 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:

$$P = [0.095 (1.4 P_1 + 1.7 P_2) \times S_1] - [0.95 (1.4 P_3)] \quad (\text{پ ۱})$$

که در آن:

P کل بار آزمون بر حسب کیلوگرم

P_1 بار مرده در واحد سطح بر حسب کیلوگرم بر مترمربع

P_2 بار زنده یا سربار در واحد سطح بر حسب کیلوگرم بر مترمربع

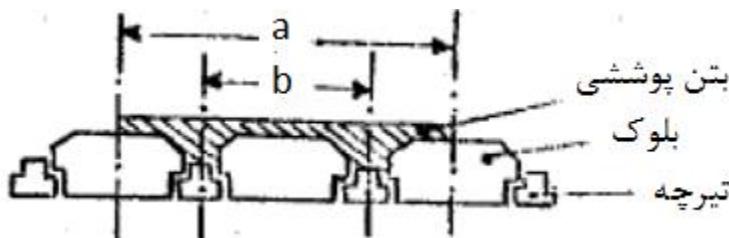
S_1 کل سطح سقف مورد آزمون که عبارت است از فاصله محور تا محور بلوک‌های جانبی (a) در طول دهانه
تیرچه (L) بر حسب مترمربع (شکل پ ۴ را ببینید).

$$S_1 = a \times L \quad (\text{پ ۲})$$

P_3 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 ۱-۲ و حجم آنها اندازه‌گیری می‌شود.

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



شکل پ ۴ - سطح مقطع سقف

پ-۳-۴ روش بارگذاری

قبل از انجام بارگذاری باید صفحه ساعت‌ها را که روی خرپا تعییه 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 بتدريج و حداقل در چهار مرحله و بصورت يکنواخت در سرتاسر طول دهانه تیرچه (L) و به عرض محور تا محور تیرچه‌های ميانی (b) قرار داد (شکل پ ۴ را ببینيد).

$$S_2 = b \times L \quad (3)$$

كه در آن:

S_2 سطح مورد بارگذاري بر حسب مترمربع؛

b فاصله محور تا محور تیرچه‌های ميانی بر حسب متر؛

L طول دهانه تیرچه بر حسب متر.

۲۴ ساعت پس از اين که بار نهايی آزمون بر سقف قرار گرفت قرائت‌های ثانويه را انجام داد. از تفاوت قرائت اولیه و ثانويه خيز (δ) را يادداشت نموده و بلاfacله تمام بارهای آزمون را از روی سقف برداشته و پس از ۲۴ ساعت دیگر خيز باقی (δ') مانده اندازه‌گيری می‌شود.

يادآوري ۱- در هر مرحله باید حداکثر يك چهارم وزن كل بار آزمون را بهطوری که به سقف مورد آزمون ضربه‌های وارد نشود، بارگذاري نمود.

يادآوري ۲- چنان‌چه در مراحل آزمون علائم واضح و غير قابل انکاري مبني بر گسيختگي در قسمت‌هایی از سقف مشاهده گردید، تیرچه‌ها غير قابل قبول شناخته می‌شوند.

پ-۴ روش محاسبه

مقدار خيز مجاز تیرچه‌های مورد آزمون از رابطه زير بدست می‌آيد:

$$\Delta = \frac{L^2}{20000 h} \quad (4)$$

كه در آن:

Δ خيز مجاز بر حسب ميلى متر؛

L طول دهانه تیرچه بر حسب ميلى متر؛

h ضخامت سقف تمام شده بر حسب ميلى متر.