

همایش بررسی سقف های کرومیت و متال دک
سازمان نظام مهندسی خراسان رضوی
۷ شهریور ۱۳۹۲

عنوان :

سقف های تیرچه و بلوک با تیرچه های فولادی با جان باز

توسط :

محسن گرامی (دکترای مهندسی عمران - عضو هیئت علمی دانشگاه)

mgerami@semnan.ac.ir

حمید راوری (کارشناس ارشد سازه)

H_ravari@yahoo.com

تابستان ۱۳۹۲



سقفها

با تیرچه

بدون تیرچه

تیرچه فلزی

تیرچه بتنی



تعریف:

سقف کرمیت از تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن استفاده می شود. در ساخت تیرچه های مذکور از

➤ یک تسمه، بال تحتانی

➤ یک میلگرد خم شده در جان

برای پر کردن فضای خالی بین تیرچه ها از قالب های ثابت مانند

✓ بلوک های سیمانی

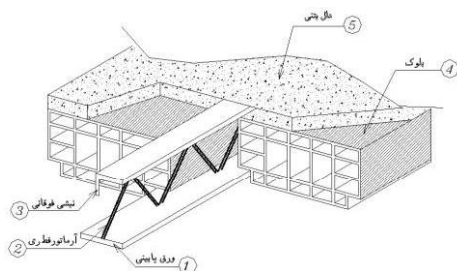
✓ پلی استایرن

✓ طاق ضربی

✓ قالب های موقت فولادی (کامپوزیت)

و

فواصل تیرچه ها بسته به نوع قالب تا ۹۰ سانتی متر متغیر است، روی سقف نیز با حداقل ۵ سانتی متر بتن پوشانده می شود.





مزایای سقف کرمیت:

-
-
-
- امکان
-
- سهولت اجرا داکت (بازشو
- حذف سایه
-
- امکان مقاومت و شکل پذیری
- یکنواختی زیر سقف (مصرف گچ و خاک کمتر
- امکان نظارت مرحله ای
-
-

معایب این سقف بخصوص در ساخت، تولید و اجرای غیر استاندارد مورد بحث قرار می گیرد.

امکان حذف کش ها:



- با توجه به یکپارچگی سقف و اسکلت، می توان کش ها را حذف کرد. گرچه حذف کش ها علاوه بر صرفه جویی در مصرف فولاد باعث یکنواختی بیشتر زیر سقف شده و عملیات نازک کاری را به حداقل می رساند، لکن توصیه می گردد حذف کش انجام نگیرد.

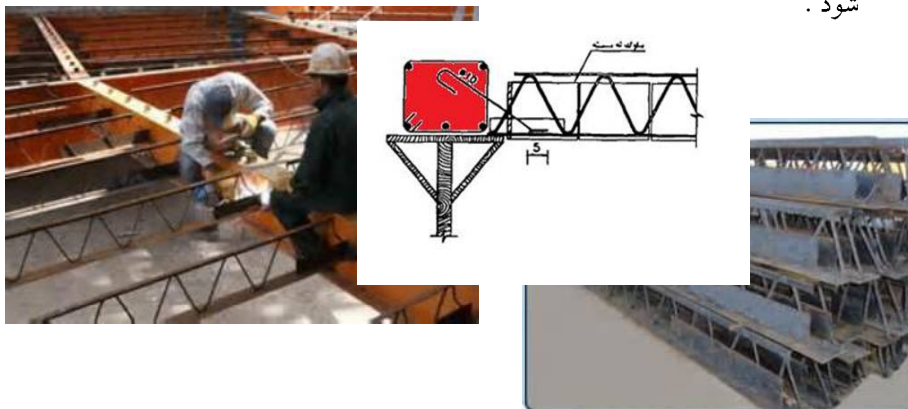


❖ کش ها

کش در ساختمان قطعه ای است که برای دوختن ستون ها به یکدیگر استفاده شده و فاقد کاربری دیگری می باشد. حذف این قطعات در ساختمان هایی که شرائط دیافراگمی سقف را دارا می باشند امکان پذیر می باشد.

یکپارچگی سقف و اسکلت:

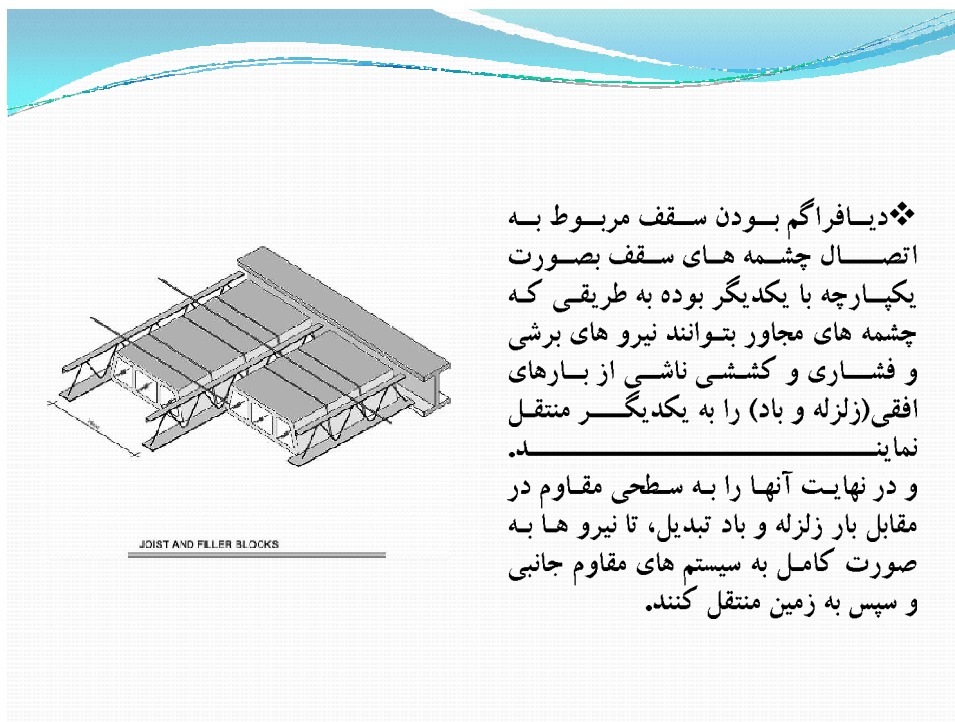
- به علت جوش شدن تیرچه ها به اسکلت، پس از گرفتن بتن، سقف و اسکلت یکپارچه شده و می تواند مانند یک دیافراگم عمل کند. در اسکلت های بتنی نیز با در نظر گرفتن قلاب های مخصوصی، امکان یکپارچگی بیشتری ایجاد می شود.



دیافراگم و صلبیت سقف:



دیافراگم بودن یک سقف یعنی امکان انتقال برش ناشی از نیروهای زلزله به دیوارهای برشی و یا قاب های مقاوم در مقابل زلزله صلبیت یک سقف عبارت است از یک نامعادله به مفهوم تغییر مکان حداکثر افقی سقف بین دیوار های برشی و یا قابهای مقاوم زلزله نسبت به تغییر مکان سقف نسبت به طبقه پائین که از عدد نیم (0.5) تجاوز ننماید



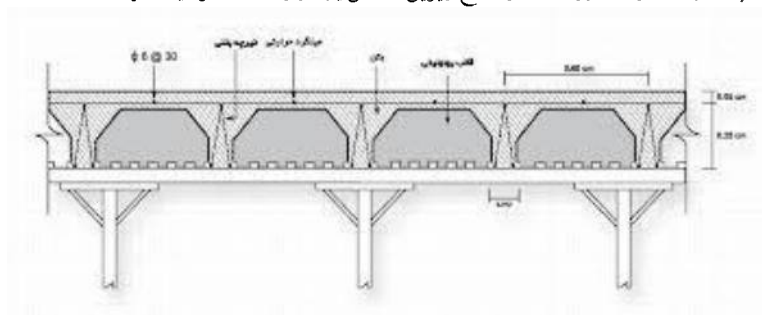
پایین بودن تنش در بتن:

- به علت خود ایستا بودن تیرچه ها (تیرچه قبل از گرفتن بتن می تواند وزن بلوک، بتن خیس و عوامل اجرایی را به تنهایی تحمل کند) تنش ایجاد شده در بتن،
- آزمایش بارگذاری روی سقف های کرمیت با بتن با مقاومت نهایی کمتر نشان داده که بتن با مقاومت پایین به ظرفیت باربری سقف می تواند
- بتن مصرفی در سقف های کرمیت با مقاومت های حداقل نیز جوابگو می باشند. بعلاوه خود ایستا بودن تیرچه ها، عملاً بخشی از بار فشاری ناشی از بار مرده سقف شامل بلوک و بتن و تیرچه و پرسنل اجرایی توسط نبشی بال فوقانی تحمل شده و بعد از گرفتن بتن و ورود بارهای بعدی است که بتن وارد فشار می گردد. بطور معمول تنش فشاری موجود در بتن معمولاً حدود ۶۰٪ تنش مجاز بتن می باشد.



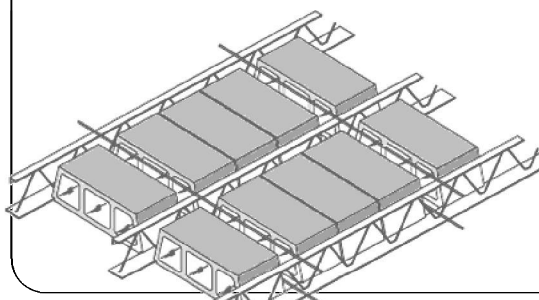
حذف سایه فولاد زیر سقف:

- رد تیر آهن در زیر سقف ناشی از جذب الکترونی (قانون کلمب) و جذب جرمی (ناشی از قانون نیوتن) می باشد. دوده موجود در هوا جذب فولاد درون سقف و بلوک سیمانی یا سفالی آن می گردد و بعلت تفاوت مصالح مقدار زیادتری جذب فولاد و مقدار کمتری جذب بلوک می گردد و طبیعی است که این تفاوت به صورت **سایه پررنگ و کمرنگ** دیده می شود
- برای کمتر شدن این پدیده تیرچه های کرمیت درون سقف بالاتر از بلوک قرار داده شده، تا جذب آن به مقدار مجذور فاصله از سطح زیرین کاهش یابد و رد آن کمتر دیده شود.



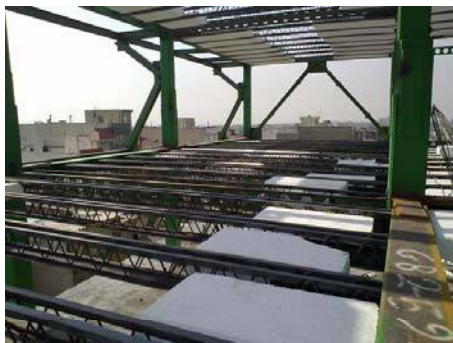
سهولت اجرای داکت (بازشو):

- به علت فاصله مناسب تیرچه ها ایجاد داکت در سقف جهت عبور لوله های تاسیساتی نصب دودکش موتورخانه و شومینه نصب توالت ایرانی و یا عبور کانال کولر امکان پذیر است و نیاز به قطع کردن تیرچه ها نمی باشد.



کاهش مصرف بتن و وزن کمتر سقف:

- به علت فاصله مناسب تیرچه ها از مصرف بتن در حدود ۲۰٪ نسبت به تیرچه و بلوک بتنی کاسته شده و نهایتاً وزن سبک تر می گردد. استفاده از بلوک های پوکه ای و بلوک های پلی استایرن کرمیت یا سیستم کامپوزیت نیز در کاهش وزن موثر است .

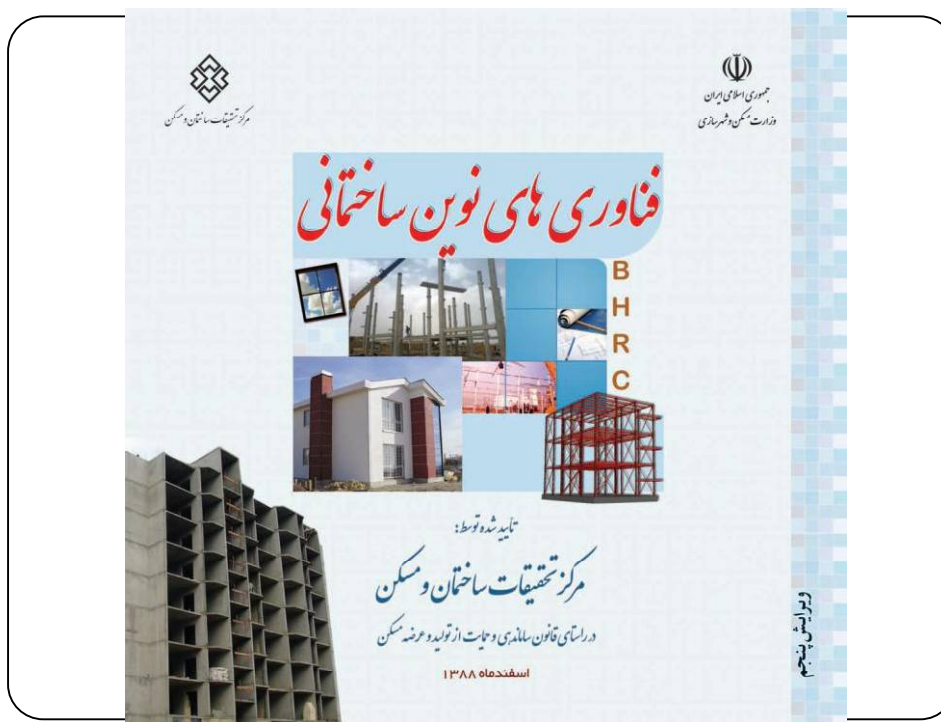


معرفی تعدادی از نشریات و استانداردهای مرتبط با سقف های تیرچه بلوک با استفاده از تیرچه های فولادی با جان باز

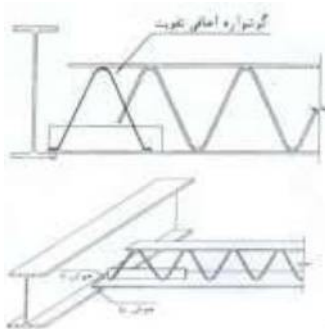


- کتابچه فناوریهای نوین مرکز تحقیقات (ویرایش: ۱۳۸۸)
- نشریه به شماره ۱۵۱ (ویرایش: ۱۳۸۱)
- نشریه به شماره ۵۴۳ (ویرایش: ۱۳۹۰)
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۹۷۷ (ویرایش: ۱۳۸۹)
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۱۰۸ (ویرایش: ۱۳۹۰)





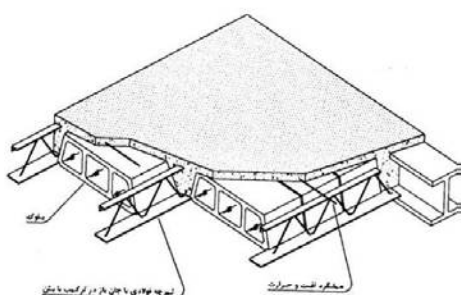
۴-۲-۲ تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن



سقف های تیرچه فولادی با جان باز در ترکیب با بتن، از اجزای اصلی به شرح زیر تشکیل می شوند که استفاده از این سیستم در صورت رعایت الزامات تدوین شده در این مرکز بلامانع است:

- ۱- تیرچه فولادی با جان باز
- ۲- بلوک
- ۳- میلگرد افت و حرارت
- ۴- کلاف عرضی
- ۵- بتن پوششی درجا

تیرچه های فولادی با جان باز شامل بال تحتانی، اعضای قطری و بال فوقانی می باشند که اعضای پیش ساخته ای هستند که به صورت خراباهای ویژه دو سر ساده ای برای توزیع یکنواخت بار سقف به تکیه گاه ها به کار می روند. بال تحتانی تیرچه که از تسمه ساخته شده به عنوان عضو کششی خرابا عمل می کند. اعضای قطری تیرچه که از میلگرد می باشند به عنوان عضو مورب خرابا عمل نموده و به کمک اعضای فشاری و کششی، ایستایی لازم را برای تحمل بارهای وارده تأمین می نمایند. بال فوقانی تیرچه، از نبشی، تسمه یا ناودانی ساخته شده و در داخل بتن پوششی قرار می گیرد. در سقف حاصله، بال فوقانی و جان تیرچه ها در بتن محاط بوده و به صورت یکپارچه به عنوان یک مقطع مرکب T شکل بتن آرمه عمل می نماید.



برای مقابله با تنش‌های ناشی از افت و تغییرات دما، میلگردهای افت و حرارت در جهت عمود بر تیرچه‌ها در قسمت بالایی سقف نصب می‌شوند.

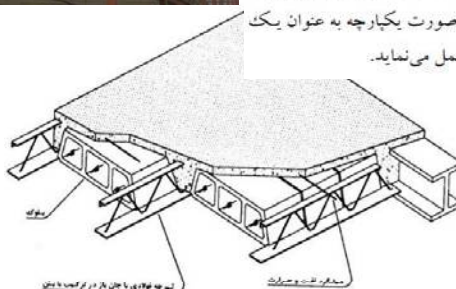
برای تامین یکپارچگی سیستم، استفاده از کلاف عرضی در این سقف الزامی است که شامل دو میلگرد به قطر حداقل ۱۲ میلی‌متر است. یک میلگرد روی بال تختانی و یک میلگرد در زیر یا روی بال فوقانی به موازات هم به صورت عمود بر تیرچه‌ها به آنها جوش می‌شود.



۲-۲-۴ الزامات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تیرچه‌های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن



تیرچه‌های فولادی با جان باز شامل بال تختانی، اعضای قطری و بال فوقانی می‌باشند که اعضای پیش ساخته‌ای هستند که به صورت خراباهای ویژه دو سر ساده‌ای برای توزیع یکنواخت بار سقف به تکیه‌گاه‌ها به کار می‌روند. بال تختانی تیرچه که از تسمه ساخته شده به عنوان عضو کششی خرابا عمل می‌کند. اعضای قطری تیرچه که از میلگرد می‌باشند به عنوان عضو مورب خرابا عمل نموده و به کمک اعضای فشاری و کششی، ایستایی لازم را برای تحمل بارهای وارده تامین می‌نمایند. بال فوقانی تیرچه، از نبشی، تسمه یا ناودانی ساخته شده و در داخل بتن پوششی قرار می‌گیرد. در سقف حاصله، بال فوقانی و جان تیرچه‌ها در بتن محاط بوده و به صورت یکپارچه به عنوان یک مقطع مرکب T شکل بتن آرمه عمل می‌نمایند.



۴-۲-۲ الزامات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن

- استفاده از کلاف عرضی در این نوع سقف مطابق بند ۲-۱-۴ نشریه شماره ۱۵۱ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور الزامی است.
- فاصله آزاد تیرچه ها نباید از ۷۵ سانتی متر تجاوز نماید.
- عرض بال تختانی تیرچه ها در حالت استفاده از بلوک های سفالی یا بتنی نباید کمتر از ۱۲ سانتی متر و دو هفتم ضخامت سقف باشد. در حالت استفاده از بلوک های پلی استایرنی این عرض نباید کمتر از ۱۴ سانتی متر و دو هفتم ضخامت سقف باشد.
- ضخامت دال بتنی نباید از یک دو از دهم فاصله آزاد بین تیرچه ها و ۵ سانتی متر کمتر باشد.
- سطح مقطع اعضای قطری تیرچه ها نباید از $0.0015b_m t$ کمتر اختیار شود که در این رابطه b_m عرض متوسط جان مقطع و t فاصله دو عضو قطری متوالی است.
- قسمت هایی از تیرچه که داخل بتن قرار می گیرد نباید رنگ شود.
- ضخامت ورق ها، نشی ها و پروفیل هایی که جوشکاری می شوند، نباید از ۳ میلی متر کمتر باشد.
- بارگذاری ثقلی این سقف ها مطابق محت ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان بارهای وارد بر ساختمان صورت گیرد.



جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

راهنمای طراحی و اجرای سقف تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها
<http://www.omran.net/sb.mpo>

نشریه شماره ۱۵۱

جمهوری اسلامی ایران
معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

دستورالعمل طراحی و اجرای سقف های تیرچه و بلوک

تیرچه های پیش ساخته خربایی و تیرچه های فولادی با جان باز

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی

<http://tec.mporg.ir>

نشریه شماره ۵۴۳



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran

ISIRI

11108

1st. edition



استاندارد ملی ایران

۱۱۱۰۸

چاپ اول

بلوک ها و صفحات ساخته شده از دانه های
پلی استایرن منبسط شونده - ویژگی ها

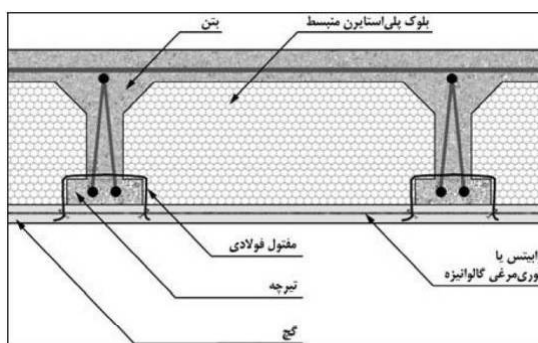
راهنمای استفاده از بلوک سقفی پلی استایرن در استاندارد ۱۱۱۰۸

برای حفاظت از بلوک سقفی پلی استایرن و جلوگیری از برخورد مستقیم هرگونه حریق احتمالی با آن لازم است تا زیر سقف به وسیله پوشش مناسب محافظت شود. پوشش باید به تیرها و تیرچه ها متصل و مهار شود. اتصال مستقیم به بلوک پلی استایرن (گچکاری مستقیم بر روی بلوک بدون استفاده از اتصالات مکانیکی) به تنهایی قابل قبول نیست.



پوشش گچ یا پوشش های محافظ پایه گچ-پرلیت یا گچ-ورمیکولیت یا تخته گچی ضخامت حداقل ۱/۵ سانتیمتر که به نحو مناسب و مستقل از بلوک به سقف سازه ای مهار شده .

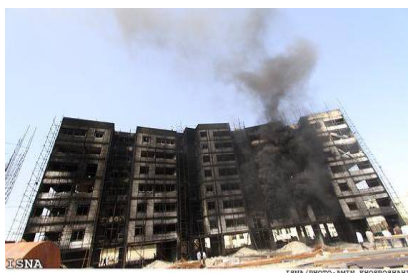
اتصال مستقیم اندود به بلوک با هر شکل هندسی (اعم از معمولی یا دارای انواع شیار) به تنهایی و بدون استفاده از اتصالات مکانیکی هیچ وجه مجاز نبوده و ضرورتاً از اتصالات مکانیکی مهار شده به تیرها و تیرچه ها نظیر سامانه راپیتس) استفاده شود. تولیدکنندگان موظف هستند از ارائه هرگونه اطلاعات شفاهی یا کتبی به مصرف کنندگان که مغایر با این موضوع باشد، خودداری نمایند.



اجرای غیر اصولی اندود زیر سقف تیرچه کرمیت

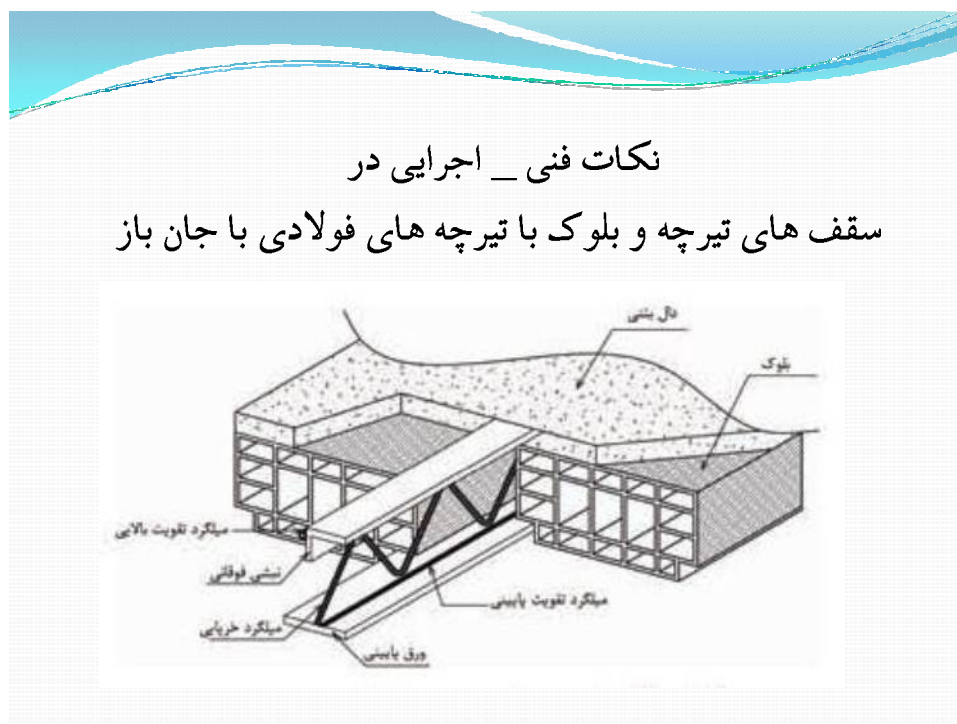


ادامه راهنمایی در خصوص استفاده از بلوک های سقفی پلی استایرن منبسط شده



انبار کردن بلوک ها در کارگاه ساختمانی: بلوک های پلی استایرن منبسط شده در محل کارگاه ساختمانی به دور از هر گونه مواد قابل اشتعال (نظیر رنگها، حلالها یا زباله های قابل اشتعال) نگهداری شوند محل نگهداری باید به گونه ای باشد که از احتمال ریزش یا تماس براده های داغ یا جرقه های ناشی از جوشکاری یا هرگونه شیء داغ دیگر با بلوکها در کارگاه ساختمانی پیشگیری شود. محل انبار اصلی بلوکها حتی الامکان دور از محل عملیات ساختمانی باشد تا از سرایت هرگونه شعله یا حریق احتمالی به محل انبار اصلی جلوگیری شود.

ISIRI 12977 1st. Edition	 جمهوری اسلامی ایران Islamic Republic of Iran مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران Institute of Standards and Industrial Research of Iran	 استاندارد ملی ایران ۱۳۹۷۷ چاپ اول
تیرچه با جان باز مورد مصرف در سقف ساختمان - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون Open web joist for application in building floor - Specifications and test methods		



اندازه گیری براساس نشریات قبل :

➤ تهیه نقشه اجرا :

423	333
424	333
424	333
423	336
424	334
425	334
425	334



محدودیت‌های تیرچه فولادی با جان باز براساس نشریه ۵۴۳ :

براساس بند ۱-۲-۲-۳-۲ :

۱- فاصله آزاد تیرچه‌ها نباید از ۷۵ سانتی‌متر تجاوز نماید.



شکل ۸-۲- فاصله‌ی آزاد بین تیرچه‌های فولادی

۲- عرض بال تحتانی تیرچه‌ها نباید کمتر از ۱۰ سانتی‌متر و یا دو هفتم ضخامت سقف باشد.

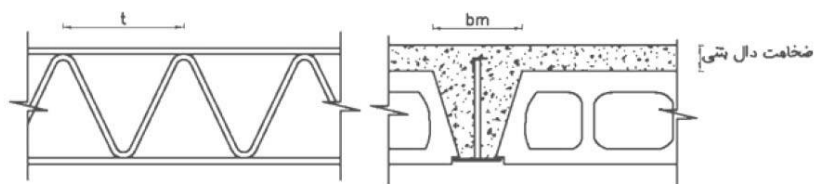
برای دهانه‌های کوچکتر از ۴ متر می‌توان حداقل عرض بال تحتانی تیرچه را به ۸ سانتی‌متر تقلیل داد.



شکل ۹-۲- عرض بال تحتانی تیرچه‌های فولادی

محدودیت‌های تیرچه فولادی با جان باز براساس نشریه ۵۴۳:

۳- سطح مقطع اعضای قطری تیرچه‌ها نباید از $(0.0015 b_m f)$ کمتر اختیار شود که در این رابطه، مطابق (شکل ۱۰-۲) b_m عرض متوسط جان مقطع و t فاصله‌ی دو عضو قطری متوالی است.



شکل ۱۰-۲- مشخصات هندسی سقف تیرچه و بلوک با تیرچه‌ی فولادی

- ۴- قسمت‌هایی از تیرچه که داخل بتن قرار می‌گیرد، نباید رنگ شود.
- ۵- ضخامت ورق‌ها، نبشی‌ها و پروفیل‌هایی که جوشکاری می‌شوند، نباید از ۳ میلی‌متر کمتر باشد.
- ۶- سیستم تیرچه‌های فولادی که مشمول ضوابط فوق نباشند، باید بصورت سیستم تیر و دال یک طرفه طراحی شود.
- ۷- بعد جوش میلگرد جان به ورق‌های بال، $\frac{d}{2}$ منظور می‌شود (d قطر میلگرد جان می‌باشد).

رنگ آمیزی در تیرچه:

قسمت‌هایی از تیرچه که داخل بتن قرار می‌گیرد، نباید رنگ شود.

کلیه مصالح قطعات فولاد باید طبق مشخصات جدول ۱۰-۴-۵ رنگ شود.

جدول ۱۰-۴-۵ حداقل ضخامت رنگ آمیزی قطعات فولادی در شرایط محیطی مختلف

شرایط محیطی	آماده‌سازی سطح فولاد	نوع و ضخامت رنگ		
		قطعه فولاد در داخل دیوار و نازک‌کاری	قطعه فولاد به‌صورت روباز لیکن درون محیط بسته	قطعه فولادی در معرض شرایط جوی
معتدل ^(۱)	Sa 2	۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی	۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی ۴۰ میکرون رویه الکیدی	۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی ۴۰ میکرون لایه میانی الکیدی ۴۰ میکرون رویه الکیدی
سخت ^(۲)	Sa 2.5	۴۰ میکرون استرایوکسی غنی از روی	۴۰ میکرون استرایوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	۴۰ میکرون استرایوکسی غنی از روی ۶۰ میکرون استرایوکسی غنی از روی ۶۰ میکرون رویه اپوکسی پلی‌یورتان
بسیار سخت و ساحلی ^(۳)	Sa 3	۴۰ میکرون استرایوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	۶۰ میکرون استرایوکسی غنی از روی ۶۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۶۰ میکرون رویه اپوکسی پلی‌یورتان	مثل ناحیه جزر و مدی که نیاز به مطالعه خاص دارد حداقل سه لایه اپوکسی با ضخامت کل ۴۰۰ میکرون

عوامل موثر در لرزش سقف:

- حساسیت استفاده کننده
- نوع استفاده از سقف (مسکونی - ورزشی - پل های عابر پیاده و یا خودرو و...)
- کم بودن وزن سقف
- بلند بودن دهانه
- پایین بودن ممان اینرسی سقف
- نداشتن میراگر (تیغه ها، لوازم منزل و ...)
- لرزش پل های ساختمان
- لرزش ستون های ساختمان، مخصوصاً ساختمان های بلند

برای پایین آوردن لرزش باید دلایل فوق مورد بررسی قرار گرفته و رفع گردد.

کنترل تغییر مکان:

محاسبه تغییر مکان در تیرچه فولادی به نحوه اجرای آن بستگی دارد. در حالت کلی کنترل تغییر مکان شامل دو بخش (تحت بار زنده، به تنهایی و تحت تمام بارهای مرده و زنده) و به صورت زیر است:

$$\delta_{\max} \leq \frac{L}{360} \quad \text{برای بار زنده} \quad (27-2)$$

$$\delta_{\max} \leq \frac{L}{240} \quad \text{برای تمام بارهای مرده و زنده} \quad (28-2)$$

در فرمول های فوق، δ_{\max} حداکثر تغییر مکان تحت بارهای وارده و L طول دهانه ای آزاد تیرچه است.

نحوه محاسبه تغییر مکان حداکثر، δ_{\max} ، در فرمول (28-2) وابسته به چگونگی اجرای سقف تیرچه و بلوک (اجرا با شمع بندی یا بدون شمع بندی) دارد. تعیین تغییر مکان حداکثر در هریک از حالات مذکور، در شرایط تکیه گاهی دو سر مفصل، به صورت زیر است:

$$\delta_{\max} = \frac{5(W_D + W_L)L^4}{384EI_{tr}} \quad \text{اجرا با استفاده از سیستم شمع بندی} \quad (29-2)$$

$$\delta_{\max} = \frac{5W_D L^4}{384EI_s} + \frac{5W_L L^4}{384EI_{tr}} \quad \text{اجرا بدون سیستم شمع بندی} \quad (30-2)$$

کنترل ارتعاش براساس نشریه ۵۴۳:

۲-۳-۲-۳- کنترل ارتعاش

به منظور جلوگیری از ارتعاش سقف تیرچه و بلوک، تیرچه‌های فولادی بایستی به گونه‌ای طراحی شوند که نسبت ارتفاع به دهانه

$\left(\frac{d}{L}\right)$ از $\frac{1}{20}$ کمتر نگردد. d ارتفاع کل مقطع تیر (شامل ارتفاع بتن) و L طول مرکز به مرکز تکیه‌گاهی تیر است. همچنین لازم

است فرکانس نوسانی در تیر فولادی محاسبه گردد، که این فرکانس باید از ۵ هرتز بیشتر باشد.^۱



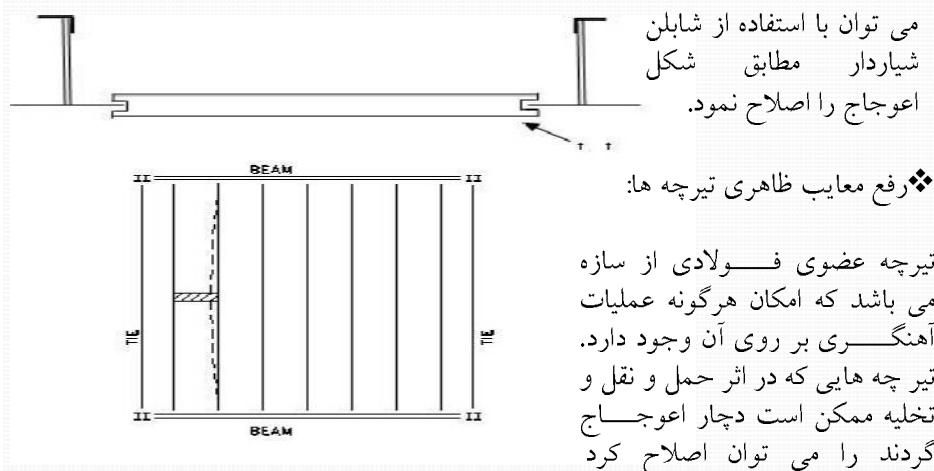
گام به گام اجرای سقف تیرچه و بلوک با تیرچه های فولادی با جان باز:

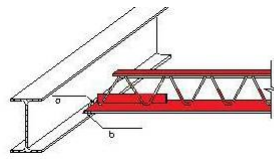
- * اندازه گیری تیرچه ها
- * تنظیم و ارسال مشخصات تیرچه به سازنده تیرچه
- * ارسال تیرچه از کارگاه ساخت به محل اجرا و کنترل آن
- * تقسیم بندی تیرچه در کارگاه بر اساس نقشه از پیش تهیه شده
- * انتقال تیرچه بر روی سازه (فلزی - بتنی)
- * تقسیم تیرچه در محل استقرار بوسیله شابلون بلوک مصرفی و تامین تکیه گاه لازم
- * اجرای بلوک گذاری و انتقال بلوک بر روی سقف و تکمیل سقف
- * تعیین محل کلاف عرضی و نحوه میلگرد گذاری
- * میلگرد حرارتی
- * کنترل میلگرد های حرارتی و کلاف عرضی و قالب بندی کلاف های عرضی و دور سقف
- * بلوک چینی در نقاطی که از بلوک کامل نمیتوان استفاده کرد.
- * پخش و تسطیح بتن روی

تهیه جدول اندازه تیرچه ها یا برگه سفارش تیرچه

نام نمایندگی/مستری:		شماره قرارداد:		تاریخ قرارداد:	
ارتفاع تیرچه: cm		ارتفاع بلوک: cm		بتن ریژی: <input type="checkbox"/> دستی <input type="checkbox"/> پمپ	
طول تیرچه	تعداد تیرچه	طول تیرچه	تعداد تیرچه	طول تیرچه	تعداد تیرچه
توضیحات			امضاء		

تاب گیری احتمالی جانبی تیرچه:



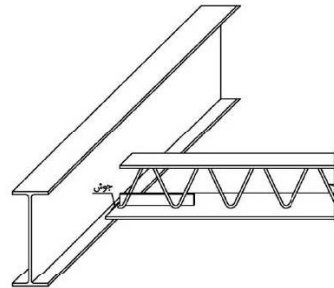


نصب تیرچه گرمیت روی پل تخت فلزی:

بر اساس بند ۲-۳-۲-۴ نشریه ۵۴۳

اندازه نشیمن تیرچه از لبه‌ی تکیه‌گاه فولادی به سمت داخل، باید از طریق محاسبات تعیین شود، اما توصیه می‌شود، در هیچ حالتی کمتر از دو سانتی‌متر نباشد. برای اطمینان در هنگام نصب و همچنین یکپارچگی سقف و اسکلت، انتهای تیرچه باید به تکیه‌گاه جوش شود. طول این جوش حداقل ۵ سانتی‌متر و بعد از آن حداقل ۳ میلی‌متر است (شکل ۲-۱۳).

❖ مطابق ضوابط نشریه اتصال بال فوقانی تیرچه به پل ها، نباید انجام گردد چون می تواند باعث ایجاد پیچیدگی در پل ها و فشار در بال تحتانی تیرچه می گردد. ضمناً خیز اولیه تیرچه با اعمال بارگذاری، بطور کامل حذف نمی شود



شکل ۲-۱۳ - جزئیات اتصال تیرچه به تکیه‌گاه فولادی



❖ اتصال در بال تحتانی تیرچه ها در هر محلی امکان پذیر بوده و باید به صورت جوش، نفوذ کامل و در صورت لزوم با تقویت همراه شود.

❖ اتصال در بال فوقانی نیز به صورت جوش سر به سر بوده و در صورت جوش مناسب می تواند بدون تقویت صورت گیرد.



ضوابط ورق پایینی تیرچه فلزی



فولاد مصرفی ورق پایینی باید با استاندارد ملی شماره ۱۶۰۰ مطابقت داشته و فاقد هرگونه اعوجاج و زنگ زدگی باشد. متأسفانه برخی از مجریان سقف به جهت صرفه اقتصادی از ورق های کهنه و موجدار (پلیسه مانند) استفاده می کنند که این امر باعث ضعف سقف و عدم اجرای جوشکاری مناسب می گردد.

طبق بند ۳-۱-۲ نشریه ۱۵۱ عرض ورق پایینی حداقل ۱۰ سانتیمتر است که تنها در دهانه های کمتر از ۴ متر می توان از عرض ۸ سانتیمتر استفاده کرد.



ضوابط ورق پایینی تیرچه فلزی



Sakhteman@rg

بر اساس بند ۳-۱-۶ نشریه ۱۵۱ حداقل ضخامت ورق پایینی ۳ میلیمتر می باشد اما به موجب بند ۱۰-۹-۵ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ضخامت اجزای سازه ای که در فضای خارج و در معرض عوامل جوی یا اثرات خوردنده دیگر قرار داشته باشند نباید از ۶ میلیمتر کمتر باشد و در محیط های خشک و عاری از هر گونه آثار خوردندگی این مقدار به ۵ میلیمتر کاهش می یابد مگر اینکه در این قطعات پیش بینی ویژه و مؤثری برای جلوگیری از خوردگی به عمل آمده باشد. بنابراین توصیه می شود بال تحتانی تیرچه ها در زیر و در قسمت نشیمن بلوک ها و نیز در ضخامت ورق به شکل مناسبی ضد زنگ بخورد و از ضخامت ورق ذکر شده در مبحث دهم نازکتر اختیار نگردد.



ضوابط حداقل ضخامت ورق پایینی تیرچه فلزی در مبحث دهم مقررات ملی ایران

۱۰-۱-۱۲-۴ حداقل ضخامت قطعات فولادی



به جز قطعاتی که در آنها پیش‌بینی‌های ویژه و مؤثری برای جلوگیری از خوردگی به عمل آمده باشد، محدودیت‌های زیر برای ابعاد قطعات فولادی باید رعایت شود:

الف) ضخامت اجزای اعضای سازه‌ای که در فضای خارج و در معرض عوامل جوی یا اثرات خوردنده دیگر قرار داشته باشند، از ۶ میلی‌متر کمتر نباشد. در محیط‌های خشک و عاری از هرگونه آثار خوردگی، این مقدار به ۵ میلی‌متر کاهش می‌یابد.

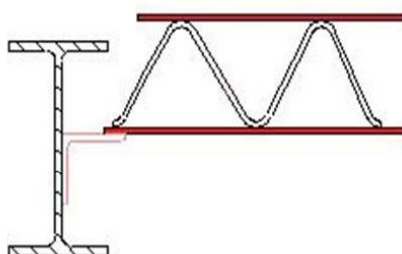
ب) اعضای با مقطع لوله‌ای شکل و یا قوطی شکل که کاملاً آب‌بندی شده و بین داخل و خارج آنها هیچ نشی صورت نگیرد، حداقل ضخامت جدار ۴ میلی‌متر و در اعضای داخلی که نسبتاً از خوردگی محفوظ باشند، ۳ میلی‌متر می‌باشد.

پ) برای تیرمخ‌های سرد تا شده از ورق، باید به‌آیین‌نامه مربوطه مراجعه گردد.



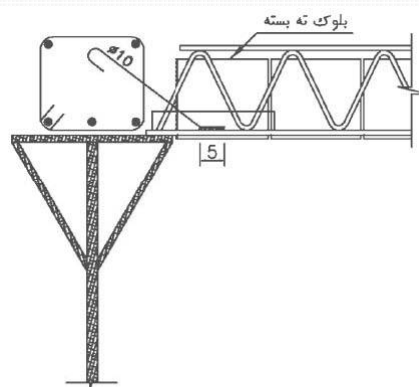
نصب تیرچه گرمیت روی پل آویز فلزی:

در صورتی که بال تحتانی تیرچه‌ها بالاتر از بال تحتانی تیر اصلی باشد، باید تکیه‌گاه مناسبی بر روی جان تیر اصلی تعبیه گردد. برای این منظور استفاده از نبشی نشیمن مناسب است. طول نشیمن باید حداقل ۲ سانتی‌متر بزرگتر از عرض بال تحتانی باشد.



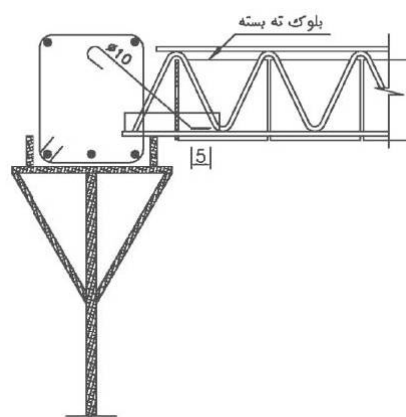
نصب تیرچه گرمیت روی پوتر تخت بتنی براساس نشریه ۵۴۳:

انتهای تیرچه باید حداقل به اندازه ۱۰ سانتی متر داخل کلاف بتنی افقی یا تیر بتنی قرار گیرد. در مواردی که تیرچه روی تیر یا شناژ بتنی قرار می گیرد، جزئیات اتصال آن می تواند مطابق (شکل ۱۱-۲) و (شکل ۱۲-۲) باشد.



شکل ۱۱-۲ جزئیات اجرایی تیرچه ی فولادی با تکیه گاه مصالح بنایی یا بتنی

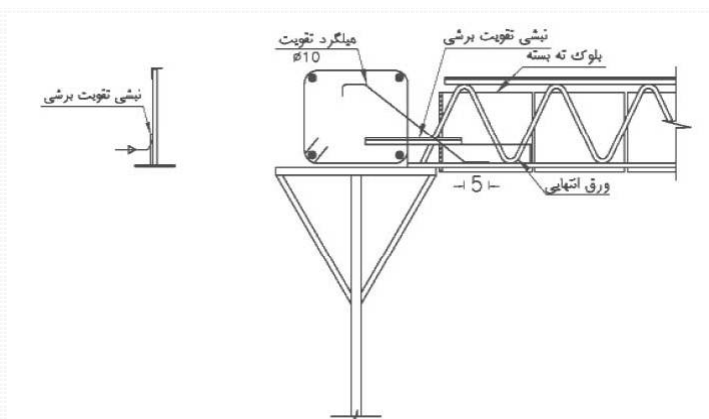
نصب تیرچه گرمیت روی پوتر آویز بتنی براساس نشریه ۵۴۳:



شکل ۱۲-۲ جزئیات اجرایی تیرچه ی فولادی با تکیه گاه مصالح بنایی یا بتنی

نصب تیرچه گرمیت روی پوتر آویز بتنی براساس نشریه ۵۴۳:

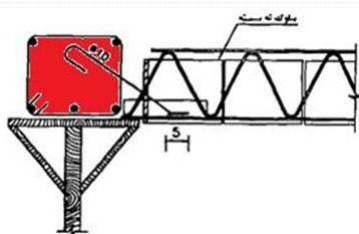
در تیرهای بتنی باید کنترل لازم جهت انتقال برش انجام گرفته و براساس نیروهای وارده از طریق تعبیه‌ی نبشی اتصال برشی و یا میلگرد برشی، مقاومت برشی لازم تأمین گردد (شکل ۱۳-۳).



شکل ۱۳-۳ - نحوه‌ی تعبیه‌ی نبشی در محل اتصال (تقویت برشی)

تقویت برشی:

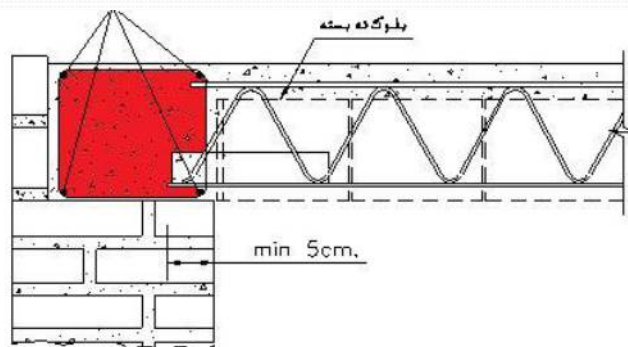
اودکا جهت جلوگیری از برش ناشی از بارهای وارده در تکیه گاه تیرچه مورد استفاده قرار می گیرد. مهندس محاسب می تواند بجای اودکا از هر وسیله دیگری برای انتقال برش کمک بگیرد. در تیرچه های گرمیت به صورت معمول تقویت برشی به شکل زیر انجام می شود:



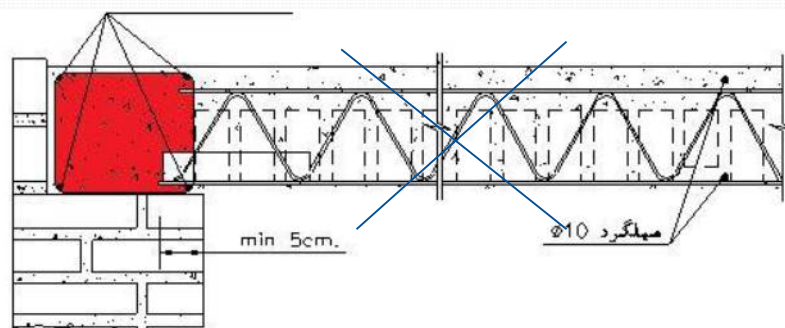
❖ استفاده از میلگرد زیگزاگ برشی جان در تکیه گاه ۲ حداقل شماره ده به بالا می باشد.

❖ -استفاده از ورق برشگیر که سهم مهمی از برش را به خود اختصاص می دهد.

نصب تیرچه گرمیت روی دیوار باربر:



نصب تیرچه گرمیت در طاق ضربی!؟



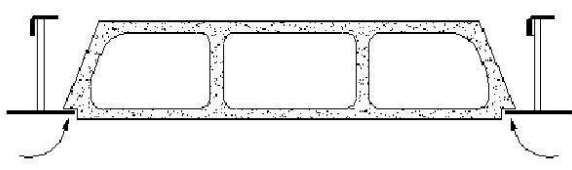


بلوک چینی:

بر اساس بند ۲-۳-۲-۳-۳ نشریه ۵۴۳:

- (۱) بلوک‌های سقفی مورد استفاده باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۳-۲-۳-۳ با عنوان «بلوک‌های سقفی مورد استفاده در سقف‌های تیرچه و بلوک - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون» باشند. در این استاندارد، ویژگی، نمونه‌برداری و روش آزمون بلوک‌های سقفی آمده است.
- (۲) مواد تشکیل دهنده بلوک نباید روی بتن درجا اثر شیمیایی داشته باشند.
- (۳) ارتفاع و عرض بلوک‌های سقفی، تابع ضخامت کل سقف و فاصله‌ی تیرچه‌ها از همدیگر می‌باشد. طول بلوک معمولاً ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر است. لبه‌های دو طرف بلوک جهت جابجایی بهتر بتن در بین دو بلوک (جان تیرچه)، به شکل شیب‌دار طراحی می‌گردند.
- (۴) وزن بلوک باید حداکثر ۲۰ کیلوگرم باشد، به نحوی که به آسانی با دست در روی سقف جابجا شود. معمولاً وزن بلوک سفالی، ۷ کیلوگرم و وزن بلوک‌های بتنی با مصالح رودخانه‌ای، ۱۱ تا ۱۷ کیلوگرم است. ابعاد و وزن بلوک‌ها، با توجه به مشخصات کارخانه‌های سازنده، متفاوت است و جهت تعیین وزن و ابعاد دقیق آنها می‌توان به مشخصات فنی مربوطه مراجعه کرد.

در ادامه ضوابط و محدودیت‌های هر یک از انواع بلوک‌های سقفی بتنی و سفالی به تفکیک عنوان می‌گردد.



بلوک سیمانی:

❖ ته بسته کردن بلوک‌ها جهت عدم نفوذ بتن به داخل سقف، در کناره ریب‌ها و بل‌های ساختمانی باید از بلوک ته بسته استفاده شود. این عمل با ریختن اندکی دوغاب گچ به ته بلوک میسر می‌گردد

- (۱) مصالح مصرفی در ساخت بلوک بتنی باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۹۰۹ با عنوان «ویژگی‌ها و روش‌های آزمون تیرچه و بلوک سقفی» باشد.
- (۲) ضخامت جداره‌ها و تیغه‌های هر بلوک نباید از ۱۵ میلی‌متر کمتر باشد.
- (۳) تکیه‌گاه لبه بلوک که بر روی تیرچه می‌نشیند، نباید از ۱۷٫۵ میلی‌متر (تبدیل به افقی) کمتر باشد.
- (۴) در صورتی که لازم باشد فاصله مرکز تا مرکز دو تیرچه، بیش از ۷۰ سانتی‌متر باشد، باید از بلوک‌های بتنی مسلح استفاده شود.
- (۵) رواداری ابعادی در عرض هر بلوک ± 2 میلی‌متر و در طول و ارتفاع ± 5 میلی‌متر می‌باشد.



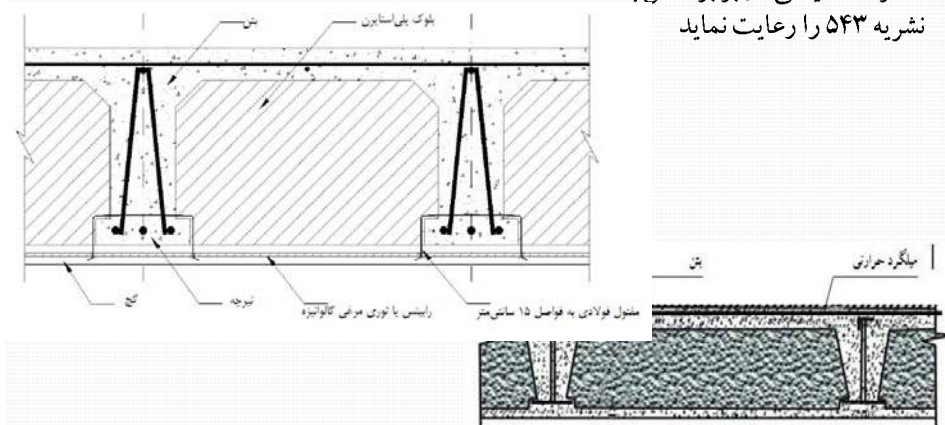
بلوک سفالی:

۲-۳-۲-۳-۲- ضوابط و محدودیت‌های بلوک‌های سقفی سفالی

- (۱) مصالح مصرفی در ساخت بلوک‌های سفالی، باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۶۳ با عنوان «خاک - خاک رس جهت ساخت آجر رسی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون» باشد.
- (۲) بلوک‌های سفالی باید تا جایی که ممکن است عاری از ترک و ذرات منسپا شونده آهک باشد. رنگ آنها باید یکنواخت بوده و بطور یکسان، کاملاً در کوره پخته شده باشند. سطوح بلوک‌های سفالی باید صاف، مسطح و عاری از انحنا و خمیدگی و دارای لبه‌های تیز، مستقیم، کاملاً صاف و عاری از پریذگی باشد. بافت بلوک در مقطع به صورت ریز، متراکم و یکنواخت باشد. سطوح خارجی بلوک باید شیار دار باشد تا میزان چسبندگی بتن بالایی و همچنین نازک‌کاری زیر سقف را افزایش دهد.
- (۳) ضخامت جداره‌ها و تیغه‌های هر بلوک نباید کمتر از ۵ میلی‌متر باشد.
- (۴) عرض تکیه‌گاه بلوک که بر روی تیرچه می‌نشیند، نباید از ۱۷٫۵ میلی‌متر (تبدیل به افق) کمتر باشد.
- (۵) در صورت استفاده از بلوک سفالی، فاصله‌ی مرکز تا مرکز بین دو تیرچه نباید از ۶۰ سانتی‌متر بیشتر باشد.
- (۶) رواداری در عرض هر بلوک ۴ میلی‌متر و در طول و ارتفاع ۵ میلی‌متر می‌باشد.
- (۷) میزان جذب آب بلوک‌های سفالی طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۷ با عنوان «فرآورده آجر رسی - ویژگی و روش آزمون»، کنترل می‌شود.

➤ بلوک پلی استایرن یا یونولیت:

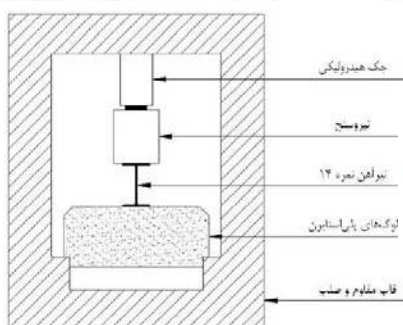
- ❖ در صورت استفاده از سقف کرمیت، با استفاده از بلوک پلی استایرن، می‌توان سازه را سبک تر طراحی نمود
- ❖ الزامات ایمنی در برابر آتش بند ۲-۳-۲-۴-۱ نشریه ۵۴۳ را رعایت نماید



الزامات مکانیکی بلوک پلی استایرن براساس بند ۲-۳-۲-۴-۳ نشریه ۵۴۳:

(۱) حداقل مقاومت بلوک‌های تولیدی در برابر بارهای حین اجرا باید برابر با ۲۰۰ کیلوگرم به ازای هر ۳۰ سانتی‌متر طول بلوک باشد. این بار باید در نواری به عرض حداکثر ۷ سانتی‌متر در وسط بلوک اعمال شود.

(۲) لازم است تا کارخانجات تولیدکننده بلوک سقفی از جنس پلی‌استایرن منبسط شده دارای آزمایشگاه حداقل برای کنترل رواداری‌های ابعادی و باربری بلوک باشند.



شکل ۲-۱۵ - آزمایش باربری بلوک‌های پلی‌استایرن

(۳) استفاده از بلوک‌های با طول کمتر از ۳۰ سانتی‌متر ممکن است خطر شکست بلوک را در پی داشته باشد. لذا به مصرف‌کنندگان توصیه می‌شود از به کار بردن بلوک‌های با طول کمتر خودداری نمایند.

(۴) استفاده از بلوک‌های توخالی با طول کمتر از بلوک کامل (برش آن به قطعات) استفاده از یک بلوک کامل ممنوع است.

مشخصات ظاهری بلوک‌های پلی استایرن مصرفی مطابق نشریه ۵۴۳:

(۱) بلوک‌ها باید دارای ظاهر سالم و یکپارچه باشند. سطح بلوک باید نسبتاً صاف باشد و بین دانه‌های پلی‌استایرن فاصله‌ی مشخص ظاهری وجود نداشته باشد.

(۲) لازم است تا نام تولید کننده، کندسوز بودن محصول، حداقل چگالی و اندازه‌های طول، عرض و ضخامت بلوک بر روی تمام بلوک‌های تولیدی کارخانه حک یا چاپ یا برچسب شود. در صورت استفاده از چاپ یا برچسب، این کار باید به نحو تثبیت شده صورت گیرد، به گونه‌ای که امکان پاک شدن یا برآمدن ساده در حین نقل و انتقال یا سوءاستفاده توسط افراد وجود نداشته باشد.



➤ قالب فلزی (کرمیت - کامپوزیت):



کنترل ابعادی بلوک سقفی:

۴-۳-۲- کنترل ابعاد و جزئیات اجرایی بلوکها

با استفاده از وسایل اندازه‌گیری کارگاهی مانند خط‌کش، متر و کولیس، ابعاد هندسی بلوک‌ها اندازه‌گیری شده و نتایج به‌دست آمده با ضوابط و محدودیت‌های مربوط به بلوک‌ها، مورد مقایسه و کنترل قرار می‌گیرند.

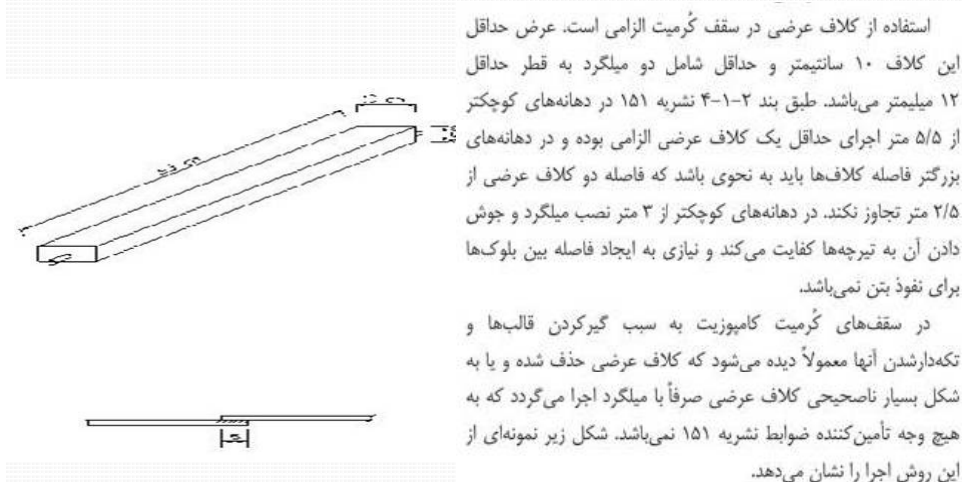
بلوک‌های بتنی، به شکل‌های توپر و توخالی در اندازه‌های مختلف در کارگاه‌های مجهز و کارخانه‌ها تولید می‌شوند. حداقل ضخامت تیغه‌های بلوک‌های بتنی، ۱۵ میلیمتر و حداقل عرض نشیمنگاه بلوک ۱۷/۵ میلیمتر تعیین شده‌است. عرض بلوک‌های بتنی، معمولاً ۲۰ سانتیمتر و وزن آنها بین ۱۱ تا ۱۷ کیلوگرم، متغیر است. رواداری ابعادی در عرض هر بلوک ± 2 میلی‌متر و در طول و ارتفاع ± 5 میلی‌متر می‌باشد.

بلوک‌های سفالی در ابعاد مختلف تولید می‌شوند. عرض بلوک‌های سفالی، معمولاً ۲۵ سانتیمتر است. رواداری در عرض هر بلوک ± 4 میلی‌متر و در طول و ارتفاع ± 5 میلی‌متر می‌باشد. عرض تکیه‌گاه بلوک که بر روی تیرچه می‌نشیند، نباید از ۱۷/۵ میلی‌متر کمتر

باشد



نحوی اجرای ریب (RIB)

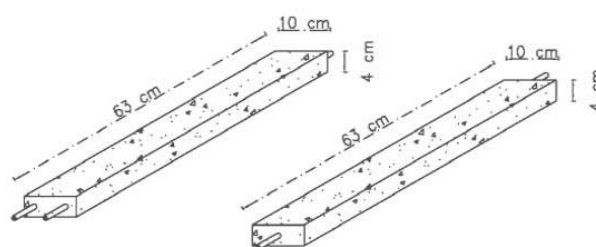


کلاف عرضی با قالب آماده مطابق نشریه ۵۴۳:

۳-۲-۱- اجرای کلاف عرضی با استفاده از قالب آماده

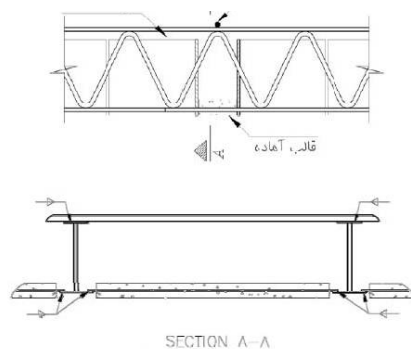
در این روش از قالب های بتنی آماده، در قسمت تحتانی و یک میلگرد به قطر حداقل ۱۲ میلی متر که کاملاً مستقیم و بدون خم باشد، در قسمت فوقانی مطابق (شکل ۳-۱۴) استفاده می شود.

توجه شود که میلگردهایی که از قالب بتنی کلاف عرضی خارج شده اند، باید مطابق (شکل ۳-۱۵)، به بال تحتانی کاملاً جوش شوند.



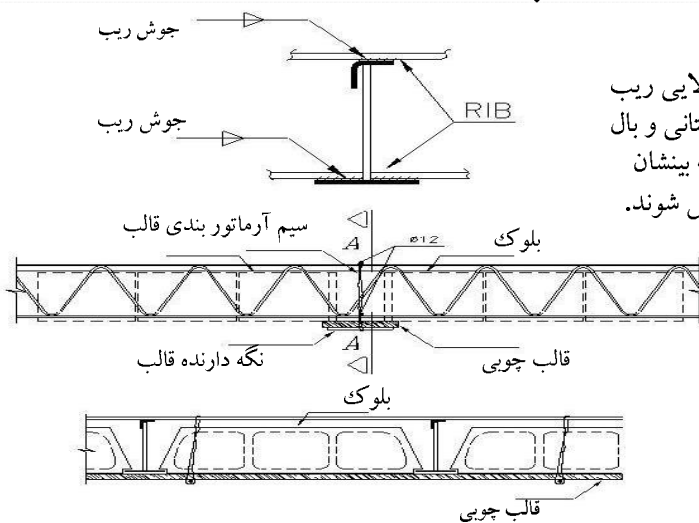
شکل ۳-۱۴- کلاف عرضی

هنگام جوشکاری میلگرد کلاف عرضی، باید دقت شود که تیرچه در اثر جوش آسیب نبیند. اگر میلگرد کلاف عرضی کوتاه باشد، لازم است همپوشانی (Over lap) آن را با قرار دادن میلگردها کنار یکدیگر و جوشکاری به طول حداقل ۵ سانتیمتر تأمین کرد. در صورت وجود تیرهای فرعی بین سئونی (Tic)، میلگردهای کلاف عرضی به آنها نیز جوش می‌شوند. لازم است در دهانه‌های ۳ تا ۵/۵ متر از یک ردیف و دهانه‌های بیش از ۵/۵ متر از ۲ ردیف کلاف عرضی استفاده شود. در سقف‌های تیرچه و بلوک با تیرچه‌ی فولادی استفاده از کلاف عرضی در تمام دهانه‌ها الزامی می‌باشد. برای دهانه‌های کوچکتر از ۳ متر تنها نصب میلگرد و جوش دادن آن به تیرچه‌ها کفایت می‌کند و نیازی به ایجاد فاصله بین بلوک‌ها برای نفوذ بتن (کلاف عرضی پنهان) نیست.



شکل ۱۵-۳ - نحوه‌ی اتصال میلگردهای کلاف عرضی به تیرچه‌ی فولادی

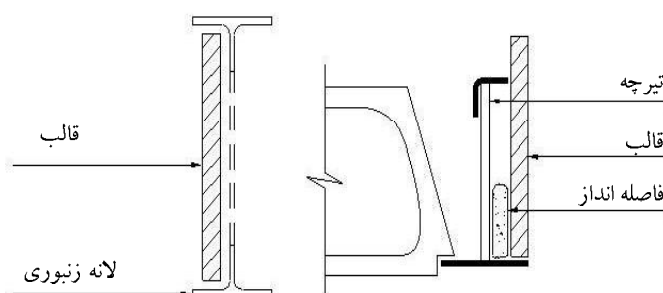
استفاده از ریب درجا



❖ آرماتور پایینی و بالایی ریب
حتماً باید به بال تحتانی و بال
فوقانی تیرچه‌ها که بینشان
قرار می‌گیرد جوش شوند.

قالب بندی دور سقف یا باز شوها

برای قالب بندی از تخته هایی به عرض ۱۲ تا ۲۰ سانتی متر و ضخامت ۲ سانتی متر استفاده می شود. برای جلوگیری از خروج بتن از کناره های تیرهای لانه زنبوری با دیگر فضاها باید از تخته ی قالب بندی استفاده نمود. تخته ها باید بعد از بسته شدن کاملاً محکم باشند، به نحوی که فشار زیاد بتن ریزی را تحمل نمایند



اتصالات:

اتصالات اعضای تیرچه ها و نیز اتصال قطعات و یا وصله ها باید با جوش الکتریکی و براساس ضوابط مندرج در نشریه شماره ۲۲۸ دفتر نظام فنی اجرایی، آیین نامه جوشکاری ساختمانی ایران، باشد.

۲-۳-۱-۴- اتصالات

اتصال میلگردهای عرضی و اعضای بالایی و زیرین خرابی تیرچه، معمولاً توسط نقطه جوش تأمین می شود. می توان از هر نوع عمل جوشکاری مناسب جهت اتصال اعضای خرابا استفاده کرد، مشروط بر آن که در مرحله جوشکاری، از سطح مقطع اعضای خرابی تیرچه کاسته نشود. لذا جوشکاری خرابی تیرچه با شعله (اکسی استیلن و مشابه آن) مجاز نیست. مشخصات مربوط به جوشکاری باید مطابق آیین نامه جوشکاری ساختمانی ایران (نشریه شماره ۲۲۸) باشد.

هنگام جوشکاری میلگرد کلاف عرضی، باید دقت شود که تیرچه در اثر جوش آسیب نبیند.

ضوابط آرماتورافت و حرارت مطابق نشریه ۵۴۳

(۱) آرماتورهای افت و حرارت در دو جهت عمود بر هم و در قسمت دال فوقانی و در حدود ۲ سانتی متر پایین تر از سطح دال قرار می گیرند.



(۲) حداقل قطر میلگردهای افت و حرارت، ۶ میلی متر می باشد.

(۴) حداکثر فاصله ی بین دو میلگرد افت و حرارت در هر دو راستا، ۲۵ سانتی متر است.

(۵) آرماتور بالایی تیرچه در صورتی که داخل دال بتنی بالایی قرار گیرد، می تواند به عنوان آرماتور افت و حرارت در راستای تیرچه منظور شود. ولی به هر حال حداکثر فاصله ی ذکر شده در بند قبل بین آرماتورهای حرارتی باید رعایت گردد.

(۶) با وجود طرح تیرچه ها یا فرض تکیه گاه ساده، لازم است تا آرماتور منفی معادل ۱۵ درصد سطح مقطع آرماتورهای کششی وسط دهانه، در روی تکیه گاه اضافه شود. این میلگردها حداقل تا فاصله ی $\frac{1}{5}$ دهانه آزاد از تکیه گاه به طرف داخل دهانه ادامه می یابند.

ضوابط آرماتورافت و حرارت مطابق نشریه ۵۴۳:

(۳) نسبت سطح مقطع آرماتور حرارت و جمع شدگی به کل سطح مقطع بتن (سطح مقطع دال بالایی) در هر دو امتداد (عمود بر تیرچه و در راستای تیرچه) نباید از مقادیر زیر کمتر اختیار شود:

الف - برای میلگردهای آجدار S220 ، S300 و S350 ۰/۰۰۲

ب - برای میلگردهای آجدار S400 و شبکه های جوش شده صاف یا آجدار ۰/۰۰۱۸

ج - برای میلگردهای آجدار S500 و بالاتر ۰/۰۰۱۵



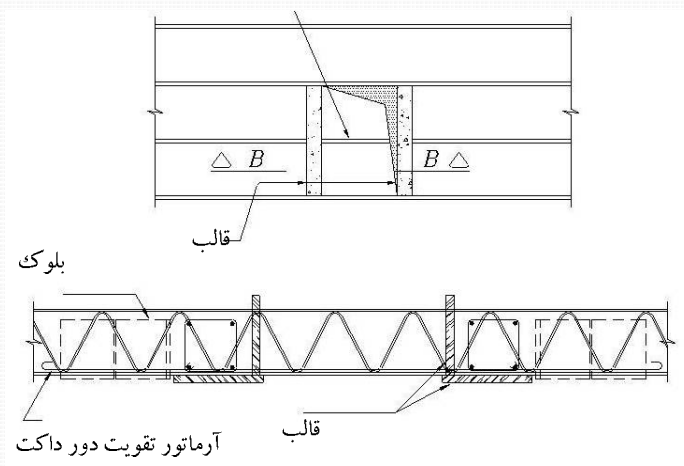
آرماتور حرارتی



طبق بند ۳-۱-۲-۵ نشریه ۱۵۱ فاصله بین میلگردهای افق و حرارت نباید از ۵ برابر ضخامت دال بتنی و ۳۰۰ میلیمتر بیشتر باشد و همچنین قطر آنها از ۵ میلیمتر کمتر نباشد.

در شیوه‌ای از اجرای سقف تیرچه فولادی با جان باز، از قالب‌های فلزی جمع شونده استفاده می‌گردد (گرمیت کامپوزیت). در این روش پس از گیرش بتن قالب جمع‌آوری شده و فاصله تیرچه‌ها تا ۹۰ سانتیمتر افزایش می‌یابد. در این حالت لازم است که از دو ردیف میلگرد در دو جهت عمود بر هم در سقف استفاده شود. ضخامت دال و آرماتور آن در این روش باید بر اساس ضوابط دال‌های یک‌طرفه طرح گردد.

باز شوها (داکت ها)



میلگرد خربایی:

فیلم شکست

میلگرد خربایی به عنوان عضو مورب خرپا عمل نموده و قبل و بعد از گیرش بتن، ایستایی لازم را برای تحمل برش وارده فراهم می‌کند. طبق بند ۱-۲-۳ نشریه ۱۵۱ استفاده از فولاد سخت (AIII) برای میلگردهای خربایی و نیز کلاف‌های عرضی مجاز نمی‌باشد. متأسفانه به علت وفور فولاد AIII و ذوبی در بازار به این موضوع توجهی نشده و استفاده گسترده از این نوع فولادها در تهیه تیرچه مشاهده می‌گردد. جوشکاری میلگردهای AIII مستلزم رعایت تمهیدات خاصی است که هیچکدام رعایت نمی‌شود و از طرفی در خم کردن میلگردها باید حداقل شعاع خم رعایت گردد تا منجر به ترک خوردگی در میلگرد نشود. عموماً نوع میلگردها از شکل آج روی آن قابل تشخیص می‌باشد.

میلگرد خربایی:

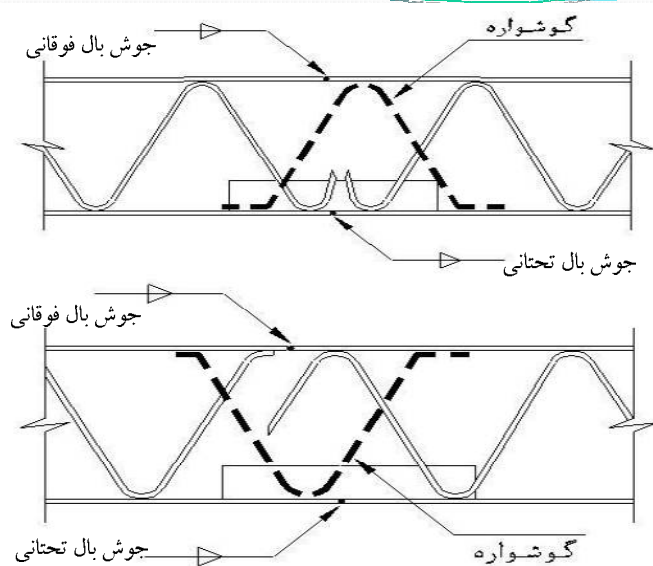
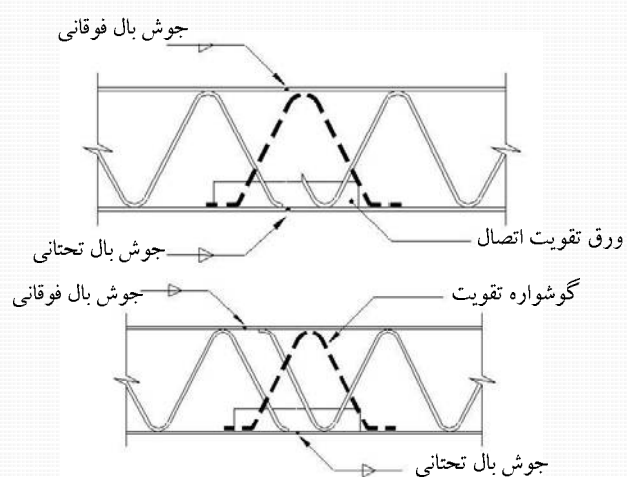


یکی از خرابی‌های رایج و خطرناک در سقف کُرمیت شکست جوش میلگردهای خربایی از محل اتصال می‌باشد. طبق بند ۱-۶-۳ نشریه ۱۵۱ میزان جوش میلگردهای قطری روی ورق تحتانی باید بتواند درحد فاصل لنگر ماکزیمم و لنگر صفر ظرفیت برشی افقی $(A_s \cdot f_y) / 2$ را تحمل نماید و اندازه مؤثر جوش میلگرد روی ورق برابر 0.3 شعاع میلگرد است.



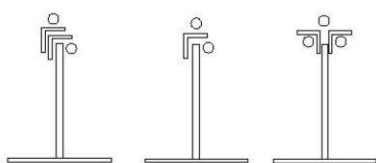
در دهانه‌های بزرگ طول جوش لازم میلگرد خربایی روی بال تحتانی به سختی تأمین می‌گردد و عموماً این مورد در نقشه‌ها و محاسبات مورد توجه قرار نمی‌گیرد. عموماً دیده می‌شود در تیرچه‌های موجود در بازار مقدار جوش برای تیرچه‌های با دهانه کوتاه و بلند برابر است که ناشی از بی‌توجهی به اهمیت موضوع جوش می‌باشد.

جزئیات اتصال تیرچه ها



آرماتور تقویتی:

در بسیاری از موارد جهت اقتصادی نمودن پروژه از تقویت میلگرد برای بال فوقانی و ورق پایینی استفاده می‌شود. استفاده از میلگرد تقویتی تنها در صورتی مجاز است که از نوع فولاد نرم (AI) و یا نیم سخت (AII) باشد و با جوش مناسبی مطابق با ضوابط جوش استاندارد ایران ورق متصل شوند.



ضوابط آرماتورهای تقویتی مطابق نشریه ۵۴۳

۲-۳-۱-۶- آرماتورهای تقویتی

انواع تقویت بال فوقانی تیرچه (نبشی و میلگرد)

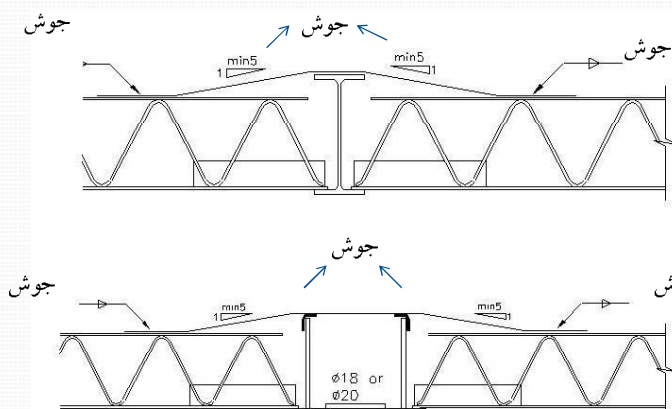
(۱) آرماتورهای تقویتی باید از نوع آچار باشند.

(۲) طول و محل قطع میلگردهای تقویتی مطابق ضوابط آبا بدست می‌آید (این ضوابط در پیوست ۳ نیز ارائه شده‌اند).

(۳) حداقل قطر میلگردهای تقویتی، ۶ میلی‌متر و حداکثر ۱۶ میلی‌متر می‌باشد.

اجرای کنسول

❖ آرماتور منفی

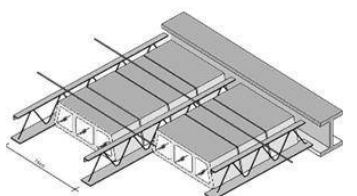


استفاده از آرماتور منفی زمانی در سقف کرمیت لازم است که پل سازه ای به صورت مختلط طراحی شده باشد. در این مورد باید محاسبات میلگرد مربوطه در مورد ترک خوردگی بتن صورت گیرد و بر اساس آن تعیین گردد.

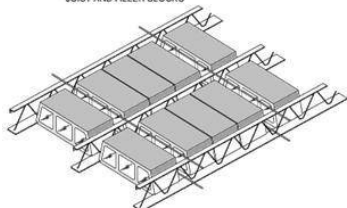
نبشی فوقانی:

نبشی فوقانی قبل از گیرش بتن به عنوان بال فوقانی خرپا عمل نموده و بارهای وارده را تحمل می‌کند. یکی از خرابی‌های رایج در سقف گرمیت کماتش جانبی بال فشاری (نبشی فوقانی) می‌باشد که منجر به خرابی سقف قبل از گیرش بتن می‌شود. این عمل معمولاً در زمان اجرای سقف و وارد آمدن بارهای زیاد ناشی از انباشته شدن بتن و یا ضربه پمپ بتن رخ می‌دهد. جهت اصلاح این اشکال باید فاصله مهارهای جانبی بال فشاری را کاهش داد.

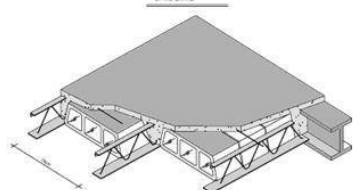
طبق بند ۱-۲-۳-۴-۳ نشریه ۱۵۱ باید آرماتور فوقانی کلاف عرضی به نبشی فوقانی جوش شود تا بال فوقانی تیرچه‌ها را مهار کند. برای این منظور باید کلاف عرضی در فاصله‌های تقریباً مساوی (L_r) اجرا شود به طوری که ضریب لاغری در جهت عمود بر طول تیرچه‌ها از ۱۴۵ بیشتر نشود. همچنین انتهای کلاف عرضی باید هم در بالا و هم در پایین در محل برخورد به تیر فرعی مهار شوند.



JOIST AND FILLER BLOCKS



BRIDGING



نبشی فوقانی:

جهت اطمینان از عدم کماتش بال فشاری توصیه می‌شود آرماتورهای دال نیز به نبشی فوقانی جوش شوند تا فاصله مهارهای جانبی کاهش یابد. در این حال حتماً باید آرماتورهای دال در انتها به تیر فرعی و یا ستون به نحو مناسبی مهار شوند.

در بسیاری از موارد اجرایی به جای استفاده از نبشی استاندارد از ورق‌های خم شده با نورد سرد استفاده می‌شود. کماتش بال فشاری در این ورق‌های خم شده به سبب ایجاد تنش‌های پسماند بیشتر رخ می‌دهد و از طرفی در طراحی ورق خم شده باید از ضوابط طراحی نورد سرد استفاده گردد؛ لذا توصیه می‌شود تا حد امکان از نبشی استاندارد برای بال فوقانی استفاده شود.



❖ استفاده از نبشی های نورد گرم شده (فابریک) در بازار ممکن است بعلت آنکه کلیه این نبشی ها توسط کارخانجات مجاز و با شرائط استاندارد از نظر خواص شیمیایی شمش مصرفی، نحوه گرم کردن شمش و حامل های انرژی جهت گرم کردن شمش (گازنیل، نفت سفید یا مازوت) تولید نگردند و همچنین محدودیت در سایز های نورد شده ممکن است مشکلاتی در جوشکاری و وزن فولاد مصرفی بوجود می آورند، استفاده از ورق خم شده به وسیله نورد و یا پرس بریک (Press Break) های هیدرولیک به عنوان نبشی را ارجع سازد.

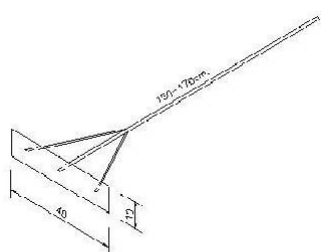
ضوابط بتن ریزی



پس از جاگذاری تیرچه ها و بلوکها بتن پوششی اجرا می شود. طبق بند ۳-۱-۳ نشریه ۱۵۱ ضخامت دال بتنی نباید از ۵۰ میلیمتر و یک دوازدهم فاصله آزاد بین تیرچه ها کمتر باشد. لذا با توجه به فاصله بین تیرچه ها برابر ۷۵ سانتیمتر، حداقل ضخامت دال بتنی بایستی ۵/۵ سانتیمتر باشد. در عمل این مورد کمتر رعایت شده و حتی ضخامت های ۲ سانتیمتر و یا ۳ سانتیمتر نیز به چشم می خورد.



بتن ریزی و نگهداری بتن



• بتن، بسته به میزان رطوبت، درجه حرارت محیط، فشار هوا بعد از تخته ماله کردن اولیه دچار ترک هایی می گردند که حدود دو ساعت بعد از پهن کردن بتن با ماله می توان آنها را پوشانید و در صورتی که آب زیادی بتن بالازده، آن را با کمک پارچه جمع آوری نمود. بتن تا سه روز باید با آب پاشی نگهداری شود

بتن ریزی سقف:



پس از بتن ریزی سقف، بتن به داخل تیرچه ها نفوذ کرده که این عمل سبب افزایش مقاومت برشی تیرچه ها می شود. همچنین با پرشدن جان تیرچه ها با بتن لرزش سقف ها به نحو قابل توجهی کاهش می یابد. با توجه به نشیمن ۲ سانتیمتری بلوک ها روی تیرچه ها و نبود شیب مناسب دیوارهای بلوک در برخی از انواع آن و عرض زیاد پال فوقانی (نشی بالایی)، در موارد بسیاری دیده می شود فاصله ای اندک بین نشی فوقانی و دیواره بلوک وجود داشته و در نتیجه بتن کاملاً به داخل تیرچه نفوذ نمی کند و قسمت هایی از تیرچه خالی می ماند.

در این حالت سهم بتن در تحمل برش حذف شده و میلگردهای خرابایی تیرچه ها باید به تنهایی تمام بارهای پس از گیرش را تحمل کنند که این امر امکان کماتش میلگردهای خرابایی را فراهم می آورد. همچنین امکان پوشیدگی میلگردها و ورق تحتانی نیز در درازمدت وجود دارد. لذا توصیه می گردد قبل از بتن ریزی حتماً این مورد کنترل شده و در حین بتن ریزی نیز، بتن حتماً و بیره شود تا بطور کامل درون تیرچه ها نفوذ کند.



❖ طول زمان باز کردن قالب های زیر سقف، در مورد سقف های کامپوزیت کرمیت، بعلت آنکه بتن در جهت عرضی تحت خمش قرار ندارد، می توانند رفت و آمد را بعد از چهل و هشت ساعت در هوای تابستانی و هفتاد و دو ساعت در هوای ملایم متحمل شود و می توان قالب های زیر آن را باز نمود.

حداقل ضخامت بتن پوششی روی میلگرد:

۷-۹-۳-۳-۶-۹ در صورتی که لازم باشد عضوی دارای درجه آتشبادی معینی باشد، حداقل ضخامت پوشش بتن محافظ میلگردها در برابر حریق باید ضوابط مندرج در فصل نوزدهم را تأمین نماید.

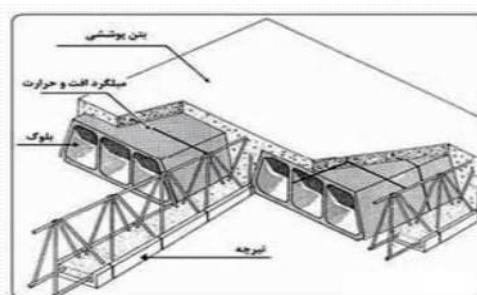
جدول ۹-۶-۵ مقادیر حداقل ضخامت پوشش بتن روی میلگردها (میلی متر)*

نوع قطعه	نوع شرایط محیطی			
	ملایم	متوسط	شدید	بسیار شدید
تیرها و ستون ها	۳۵	۴۵	۵۰	۶۵
دال ها، دیوارها و تیرچه ها	۲۰	۳۰	۳۵	۵۰
پوسته ها و صفحات پلیسه ای	۲۰	۲۵	۳۰	۴۵
شالوده ها	۴۰	۵۰	۶۰	۷۵

* مقادیر داده شده در جدول را می توان به استثنای شرایط محیطی بسیار شدید و فوق العاده شدید به اندازه ۵ میلی متر برای بتن های رده C۲۵ و C۴۰ یا ۱۰ میلی متر برای بتن های رده بالاتر کاهش داد، مشروط بر آن که ضخامت پوشش به هر حال از ۲۰ میلی متر کمتر نشود.
این مقادیر را باید برای میلگردهای با قطر بیشتر از ۳۶ میلی متر به اندازه ۱۰ میلی متر افزایش داد.

ضوابط و محدودیتهای بتن پوششی مطابق نشریه ۵۴۳:

- ۱- بتن پوششی درجه، به عنوان جان تیرچه‌ها و همچنین به عنوان پوشش و قسمت فشاری مقطع T شکل در سقف‌های تیرچه و بلوک عمل می‌نماید.
- ۲- حداقل ضخامت بتن پوشش روی بلوک‌ها، ۵ سانتی‌متر و حداقل رده‌ی آن C20 است.
- ۳- مشخصات مربوط به دانه‌بندی، نسبت آب به سیمان، طرح اختلاط و نگهداری بتن پوششی سقف‌های تیرچه و بلوک، وجه تمایزی نسبت به مشخصات کلی بتن ندارد و باید مطابق با آیین‌نامه بتن ایران (نشریه شماره ۱۲۰) و همچنین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (نشریه شماره ۵۵) باشد.



نمونه برداری:

۲-۳-۴-۲- تیرچه‌ی فولادی با جان باز

در نمونه برداری از تیرچه و مواد اولیه آن باید نکات زیر رعایت شود:

الف) نمونه برداری از تیرچه

نمونه برداری باید از تیرچه‌های آماده‌ی تحویل به مصرف کننده صورت گیرد. برای این منظور از هر ۵۰۰۰ متر تولیدات کارخانه، باید حداقل یک نمونه به صورت تصادفی اخذ و مورد بررسی و آزمایش قرار گیرد. در نمونه برداری باید دقت شود که نمونه‌های انتخابی برای آزمون دارای مشخصات اسمی یکسان و تعداد حداقل آن چهار عدد باشد.

تذکر - در نمونه برداری، اولویت با فرآورده‌های مشابهی است که حداکثر تولید کارخانه را در بر می‌گیرد.

ب) نمونه برداری از میلگرد

به ازای هر ۵۰۰۰ متر تولید باید حداقل ۱ نمونه، از هر نوع مختلف مورد استفاده نمونه برداری شود. نمونه برداری مطابق استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۳۱۳۲ باشد.

نمونه برداری:

(ج) نمونه برداری از ورق‌ها و نبشی‌های خم شده از ورق

به ازای هر ۵۰۰۰ متر تولیدات باید حداقل ۱ نمونه، از انواع مختلف مورد استفاده نمونه‌برداری شود. نمونه‌برداری باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۱۷۹۲ و ۱۷۹۴ باشد.



۳-۳-۴- حداقل‌های نمونه‌برداری در کنترل کیفیت بلوک‌ها

حداقل نمونه‌های موردنیاز در انجام آزمایش کنترل مقاومت بلوک به ازای هر ۱۰۰۰ عدد بلوک هم‌نوع مورد مصرف، یک نمونه و حداقل ۴ نمونه، به‌طور تصادفی انتخاب شده و مورد آزمایش بارگذاری قرار می‌گیرد.

حداقل نمونه‌های موردنیاز در تعیین و کنترل ابعاد بلوک، ۳ عدد و در خصوص انجام آزمایش جذب آب (این آزمایش برای بلوک‌های پلی‌استایرن انجام نمی‌گیرد)، ۲ عدد است. جذب آب بلوک، نباید از ۲۰٪ وزن آن بیشتر شود.

رواداری‌ها:

کنترل ابعاد و سلامت ظاهری تیرچه، باید روی نمونه‌های منتخب از انواع تیرچه‌های خریداری شده و یا تیرچه‌هایی که در کارگاه تولید می‌شوند، انجام گیرد. منظور از انواع تیرچه‌ها، تنوع آنها از نظر نوع و شکل خربای فولادی، قطر و نوع فولاد کششی و عرضی و شرایط تولید محموله‌های مختلف است. طول تیرچه، عامل تنوع به حساب نمی‌آید.

تعداد حداقل نمونه‌های لازم برای کنترل ابعاد و سلامت ظاهری تیرچه‌ها، در بند ۴-۲-۳- عنوان شده است. مقادیر حداکثر

رواداری ابعاد و انحنای قائم و افقی تیرچه‌های خربایی به شرح زیر است:

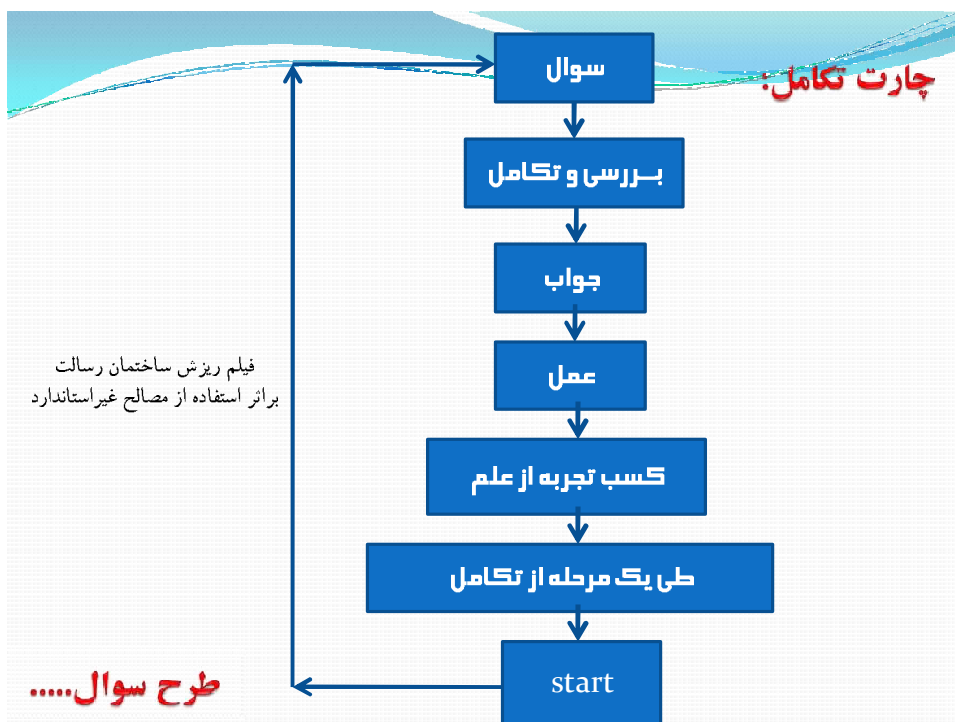
- پوشش بتنی:

جانبی	۵ ± میلی‌متر
زیرین	۵ ± میلی‌متر
- ارتفاع خرپا	۵ ± درصد ارتفاع محاسباتی
- گام میلگردهای عرضی	۲۰ ± میلی‌متر
- طول خرپا	۵۰ ± میلی‌متر
- عرض و ارتفاع پاشنه بتنی	۵ ± میلی‌متر
- انحراف قائم	$\frac{1}{500}$ طول تیرچه
- انحراف طولی	$\frac{1}{500}$ طول تیرچه و حداکثر ۱۰ میلی‌متر

اتصال سقف کاذب:



در سقف‌های گرمیت و به خصوص در سقف‌های گرمیت کامپوزیت برای اتصال سقف کاذب به سقف اصلی از جوشکاری آویزها به ورق تحتانی استفاده می‌شود. این عمل به سبب ضخامت کم ورق و زیر بار بودن آنها و افزایش تنش‌های پسماند ناشی از جوشکاری صحیح نبوده و باید قبل از بتن‌ریزی تمهیدات لازم جهت قراردادن آویزها در دال بتنی پیش‌بینی گردد.



مراجع و استانداردها

- (۱) کتابچه فناوریهای نوین مرکز تحقیقات (ویرایش: ۱۳۸۸)
- (۲) نشریه به شماره ۱۵۱ (ویرایش: ۱۳۸۱)
- (۳) نشریه به شماره ۵۴۳ (ویرایش: ۱۳۹۰)
- (۴) استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۹۷۷ (ویرایش: ۱۳۸۹)
- (۵) استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۱۰۸ (ویرایش: ۱۳۹۰)
- (۶) کتاب "راهنمای سیستمهای پیش ساخته سبک سه بعدی"، تألیف محسن گرامی، حمید راوری، دانشگاه سمنان، ۱۳۸۸.
- (۷) محسن گرامی، حمید راوری، "امتیازات مصالح نوین پانلهای پیش ساخته سبک سه بعدی در ساختمانهای مقاوم در برابر زلزله"، دومین همایش ملی فناوریهای نوین صنعت ساختمان، سازمان مسکن و شهرسازی خراسان رضوی، آذر ماه ۱۳۹۰ (کسب رتبه برتر و مقاله برگزیده همایش).
- (۸) محسن گرامی، حمید راوری، "بررسی الزامات و مزایای کاربرد سیستم پانلی سبک سه بعدی (3d Panel)"، دومین همایش ملی فناوریهای نوین صنعت ساختمان، سازمان مسکن و شهرسازی خراسان رضوی، آذر ماه ۱۳۹۰.

همایش بررسی سقف های کرومیت و متال دک سازمان نظام مهندسی خراسان رضوی ۷ شهریور ۱۳۹۲

عنوان :

سقف های تیرچه و بلوک با تیرچه های فولادی با جان باز

توسط :

محسن گرامی (دکترای مهندسی عمران - عضو هیئت علمی دانشگاه)

mgerami@semnan.ac.ir

حمید راوری (کارشناس ارشد سازه)

H_ravari@yahoo.com

تابستان ۱۳۹۲