

فیلم های آموزشی طراحی و محاسبات ساختمان

## Etabs - Safe

تدریس اختصاصی مهندس سلطان آبادی  
(مولف کتابهای مرجع آموزش نرم افزار های Etabs)

بیش از ۴۴ ساعت فیلم آموزشی

طراحی سازه های فولادی به روش LRFD با نرم افزارهای Etabs و Safe

طراحی سازه های بتنی با نرم افزارهای Etabs و Safe

طراحی و محاسبات سقف ها ( دال ساده - یوبوت - کویباکس و... ) با Safe

مطابق با آخرین تغییرات آیین نامه ها

تشریح کامل نکات آیین نامه ای حین آموزش

مشاهده سرفصل ها و دانلود نمونه های رایگان ...



ETABS  
به زبان فارسی

# سَقِّفَ كَرْمِيَّتْ

تهیه کننده :

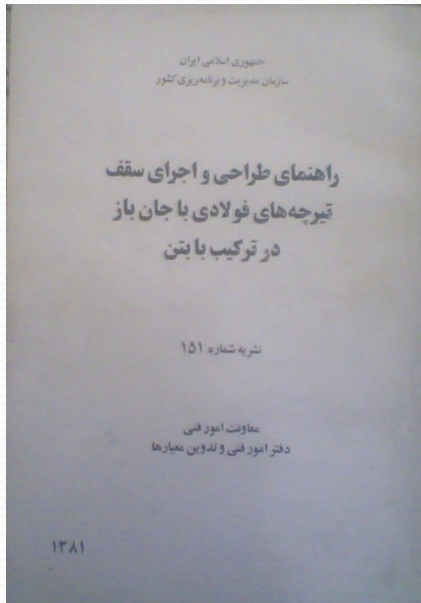
امیر خان فرخانی

## فهرست مطالب :

- ۱- مقدمه
- ۲- آشنایی با سقف گرمیت
- ۳- اجزای اصلی تشکیل دهنده سقف گرمیت
- ۴- مشخصات فنی اجزای سقف گرمیت
- ۵- مزایای استفاده از سقف گرمیت در مقایسه با سقف تیرچه و بلوک معمولی
- ۶- انواع سقف گرمیت
- ۷- مراحل اجرای سقف گرمیت
- ۸- محدودیت های طراحی
- ۹- جمع بندی
- ۱۰- منابع

# مقدمه

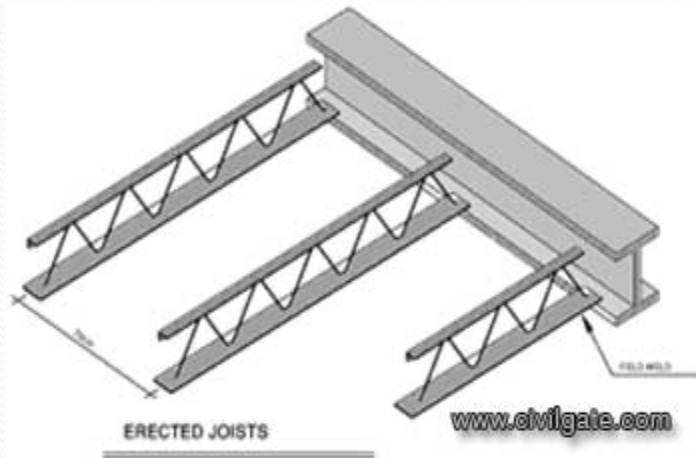
در سالهای اخیر شاهد استفاده ی گسترده از سقفهای **تیرچه و بلوک** با **تیرچه فلزی با جان باز** (اصطلاحاً **کرمیت**) می باشیم. سرعت نسبتاً بالای اجرای این سقف ها به سبب عدم نیاز به شمع بندی و شاید قیمت تمام شده کمتر آنها موجب افزایش تمایل برای استفاده از این روش اجرای سقف شده است. محاسبه و اجرای این نوع سقفها دارای نکات و ریزه کاریهای اجرایی بیشتری نسبت به سایر سقفها می باشد که متأسفانه در بیشتر موارد نادیده گرفته شده و در مجموع شاهد وضعیت نامطلوبی در اجرای این سقفها می باشیم.



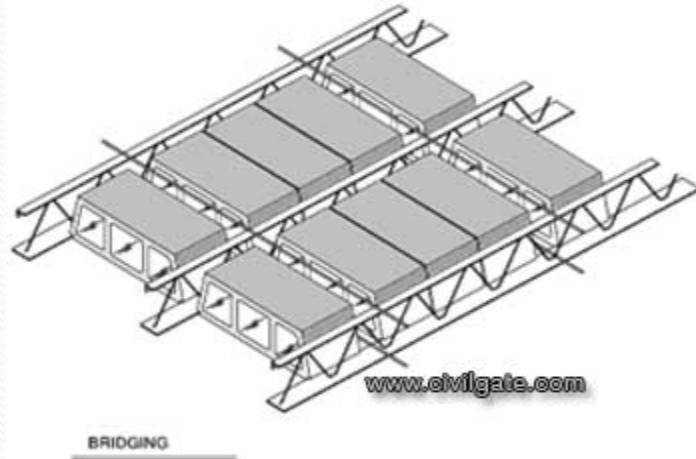
این سقف در سال **۱۳۶۲** توسط آقای مهندس **محمد جعفر کرمی**، ثبت اختراع شده و در سال **۱۳۷۵**، آیین نامه ی جزییات اجرایی سقف کرمیت توسط ایشان منتشر شده است. و در نهایت در سال **۱۳۸۱**، نشریه شماره **۱۵۱** سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، تحت عنوان «**راهنمای طراحی و اجرای سقف تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن**» تنظیم و منتشر شد، تا حداقل ضوابط و معیارهای لازم برای طراحی و اجرای این گونه سقف های خود ایستا را بیان نماید. بدیهی است با توجه به ترکیبی بودن این سقفها از بتن و فولاد رعایت کلیه ی ضوابط مرتبط با موضوع در مباحث **نهم** و **دهم** مقررات ملی ساختمان (ساختمانهای بتنی و فولادی) لازم الاجرا می باشد.



# آشنایي با سقف گرمیت

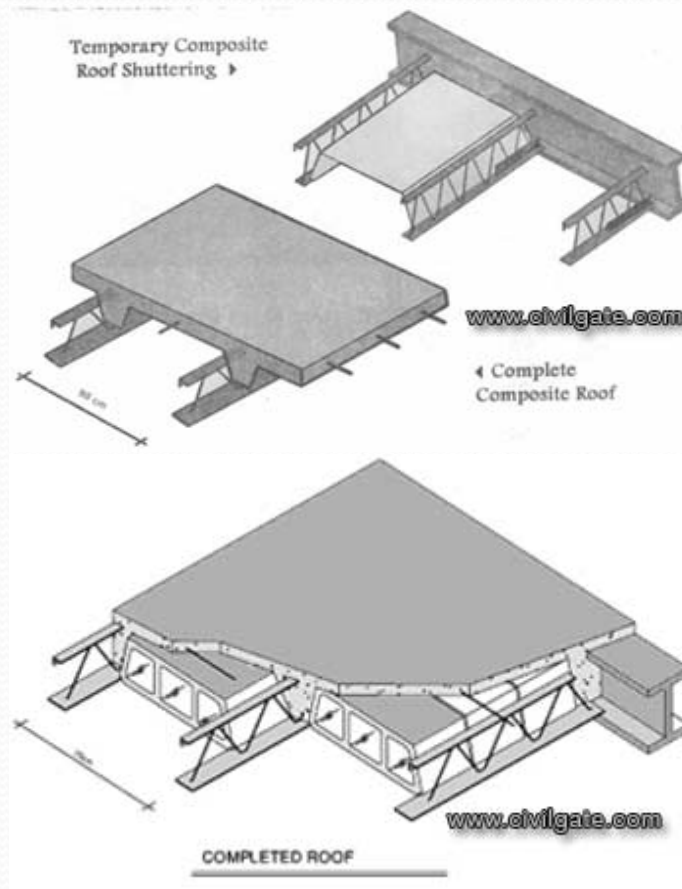


در سیستم سقف گرمیت از تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن استفاده می شود. در ساخت تیرچه های مذکور از یک تسمه ، نبشی و یا چند میلگرد در بال فوقانی و یک تسمه، در بال تحتانی و نیز یک میلگرد خم شده در جان استفاده می شود.



برای پرکردن فضای خالی بین تیرچه ها از قالبهای ثابت مانند بلوک های سیمانی ، سفالی ، پلی استایرن ، طاق ضربی ، قالب های موقت فولادی (کامپوزیت) و یا هر پرکننده سبک استفاده می شود. فواصل تیرچه ها بسته به نوع قالب از ۷۳ سانتی تا ۱۰۰ سانتی متر متغیر است .

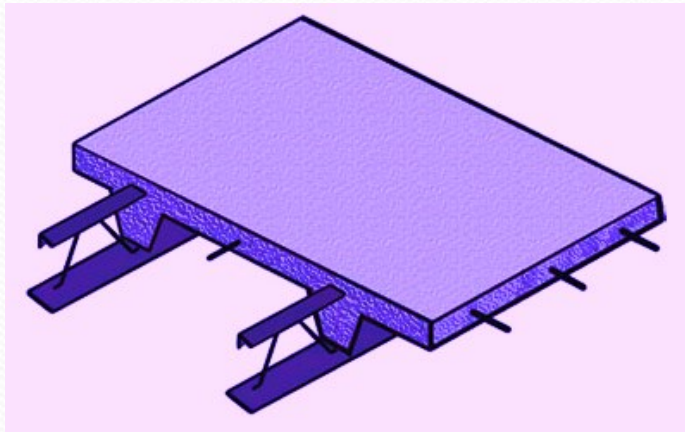




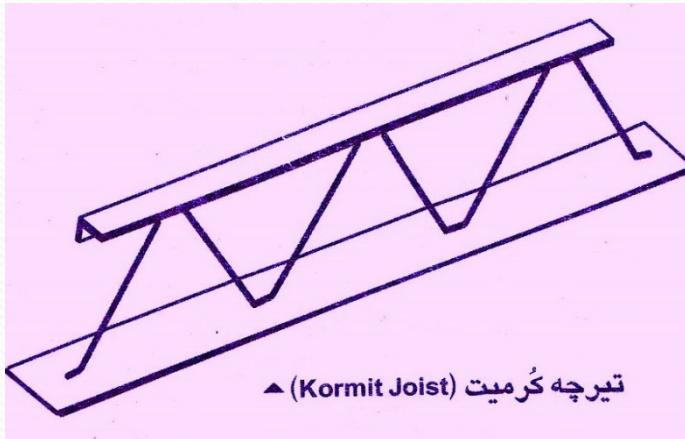
روی سقف نیز با ۴ الی ۱۰ سانتی متر بتن پوشانده می شود.

تیرچه ها از نوع **خود ایستا** بوده و به همین علت هیچ نوع شمع بندی در زیر سقف مورد نیاز نمی باشد و تیرچه ها به نحوی طراحی می شوند که بتوانند وزن بتن خیس، قالب ها و عوامل اجرایی سقف را به تنهایی تحمل کنند.

پس از این که بتن به **۷۵٪** مقاومت مشخصه خود می رسد، تیرچه های فولادی با بتن به صورت یک مقطع مختلط وارد عمل شده و بارهای مرده و زنده سقف را تحمل می کنند.



سیستم تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن شامل ترکیب یکپارچه ای از تیرچه های فلزی خود ایستا با فواصل تقریباً " یکسان و دال بتنی فوقانی است که بصورت تیر T شکل عمل میکند . منظور از عبارت " ترکیب با بتن " آن است که **بال فوقانی و جان تیرچه ها در بتن محاط بوده و به صورت یکپارچه به عنوان یک مقطع مرکب T شکل عمل میکند .**



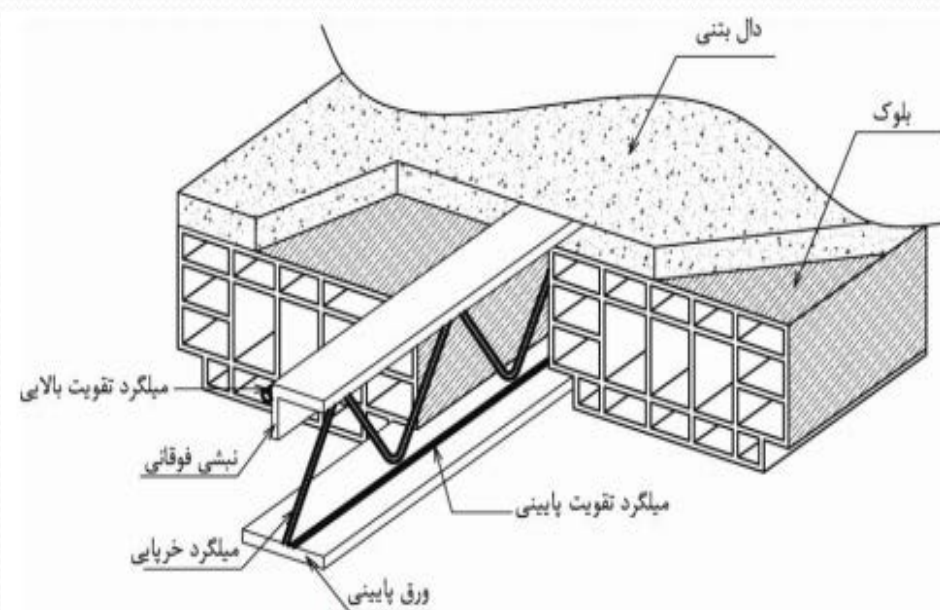
▲ تیرچه کُرمیت (Kormit Joist)

تیرچه های فولادی با جان باز ، خرپاهای ویژه دو سر ساده ای هستند که برای توزیع یکنواخت بار سقف به تکیه گاه ها به کار میروند . اعضای قطری تیرچه که معمولاً از میلگرد میباشند به عنوان عضو کششی و فشاری خرپا عمل کرده و بارهای وارده تامین مینمایند.



# اجزای اصلی تشکیل دهنده ی سقف آرمیت

اجزای اصلی تشکیل دهنده ی این نوع سقف ها عبارتند از :



(شکل ۱) اجزای مختلف سقف تیرچه گرمیت

۱- تیرچه ی فولادی با جان باز

۲- بلوک

۳- میلگرد افت و حرارت

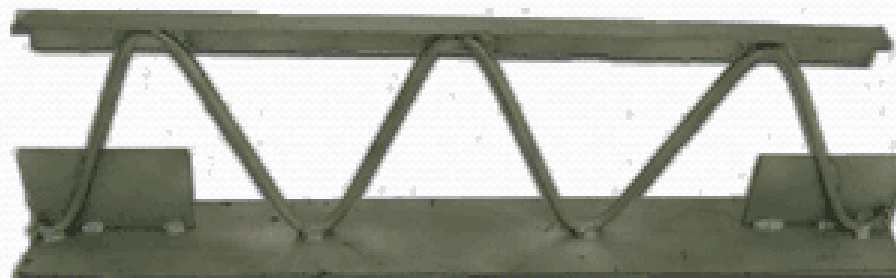
۴- کلاف عرضی

۵- بتن پوششی درجا

# مشخصات فني اجزاي سقف كرميت

# ۱- تیرچه فولادی با جان باز:

تیرچه فولادی با جان باز ، عضو پیش ساخته ای است که به صورت خرپاهای ویژه دو سر ساده اجرا می شود و برای توزیع یکنواخت بار سقف به تکیه گاه ها به کار می رود . این نوع تیرچه در **دو مرحله** تحت بارگذاری قرار میگیرد :



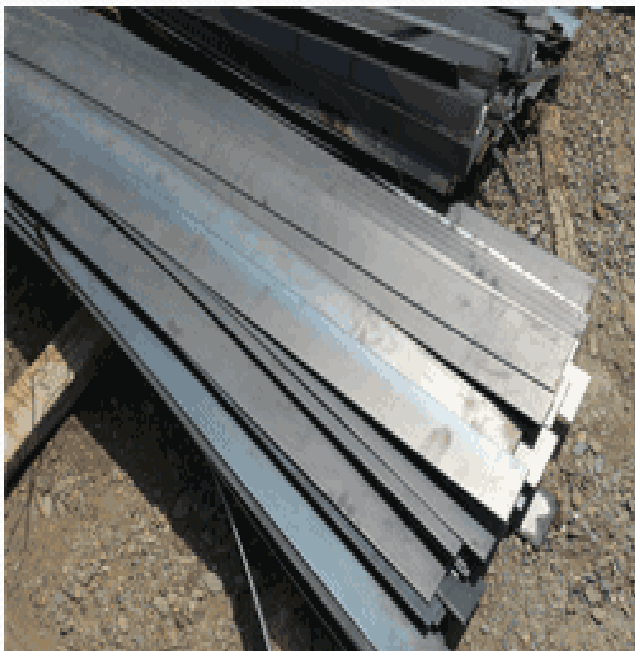
در **مرحله ی اول** باربری ، تیرچه بار ناشی از وزن خود را ، و در زمان اجرای سقف و قبل از گرفتن بتن ، بار مرده سقف (شامل وزن سقف ، تیرچه ، بلوک ، بتن در جا و قالبها ) و بار زنده ی عوامل اجرایی را در حد فاصل تکیه گاههای تیرچه تحمل می کند .

در **مرحله ی دوم** باربری و پس از گرفتن بتن ، مقطع مرکب شامل تیرچه و بتن ، تنشهای ناشی از تمامی بارهای وارده به سقف را تحمل می کند .





تیرچه های فولادی با جان باز شامل **بال تحتانی** ، **اعضای قطری** ، **بال فوقانی** و **میلگردهای تقویتی** می باشند .



### الف - بال تحتانی (ورق پایینی):

بال تحتانی تیرچه که از **تسمه** ساخته می شود ، به عنوان **عضو کششی خرپا** عمل کرده و بارهای وارده را تحمل می کند . فولادمصرفی در ورق پایینی باید با **استاندارد ملی شماره ۱۶۰۰** مطابقت داشته و فاقد هرگونه اعوجاج و **زنگ زدگی** باشد .

همچنین استفاده از ورقهای کهنه و موجدار می تواند باعث ضعف سقف و عدم اجرای جوشکاری مناسب گردد.

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

همچنین براساس بند ۳-۱-۶ این نشریه ، حداقل ضخامت ورق تحتانی ۳ میلیمتر می باشد.

اما به موجب بند ۱۰-۱-۹-۵ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ضخامت اجزای سازه ای که در فضای خارج و در معرض عوامل جوی یا اثرات خوردنده قرار داشته باشند نباید از ۶ میلیمتر کمتر باشد مگر اینکه پیش بینی ویژه ای جهت جلوگیری از خوردگی در این قطعات به عمل آمده باشد . بنابراین توصیه می شود بال تحتانی تیرچه ها در زیر و در قسمت نشیمن بلوکها و در ضخامت ورق به شکل مناسبی ضد زنگ خورده و از ضخامت ورق ذکر شده در مبحث دهم نازکتر اختیار نگردد .



## ب - اعضای قطری (میلگرد خرپایی) :

اعضای قطری تیرچه که معمولاً از میلگرد می باشند به عنوان **عضو مورب خرپا** عمل نموده و به کمک **اعضای کششی و فشاری** ، قبل و بعد از گیرش بتن ایستایی لازم را برای تحمل بارهای وارده تامین می نمایند .

طبق بند ۲-۲-۱-۱-۱ نشریه ۱۵۱ استفاده از **فولاد سخت ( AIII )** برای میلگردهای خرپایی و نیز کلاف های عرضی **مجاز نمی باشد** . اما به علت وفور فولاد AIII و ذوبی در بازار ، متأسفانه استفاده گسترده از این نوع فولادها در تهیه تیرچه مشاهده می گردد .



جوشکاری میلگردهای AIII مستلزم رعایت تمهیدات خاصی است و از طرفی در خم کردن میلگردها باید **حداقل شعاع خم** رعایت گردد تا منجر به ترک خوردگی در میلگردها نشود.

عموماً نوع میلگردها از شکل آج روی آن قابل تشخیص می باشند.





یکی از خرابی های رایج و خطرناک در سقف کرمیت ، شکست جوش میلگردهای خرابایی از محل اتصال می باشد .

اندازه موثر جوش میلگرد روی ورق برابر  $۰/۳$  شعاع میلگرد است .

در دهانه های بزرگ طول جوش لازم میلگرد خرابایی روی بال تحتانی به سختی تامین می گردد و عموماً این مورد در نقشه ها و محاسبات مورد توجه قرار نمی گیرد و دیده می شود در تیرچه های موجود در بازار مقدار جوش برای تیرچه های با دهانه کوتاه و بلند برابر است که ناشی از بی توجهی به اهمیت موضوع جوش می باشد .

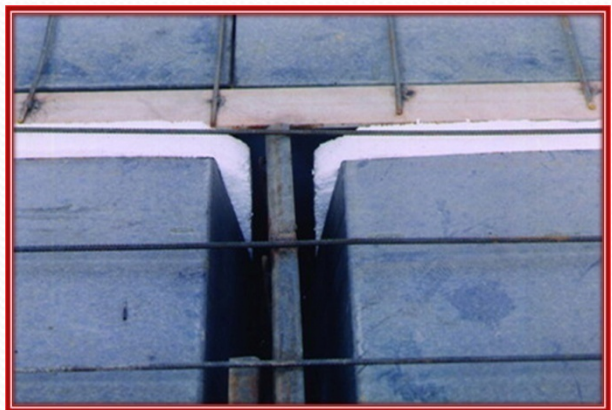
## ج - بال فوقانی (نبشی فوقانی) :

بال فوقانی تیرچه ، از **نبشی** ، **تسمه** یا **ناودانی** ساخته شده و در داخل بتن پوششی قرار می گیرد .

یکی از خرابی های رایج در سقف کرمیت **کمانش جانبی بال فشاری** ( نبشی فوقانی ) می باشد که منجر به خرابی سقف قبل از گیرش بتن می شود . این عمل معمولاً در زمان اجرای سقف و وارد آمدن بارهای زیاد ناشی از انباشته شدن بتن و یا ضربه پمپ بتن رخ می دهد . جهت اصلاح این اشکال **باید** فاصله ی مهارهای جانبی بال فشاری را کاهش داد .



طبق بند ۲-۱-۴-۳ نشریه ۱۵۱ باید آرماتور فوقانی کلاف عرضی به نبشی فوقانی جوش شود تا بال فوقانی تیرچه ها را مهار کند. برای این منظور باید کلاف عرضی در فاصله های تقریبا مساوی اجرا شود بطوریکه ضریب لاغری در جهت عمود بر طول تیرچه ها از ۱۴۵ بیشتر نشود.



جهت اطمینان از عدم کمانش بال فشاری توصیه می شود آرماتورهای دال نیز به نبشی (بال) فوقانی جوش شوند تا فاصله مهارهای جانبی کاهش یابد. در این حالت حتما باید آرماتورهای دال در انتها به تیر فرعی و یا ستون به نحو مناسبی مهار شوند.

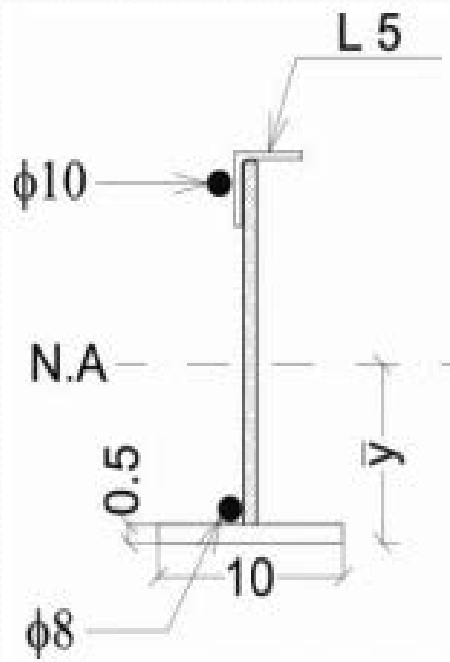


در بسیاری از موارد اجرایی به جای استفاده از نبشی استاندارد از ورقهای خم شده با نورد سرد استفاده می شود .

کمانش بال فشاری در این ورق های خم شده به سبب ایجاد تنش های پسماند بیشتر رخ می دهد و از طرفی در طراحی ورق خم شده باید از ضوابط طراحی نورد سرد استفاده شود . لذا توصیه می شود تا حد امکان از نبشی استاندارد برای بال فوقانی استفاده شود .



## د- ميلگردهای تقويتی :



در بسیاری از موارد جهت اقتصادی نمودن پروژه از تقویت میلگرد برای بال فوقانی و ورق پایینی استفاده می شود .

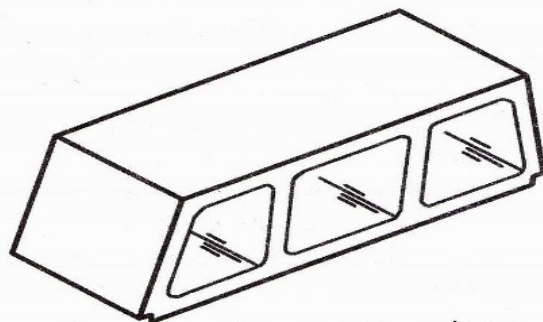
استفاده از میلگرد تقویتی در صورتی مجاز است که از نوع فولاد نرم (AI) و یا نیمه سخت (AII) بوده و با جوش مناسبی مطابق با ضوابط جوش استاندارد ایران به ورق متصل شوند .

## ۲- بلوک :

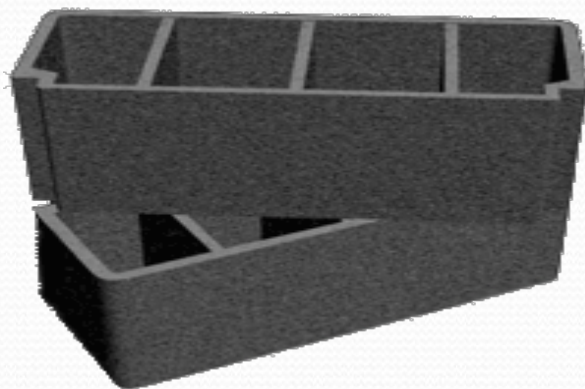
بلوک های مختلفی مانند سفالی ، سیمانی ، پلی استایرن و یا از انواع مصالح سبک مناسب برای پر کردن فضا های خالی بین تیرچه ها و به عنوان قالب زیرین بتن پوششی ، بکار می روند .

قسمت زیرین بلوک معمولا برای تامین سطحی صاف به منظور انجام نازک کاری و تیغه های داخلی بلوک ، برای تقویت ایستایی مقطع بلوک ، طراحی و ساخته می شوند .

بلوکها در سقفهای تیرچه و بلوک نقش سازه ای در تحمل بارهای وارد بر سقف ندارند . لیکن باید قادر به تحمل ضربه های ناشی از حمل و نقل متعارف و بارهای ناشی از عبور و مرور افراد در حین بتن ریزی باشند . همچنین ارتفاع و طول بلوک ها تابع ضخامت کل سقف و فاصله ی تیرچه ها از یکدیگر می باشد .



بلوک کرمیت (Kormit Block) ▲



حداقل ضخامت جدار بدنه در بلوک های سیمانی ، ۱۵ میلی متر و حداقل عرض نشیمنگاه بلوک ، ۱۷/۵ میلی متر تعیین شده است .

بلوکهای سیمانی که در حال حاضر در سقفها بکار می روند بسیار سست بوده و خطرات زیادی را برای شاغلین در ساختمان در حین اجرا بوجود می آورند .



بلوک سقفی

۲۰ × ۲۰ × ۴۰ cm

۷۵۰۰ gr



بلوک سقفی

۲۰ × ۲۵ × ۴۰ cm

۹۵۰۰ gr



بلوک سقفی

۴۰ × ۲۵ × ۲۵ cm

۱۰۵۰۰ gr



بلوک سقفی

۵۰ × ۲۵ × ۲۰ cm

۱۱۰۰۰ gr

در مورد بلوکهای سفالی نیز حداقل ضخامت جداره ۸ میلیمتر تعیین شده است و باید عاری از ترک و دانه های آهکی باشد .

رنگ بلوکهای سفالی باید کاملا یکنواخت بوده و سطح آنها باید صاف و عاری از انحنا و خمیدگی باشد .

ضمناً بلوکهای سفالی باید دارای لبه های تیز و مستقیم و بافت ریز و متراکم باشند .

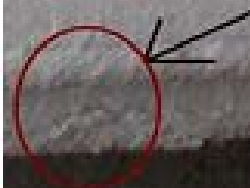


استفاده از بلوک پلی استایرن (یونولیت) در صورتی مجاز است که بر اساس ابلاغیه وزارت مسکن از نوع نسوز بوده و دارای تاییدیه ی فنی از مرکز تحقیقات مسکن باشد .

در عمل دیده می شود علیرغم سفارش و خرید بلوکهای نسوز مقادیری بلوک قابل اشتعال نیز همراه اجناس تحویلی می باشد . به همین دلیل توصیه می گردد برای جلوگیری از خطرات آتش سوزی تمام بلوکها را با شعله آزمایش نموده و چنانچه شعله ور شدند از بکار گیری آنها خودداری شود .

همچنین در صورت استفاده از بلوکهای پلی استایرن باید سطح زیرین بلوک با لایه ای از رابیتس که با نحو مناسبی به سقف مهار شده پوشانده شود و سپس با ملات گچ به ضخامت حداقل ۲/۵ سانتیمتر اندود گردند .

نشینگاه روی تیرچه ها







در بسیاری از موارد با وجود استفاده از بلوک پلی استایرن از راییتس بندی در قسمت زیرین بلوک استفاده نمی شود و مستقیماً زیر سقف را اندود می کنند .



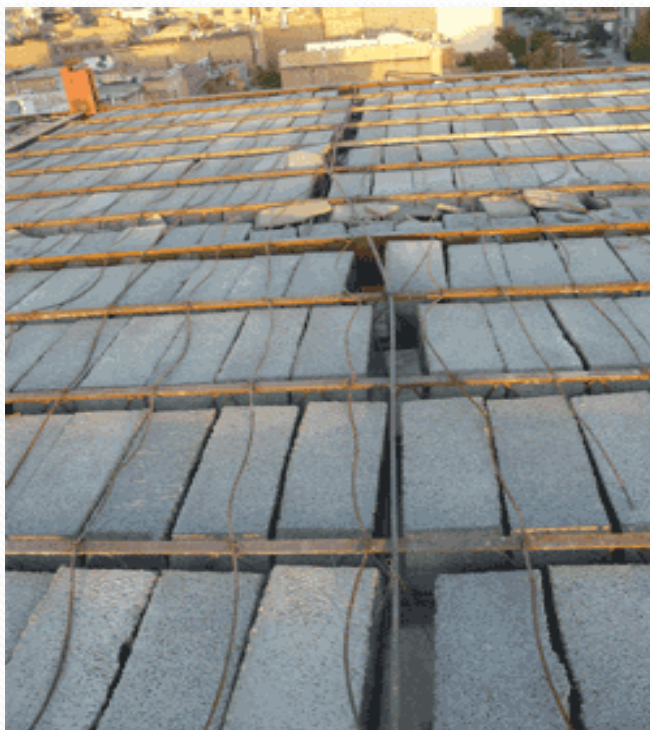
## ۳- میلگرد افت و حرارت :

برای مقابله با تنش های ناشی از **افت و تغییرات دما** ، میلگردهای افت و حرارت در جهت عمود بر تیرچه ها در قسمت بالایی سقف نصب می شوند .

حداقل سطح مقطع این میلگردها نباید از  $0.002$  سطح مقطع دال بتنی کمتر باشد . بر این اساس برای ضخامت **۶ سانتیمتر بتن** ، آرماتور شماره **۶** در فاصله **۲۵ سانتیمتر** برای دال کفایت می کند .

فاصله بین دو میلگرد افت و حرارت متوالی نباید از هیچ یک از مقادیر **۵ برابر ضخامت دال بتنی** و یا **۳۰ سانتیمتر** ، بیشتر شود .





در صورتیکه آرماتورهای دال به نبشی فوقانی جوش شوند باید از نوع فولاد نرم (AI) و یا نیم سخت (AII) باشند و در غیر این صورت می توان آنها را از نوع فولاد سخت (AIII) نیز انتخاب نمود.

بر این اساس حداقل قطر میلگرد های افت و حرارت برای فولاد نرم (AI) ۵ میلی متر و برای فولاد نیم سخت (AII) ۴ میلیمتر می باشد.

میلگردهای مصرفی باید کاملاً صاف باشند.

اجرای نادرست



در شرایط محیطی ملایم ، حداقل ضخامت پوشش بتن روی این میلگرد ها باید ۲ سانتی متر باشد .

برای دیگر شرایط محیطی لازم است به جدول ۸-۲-۹-۱ آیین نامه ی بتن ایران رجوع شود :

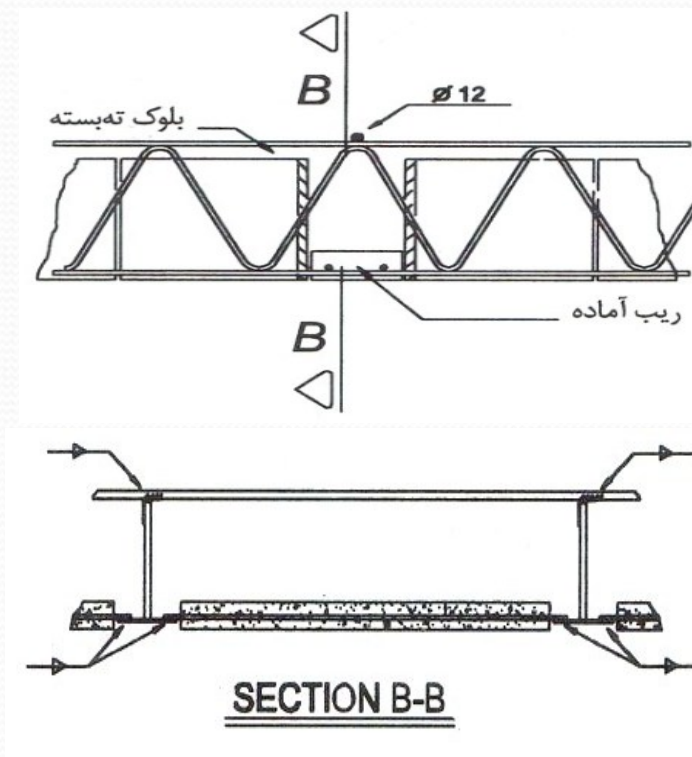
جدول ۸-۲-۹-۱ مقادیر حداقل پوشش بتن (میلیمتر)\*

نوع شرایط محیطی					نوع قطعه
فوق العاده شدید	بسیار شدید	شدید	متوسط	ملایم	
۷۵	۶۵	۵۰	۴۵	۳۵	تیرها و ستونها
۶۰	۵۰	۳۵	۳۰	۲۰	دالها، دیوارها و تیرچه ها
۵۵	۴۵	۳۰	۲۵	۲۰	پوسته ها و صفحات پلیسه ای
۹۰	۷۵	۶۰	۵۰	۴۰	شالوده ها

لازم به ذکر است که شرایط محیطی فوق به طور کامل در آیین نامه ی بتن ایران (آبا) معرفی گردیده است لیکن در مجموع این شرایط بر اساس فاکتورهای زیر طبقه بندی شده اند:

وجود یا عدم وجود عوامل مهاجم از قبیل رطوبت ، تعریق ، تر و خشک شدن متناوب ، یخ زدن و آب شدن ، سرد و گرم شدن متناوب ، تماس با خاک مهاجم یا غیرمهاجم ، مواد خورنده ، فرسایش شدید ، عبور وسایل نقلیه یا ضربه و... .

## ۴- کلاف عرضی :



استفاده از کلاف عرضی در سقف الزامی است .

کلاف عرضی شامل دو یا سه میلگرد به قطر حداقل ۱۲ میلی متر است .

یک یا دو میلگرد روی بال تحتانی (که معمولاً به دو روش ریب آماده و بتن در جا اجرا می گردد .) و یک میلگرد در زیر یا روی بال فوقانی به موازات هم به صورت عمود بر تیرچه ها به آنها جوش می شود .

کلاف عرضی باید بال فوقانی تیرچه ها را در طول اجرا در مقابل تغییر شکل جانبی مهار نموده و تیرچه ها را در محل خود نگهداری کند.

برای این منظور باید کلافهای عرضی در فواصل تقریباً مساوی  $L_r$  اجرا شود، بطوریکه ضریب لاغری در جهت عمود بر طول تیرچه ها (جهت Y) از ۱۴۵ تجاوز ننماید:

$$\frac{L_r}{r_y} < 145$$

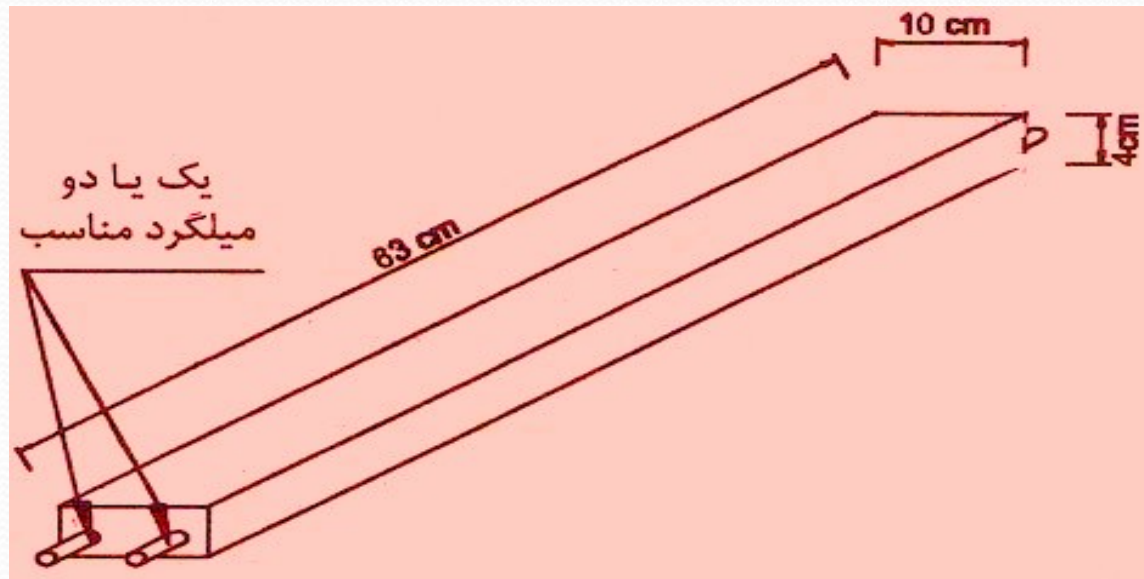
شعاع ژیراسیون عضو فوقانی تیرچه حول محور قائم است.

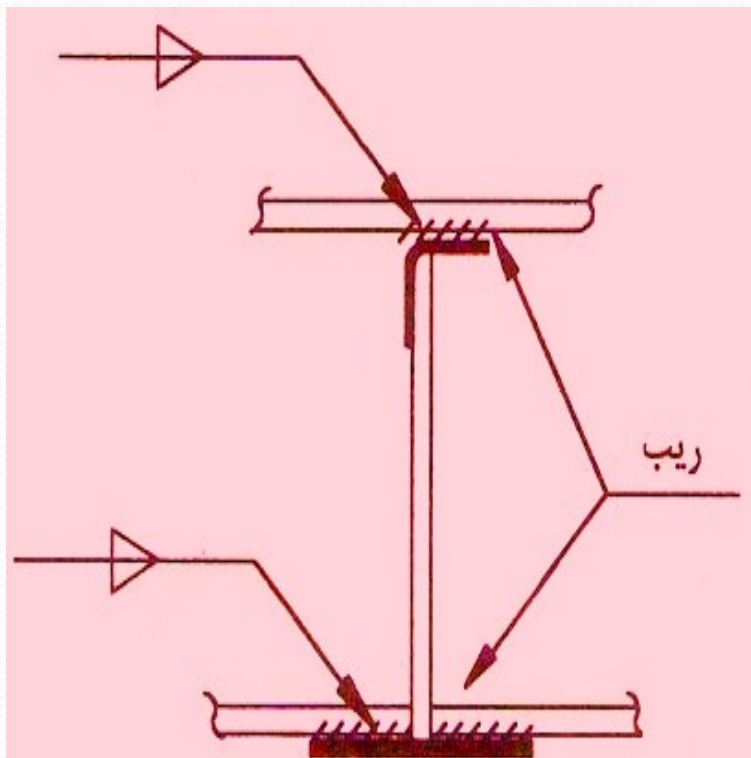
$r_y$





عرض کلاف نباید کمتر از ۱۰ سانتی متر اختیار شود.





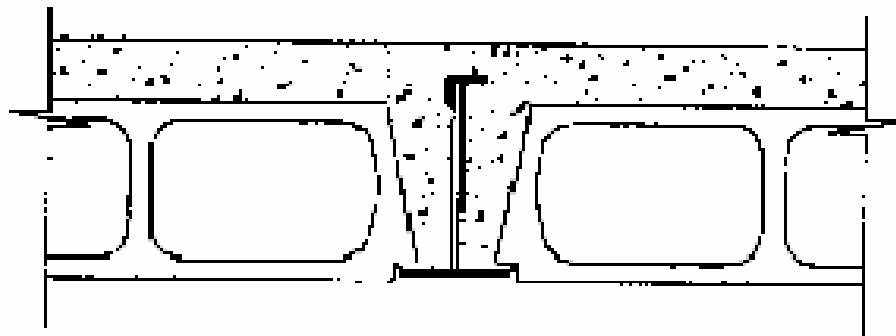
انتهای کلاف عرضی باید هم در بالا و هم در پائین در محل برخورد به تیر فرعی مهار شوند.

همچنین برای دهانه های کوچکتر از ۵/۵ متر استفاده از حداقل یک کلاف عرضی الزامی است. برای دهانه های بزرگتر، کلافهای عرضی باید به نحوی انتخاب شود که فاصله ی دو کلاف عرضی مجاور هم، از ۲/۵ متر تجاوز نکند.

در دهانه های کوچکتر از ۳ متر نصب میلگرد و جوش دادن آن به تیرچه ها کفایت می کند و نیازی به ایجاد فاصله بین بلوکها برای نفوذ بتن نمی باشد.

## ۵- بتن پوششی درجا :

پس از جاگذاری تیرچه ها و بلوکها ، بتن پوششی اجرا می شود که پس از حصول مقاومت لازم به کمک عضو کششی فولادی ( تیرچه فولادی با جان باز ) بار وارد بر سقف را تحمل می کند .



ضخامت بتن پوششی بر اساس **طول دهانه** و **بار وارده** طرح و محاسبه می گردد ولی باید به این نکته نیز توجه داشت که طبق بند ۳-۱-۳ نشریه ۱۵۱ ، ضخامت دال بتنی نباید از **۵ سانتیمتر** و یا **یک دوازدهم** فاصله آزاد بین تیرچه ها کمتر باشد .

در عمل این مورد کمتر رعایت شده و حتی ضخامتهای ۲ سانتیمتر و یا ۳ سانتیمتر نیز به چشم می خورد .





بتن مصرفی بر روی سقف حتما می بایست به صورت **یکپارچه** اجرا شود و نباید بین بتن ریزی فاصله ای ایجاد گردد.



ریختن قسمتی از بتن و گذشت زمان طولانی (بیش از چند ساعت) باعث **خرابی عملکرد سقف و کاهش مقاومت** آن می شود.

# مزایای استفاده از سقف کرمیت در مقایسه با سقف تیرچه و بلوک معمولی

- ۱- عدم نیاز به شمع بندی
- ۲- سرعت و سهولت اجرا
- ۳- امکان اجرای همزمان چند سقف
- ۴- یکپارچگی سقف و اسکلت
- ۵- امکان حذف کش ها
- ۶- پایین بودن تنش در بتن
- ۷- امکان طراحی و اجرای سقف با دهانه ها و باربری های خاص
- ۸- حذف رد فولاد زیر سقف
- ۹- سهولت اجرای داکت (بازشو)
- ۱۰- نظارت بر اجرای سقف در طول اجرا
- ۱۱- کاهش مصرف بتن و وزن کمتر سقف
- ۱۲- مقاومت نهایی و شکل پذیری بالا
- ۱۳- کاهش لرزش سقف





## ۱- عدم نیاز به شمع بندی

طراحی و ساخت تیرچه های کرمیت بر این مبنا استوار است که به تنهایی (قبل از گرفتن بتن) توانایی تحمل وزن خود، بلوک، بتن خیس و عوامل اجرایی را داشته باشند. بنابراین تیرچه ها خود ایستا بوده و سقف کرمیت نیازی به شمع بندی در هیچ یک از مراحل عملیات اجرایی ندارد.



## ۲- سرعت و سهولت اجرا

در این سیستم، به دلیل **عدم نیاز به شمع بندی و قالب بندی و وزن کم مصالح** اجرای سقف نسبت به سیستم های مشابه آسانتر بوده و با سرعت بیشتری انجام می شود. **۴۸ ساعت** پس از بتن ریزی، روی سقف قابل رفت و آمد و بارگذاری سبک بوده و می توان عملیات ساختمانی را ادامه داد که این مزیت موجب سرعت در روند عملیات ساخت می گردد.

### ۳- امکان اجرای همزمان چند سقف



با توجه به این که در سیستم سقف کرمیت هیچ گونه شمع بندی وجود ندارد ، عملاً" می توان چند سقف را برای بتن ریزی آماده کرد و هم زمان عملیات بتن ریزی را بر روی سقف ها انجام داد. این کار برای ساختمان های با **طبقات زیاد** و یا **زیربنای کم** بسیار مقرون به صرفه و مناسب است.



## ۴- 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 صلب عمل کند. در اسکلت های بتنی نیز با در نظر گرفتن قلاب های مخصوصی، امکان یکپارچگی بیشتری ایجاد می شود.

## ۵- امکان حذف کش ها

امکان حذف **کش ها (اعضای غیرباربر)** در سازه های فولادی از مواردی است که مبلغین سقفهای کرمیت آن را از مزایای این سقف می دانند یعنی با توجه به یکپارچگی سقف و اسکلت، می توان کش ها (اعضای غیرباربر) را حذف کرد. 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.

عمده ترین بحثی که در زمینه سقف های کرمیت وجود دارد در مورد امکان حذف کش هاست. در این زمینه **دو** دیدگاه وجود داشته که قبل از بیان این دو دیدگاه بایستی مختصری با تعریف و عملکرد کش ها در سازه های فولادی آشنا شد:

کش‌ها تیرهای اصلی هستند که اتصالات آنها عموماً بصورت **دوسر مفصل** میباشد ، بنابراین **متحمل بار جانبی نمیشوند** . از طرفی **بار ثقلی** نیز روی آنها هدایت **نمی‌شود** . بنابراین این تیر **عملاً نقش باربر نداشته** و در مورد آن نه بار گذاری خاص وجود داشته و نه طراحی خاصی می‌باشد . دلیل استفاده از کش دو مورد ذیل است :

۱- شاقول نمودن ستونهای فولادی در هنگام نصب ،

۲- هماهنگ سازی حرکت و تغییر مکان قاب ها در سیستم تیرچه بلوک که اتصالات فقط بصورت نشیمن است.



## الف) دیدگاه اول

بسیاری از کارشناسان و متخصصان ساختمان و مبلغین سقفهای کرمیت بر این نظرند که در سقفهای تیرچه بلوک معمولی بعلت عدم امکان اتصال مکانیکی بین تیرچه های بتنی و پل های فلزی ، فرض بر این است که هماهنگی تغییر مکان جانبی قاب ها به وسیله کشها تأمین میگردد. وجه تمایز سقف های کرمیت در مقایسه با سقف های تیرچه و بلوک معمولی این است که تیرچه ها ، در سقف کرمیت فلزی بوده و به اسکلت ( پل ها ) جوش می شوند و نیز با اجرای بتن یکپارچه بر روی آن ، سقف یکپارچه ای ایجاد شده که میتواند دال بتنی سقف را در مقابل نیروهای درون صفحه ای مسلح کرده و این سقف مانند یک دیافراگم صلب عمل کند . بنابراین امکان کنترل تغییر مکان جانبی قاب ها توسط تیرچه ها وجود داشته و دیگر نیازی به استفاده از کش نیست .

در مورد شاقول نمودن ستونها نیز با نصب یک قطعه فولادی مناسب مانند یک نبشی ، یا ناودانی یا تیر آهن در فاصله حدود ۵۰ سانتی بالا یا زیر سقف موازی محل کش ها و جوش یکطرفه آنها به ستون ها ، میتوان ستونها را شاقول و بعد از ریختن بتن روی سقف این قطعات را برداشت .



## (ب) دیدگاه دوم

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور و بسیاری از متخصصان ساختمان این ایده را رد کرده و اجرای کش ها را ضروری دانسته اند. آنها معتقدند که وظیفه ی کش انسجام بخشیدن به سازه بخصوص در حین وارد شدن بارهای جانبی بر ساختمان بوده و همچنین کش ها کمک می کنند تا ستونها در زمان اجرای بتن ریزی سقف از حالت راستای قائم خود (شاقولی) خارج نشوند. بنابراین توصیه می کنند که در اجرای سقف کرمیت، کش ها حذف نشوند.

همچنین با توجه به این که غالب محاسبان کش ها را برای بارهای قائم طراحی نمی کنند لازم است در مجاورت کش ها، تیرچه حذف نشده و بلوکها روی کش ها قرار نگیرند. اما در هر صورت نظر محاسب پروژه در این مورد می بایستی تأمین گردد.



در سازه ی فوق کش ها و یا تیرچه مجاور آنها حذف نشده و نظر سازمان مدیریت و نظام مهندسی ساختمان کاملا رعایت گردیده است .

## ۶- پايين بودن تنش در بتن

به علت خود ايستا بودن تيرچه ها **تنش** ايجاد شده در بتن **بسيار پايين** است . پس از گرفتن بتن و تشكيل مقطع مرکب ، **تنش فشاري بتن** ، به طور قابل ملاحظه اي از **تنش مجاز** کمتر است و مي توان روی اين ظرفيت اضافي در ظرفيت باربري نهايي سقف حساب کرد.

آزمایش بارگذاری روی سقف های کرمیت که مقاومت نهایی بتن آنها کمتر از مقدار مورد نظر بوده نشان داده که بتن با مقاومت پايين به ظرفيت باربري سقف لطمه اي وارد نمی سازد.



## ۷- امکان طراحی و اجرای سقف با دهانه ها و باربری های خاص

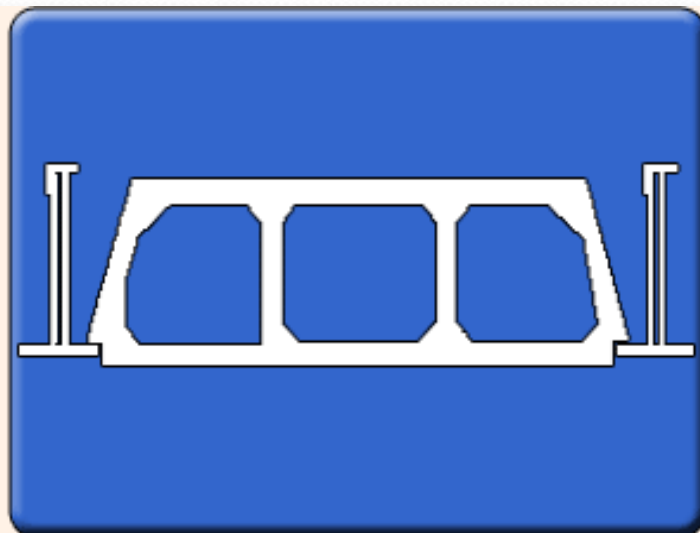
در سیستم سقف کرمیت با توجه به مقاومت نهایی بالای سقف تیرچه فلزی، با طراحی مناسب تیرچه ، امکان طراحی و اجرای سقف با دهانه های بلند و بارهای سنگین وجود دارد. تاکنون سقف با دهانه ۱۲/۵ متر و همچنین سقف با شدت بار ۷ تن بر متر مربع اجرا شده که در هر مورد آزمایش های بارگذاری ، ایمنی سقف را تایید کرده اند.



درحالی که این کار در سقف تیرچه بتنی به دشواری امکان پذیر است و در صورت اجرا ( مانند استفاده از دو تیرچه در کنار هم ) ، زمان و هزینه ی زیادی در بر دارد .

## ۸- حذف رد فولاد زیر سقف

اثر داغ آهن در سقف های ضربی به صورت خط تیره ای روی گچ مشاهده می شود ولی در سقف کرمیت به علت پایین تر بودن سطح بلوکها از تیرچه ها، پوشش گچ و خاک در زیر تیرچه ها نسبت به بقیه نقاط سقف بیشتر است و همین امر سبب کاهش جذب ذرات معلق می شود. بنابراین سایه فولاد بال تحتانی تیرچه ها مشاهده نمی گردد.



## ۹- سهولت اجرای داکت (بازشو)

به علت فاصله زیاد تیرچه ها (۷۳ تا ۱۰۰ سانتی متر محور به محور) ایجاد داکت در سقف جهت عبور لوله های تاسیساتی، نصب دودکش موتورخانه و شومینه، نصب توالت ایرانی و یا عبور کانال کولر به راحتی امکان پذیر است و نیاز به قطع کردن تیرچه ها نمی باشد.

## ۱۰- نظارت بر اجرای سقف در طول اجرا

شرکت هایی که اقدام به ساخت تیرچه های کرمیت می نمایند **موظف** هستند تا در تمام مراحل نصب و اجرای سقف بر حسن انجام کار نظارت داشته باشند. اکیب های خاصی جهت نظارت بر سقف ها آموزش دیده اند تا در صورت تمایل مشتری در طی اجرای سقف ها نظارت مستمر بر نحوه عملکرد مجریان صورت پذیرد و از سلامت اجرای سقف چه از نظر فنی و چه از نظر زیبایی اطمینان کامل حاصل گردد.

فیلم های آموزشی طراحی و محاسبات ساختمان

## Etabs - Safe

تدریس اختصاصی مهندس سلطان آبادی  
(مولف کتابهای مرجع آموزش نرم افزار های Etabs)

بیش از ۴۴ ساعت فیلم آموزشی

طراحی سازه های فولادی به روش LRFD با نرم افزارهای Etabs و Safe

طراحی سازه های بتنی با نرم افزارهای Etabs و Safe

طراحی و محاسبات سقف ها ( دال ساده - یوبوت - کویباکس و... ) با Safe

مطابق با آخرین تغییرات آیین نامه ها

تشریح کامل نکات آیین نامه ای حین آموزش

مشاهده سرفصل ها و دانلود نمونه های رایگان ...



ETABS  
به زبان فارسی





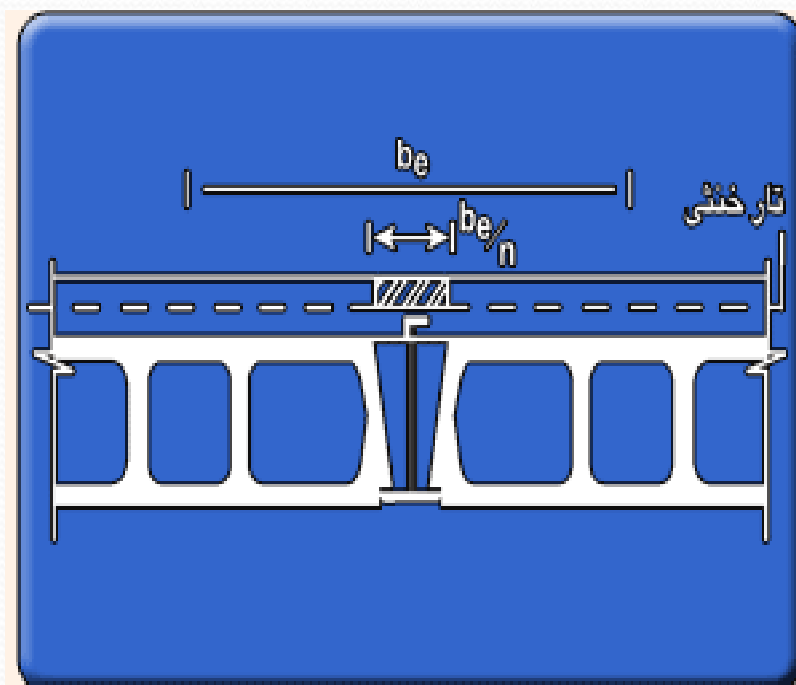
## ۱۱- کاهش مصرف بتن و وزن کمتر سقف

به علت فاصله زیاد تیرچه ها (حدود ۷۵ سانتی متر محور به محور) و در نتیجه چاله های بتنی کمتر، از مصرف بتن در حدود ۲۰٪ نسبت به تیرچه و بلوک معمولی کاسته شده و نهایتاً "وزن سبک ترمی گردد".

استفاده از بلوک های پوک ای و بلوک های پلی استایرن گرمیت یا سیستم کامپوزیت نیز در کاهش وزن موثر است.

نوع سیستم سقف	بار مرده سقف بدون کف سازی (kg/m <sup>۲</sup> )
تیرچه بتنی یا بلوک سفالی	۳۰۰
تیرچه بتنی یا بلوک پلی استایرن	۲۳۰
تیرچه فولادی یا بلوک سیمانی پوک ای	۲۳۰
تیرچه فولادی یا بلوک پلی استایرن	۱۷۵

## ۱۲- مقاومت نهایی و شکل پذیری بالا



محاسبات و آزمایش های بار گذاری روی سقف نشان می دهد که گسیختگی این سیستم پس از تغییر شکل های بسیار زیاد اتفاق می افتد «**گسیختگی نرم**» و این رفتار سقف از نظر ایمنی **مطلوب است**.

همچنین در سقف تیرچه فولادی، پس از گرفتن بتن به دلیل وجود **خیز منفی در تیرچه** و نیز **پایین بودن تنش در بتن** (به دلیل بالا بودن تار خنثی در مقطع بتنی تیرچه)، مقطع مرکب تیرچه از حداکثر ظرفیت خود در بار گذاری های سنگین نقلی سود می جوید که این ویژگی مقاومت نهایی سیستم را افزایش می دهد.



## ۱۳- کاهش لرزش سقف

پس از بتن ریزی سقف ، بتن به داخل تیرچه ها نفوذ کرده و سبب افزایش مقاومت برشی تیرچه ها می شود . از طرفی با پر شدن جان تیرچه ها با بتن ، لرزش سقفها به نحو قابل توجهی کاهش می یابد .



# انواع سقف گرمیت

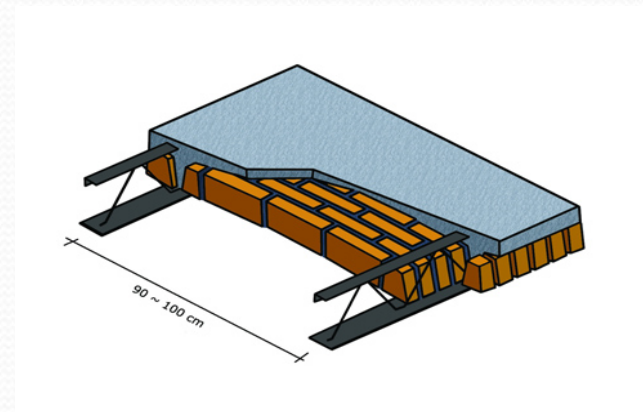
۱- سقف ضربی  
گرمیت :

به علت اجبار در استفاده از مصالح فشاری از زمان های قدیم استفاده از طاق قوسی متداول بوده و به همین جهت استفاده از سیستم طاق ضربی نیز به عنوان نوعی طاق قوسی رواج داشته است.

وجود اشکالات عمده در عملکرد سقف های ضربی با تیر آهن مانند **عدم ایجاد یک دیافراگم مناسب بین ستون ها و مصرف زیاد فولاد در مقایسه با مقدار باربری** ، باعث شد تا با ارائه طرحی بهینه « **سقف ضربی گرمیت** » نسبت به اصلاح این سیستم اقدام گردد.



طاق ضربی معمولی



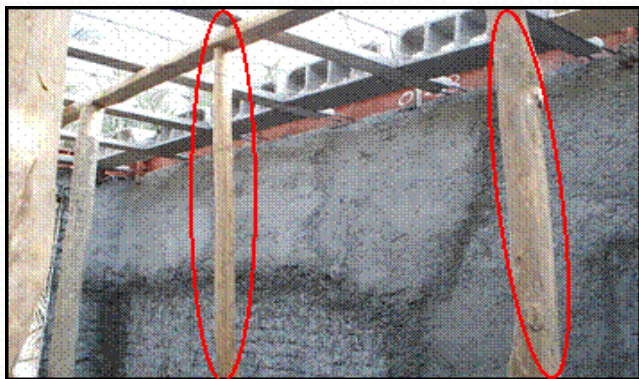
سقف ضربی گرمیت

## مزایای سقف طاق ضربی گرمیت :

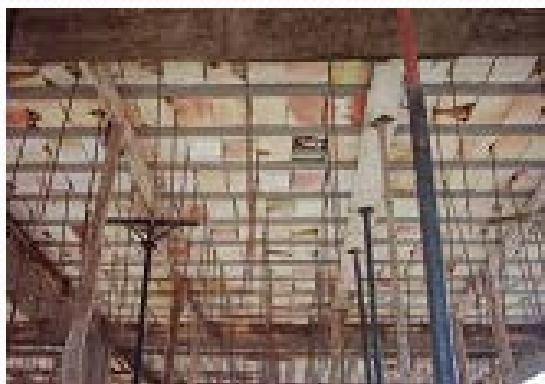
- ۱- ایجاد یک دیافراگم مناسب بین ستونها به دلیل وجود بتن روی سقف
- ۲- صرفه جویی در مصرف فولاد به علت باز بودن جان تیرچه ها
- ۳- اگر چه از این سیستم در انبوه سازی استفاده نمی شود ، اما برای پروژه های کوچک و یا دور افتاده ، هنوز هم کاربرد دارد و با توجه به شرایط اقتصادی اکثریت مردم ، و اینکه اکثر ساختمانهایی که در شهرستانها ساخته می شود بین ۱ تا ۳ طبقه اند ، این سیستم می تواند جایگزین بسیار مناسبی برای سقفهای طاق ضربی و برای ساختمانهای تا حدود ۳ طبقه باشد .

## ۲- سقف تیرچه و بلوک کرمیت :

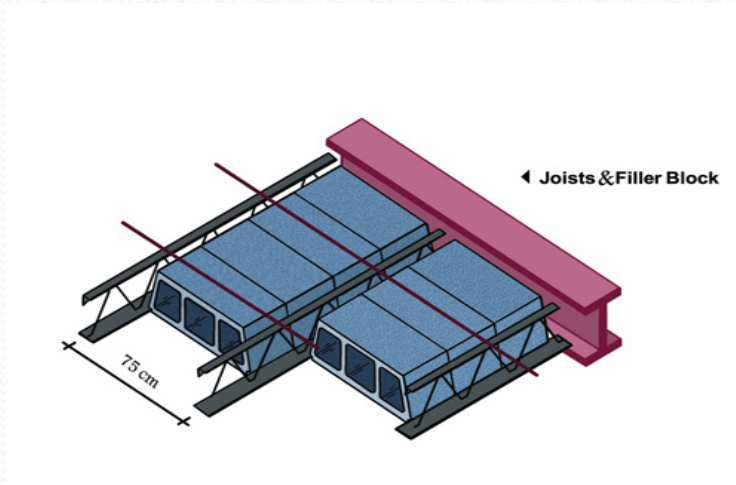




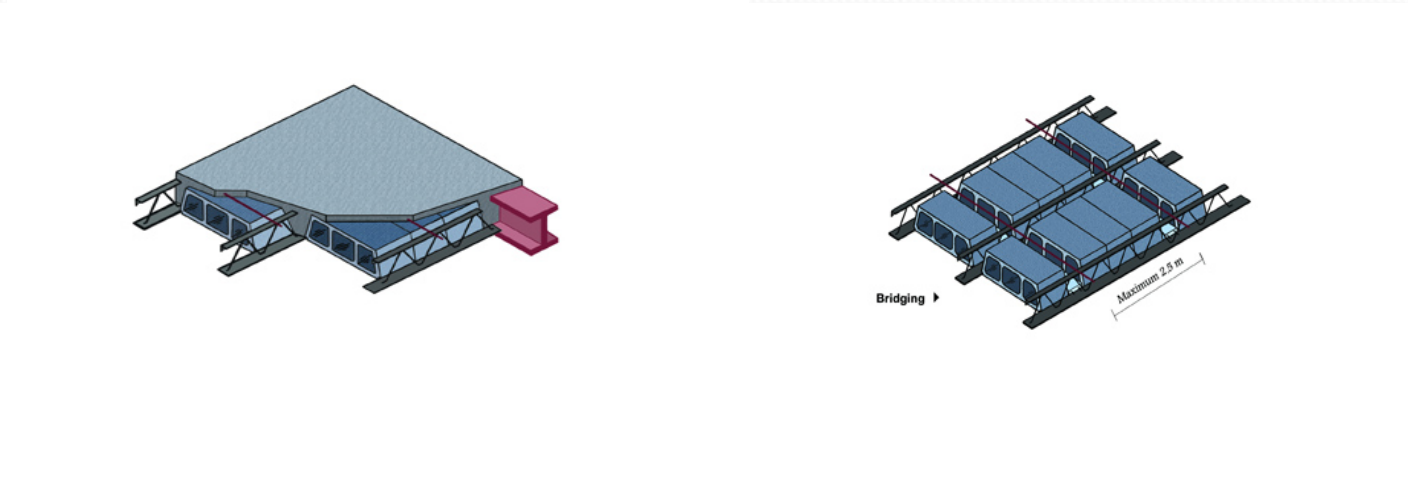
با متداول شدن سقف های تیرچه و بلوک سنتی برخی از مشکلات سیستم طاق ضربی مرتفع شد. اما این سقف ها مشکلات دیگری را به همراه خود پدید آوردند که عمده ترین آنها **ضرورت استفاده از شمع بندی و اجرای جک** در زیر سقف بدلیل استفاده از تیرچه های بتنی بود .



شمع بندی علاوه بر **دست و پاگیر بودن** ، هزینه زیادی را نیز بر ساختمان تحمیل می کند و همچنین زمانی **۲ هفته ای** نیاز است تا بتوان سقف را بطور کامل آزاد نمود.



در سال ۱۳۶۳ با استفاده از بلوک  
گرمیت به جای طاق ضربی که قبلاً در  
این سیستم بعنوان قالب ثابت بکار می  
رفت عملاً "سقف تیرچه و بلوک  
گرمیت وارد بازار شد.



## مزایای سقف تیرچه و بلوک کرمیت با بلوک سفالی :

- ۱- چنانچه زیر بنای هر سقف زیر ۱۲۰ متر مربع باشد و سازه دارای دیوار برشی نباشد به دلیل اجرای همزمان دو یا سه سقف معمولاً اجرای این سقف مقرون به صرفه خواهد بود.
- ۲- عدم نیاز به شمع بندی بدلیل خودایستا بودن تیرچه ها
- ۳- سرعت اجرای بالاتر در مقایسه با سقفهای با تیرچه بتنی
- ۴- عدم نیاز به کاذب کاری
- ۵- امکان اجرای این سقف بر روی اسکلت های فولادی ، بتنی و دیوارهای باربر
- ۶- این سقف وزنی نسبتاً متعادل دارد.

## نقاط ضعف احتمالی :

بدلیل عدم وجود دانش فنی و تجربی مناسب و ضعف آیین نامه در مورد سقفهای کرومیت ، امکان اجرای غیر اصولی این سقفها بسیار زیاد است .

## مزایای سقف تیرچه و بلوک کرمیت با بلوک سیمانی :

- ۱- چنانچه زیر بنای هر سقف زیر ۱۲۰ متر مربع باشد و سازه دارای دیوار برشی نباشد به دلیل اجرای همزمان دو یا سه سقف معمولاً اجرای این سقف مقرون به صرفه خواهد بود.
- ۲- عدم نیاز به شمع بندی بدلیل خودایستا بودن تیرچه ها
- ۳- سرعت اجرای بالاتر در مقایسه با سقفهای با تیرچه بتنی
- ۴- عدم نیاز به کاذب کاری
- ۵- امکان اجرای این سقف بر روی اسکلت های فولادی ، بتنی و دیوارهای باربر

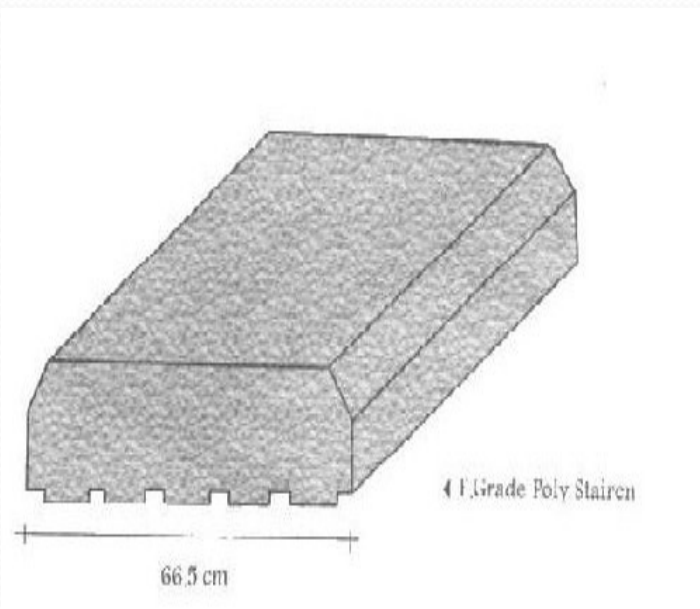
## نقاط ضعف احتمالی :

- ۱- بدلیل عدم وجود دانش فنی و تجربی مناسب و ضعف آیین نامه در مورد سقفهای کرومیت ، امکان اجرای غیر اصولی این سقفها بسیار زیاد است.
- ۲- این سقف جزو سقفهای **سنگین** محسوب می گردد. معمولاً تنها زمانی از این سقف استفاده می شود که امکان اجرای سقف با بلوک سفالی نباشد ( مثلاً زمانی که بلوک سفال موجود نباشد)





۳- سقف پلیمری  
گرمیت :



در راستای **سبک سازی** ساختمان، هم زمان با استفاده از قالب کامپوزیت و بلوک های پوکه ای اقدام به استفاده از مصالح پلیمری با قیمت های متفاوت در ساختمان شده است .

استفاده از بلوک های پلی استایرن نسوز در سقف باعث **کاهش مصرف تیرچه تا حدود ۲۰٪** و **کاهش فولاد مصرفی سازه تا حدود ۷٪** می شود.

شیارهای مناسب ایجاد شده در زیر این بلوک ها باعث پیوستگی گچ و خاک در زیر سقف می گردد.







## مزایای سقف پلیمری گرمیت :

۱- سهولت در اجرای این سقف و در نتیجه افزایش سرعت اجرا نسبت به سقفهای تیرچه بلوک معمولی

۲- کاهش هزینه های اجرایی به دلیل فاصله بیشتر تیرچه ها در این سیستم و در نتیجه صرفه جویی در مصرف تیرچه، کاهش هزینه حمل و نقل، عدم نیاز به شمع بندی و ...

۳- عدم نیاز به کاذب کاری



۴- شیارهای مناسب ایجاد شده در زیر این بلوک ها باعث پیوستگی گچ و خاک در زیر سقف می گردد.

۵- کاهش چشمگیر وزن سقف ، بطوریکه وزن مرده سقف کرمیت با بلوک یونولیت نسبت به سقفهای کامپوزیت حدود ۲۰ کیلو گرم کمتر است و در نتیجه عملکرد مناسبی در هنگام زلزله دارد .



۶- از آنجا که یونولیت جاذب صوتی مناسبی محسوب می شود ، در ترکیب با بتن ، سقف عایقی را در برابر صوت بوجود می آورد .

## نقاط ضعف احتمالی :

- ۱- بدلیل عدم وجود دانش فنی و تجربی مناسب و ضعف آیین نامه در مورد سقفهای کرومیت ، امکان اجرای غیر اصولی سقفها بسیار زیاد است.
- ۲- بدلیل اختلاف ضریب انبساط طولی بلوکه‌های پلی استایرن با تیرچه‌ها ، در سقفهایی که از زیر با گچ پوشش شوند ترک ایجاد می‌شود.
- ۳- مهمترین عیب این سقفها ، قابلیت شدید اشتعال در بلوکه‌های یونولیت است . بلوکه‌های پلی استایرن موجود در بازار که اکثرا قابل اشتعال بوده و بنام غیرقابل اشتعال عرضه می‌شوند بر اثر آتش سوزی آتش می‌گیرند و یا دود زیاد منتشر می‌نمایند .



بلوک یونولیت در ابتدای اشتعال



بلوک یونولیت قبل از اشتعال



بلوک یونولیتی بعد از ده ثانیه اشتعال



بلوک یونولیتی بعد از پنج ثانیه اشتعال



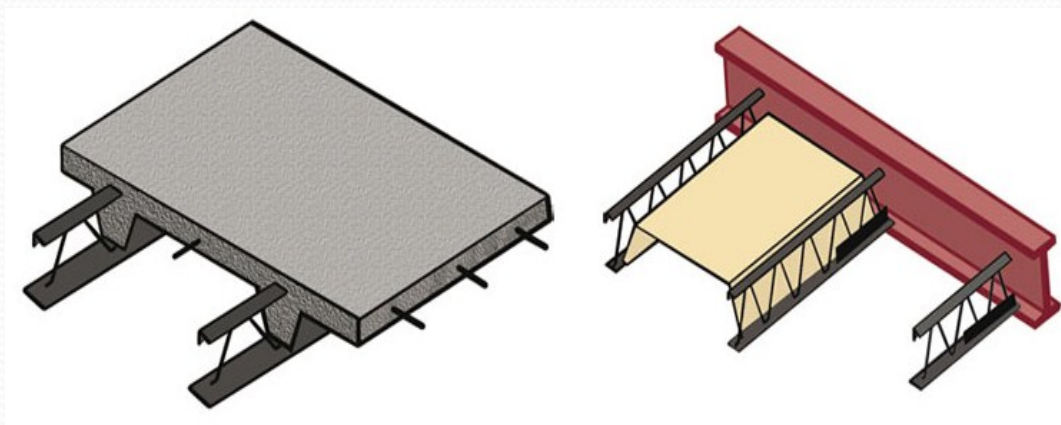
# ۴- سقف کامپوزیت کرمیت :

یکی از قابلیت های سیستم کرمیت ، اجرای سقفهای کامپوزیت به طریق کرمیت می باشد .

سیستمهای معمول کامپوزیت در **امریکا** عیناً" با تیرچه های با جان باز انجام می شود و معمولاً" همراه با گذاشتن یک ورق فولادی موج دار به عنوان عرشه و آرماتور بندی روی آن بتن ریخته می شود . در این سیستم **قالب ماندگار** است و **قطعات جان نیز با بتن احاطه نمی شود**.

سقفهای کامپوزیت رایج در **ایران** با تیر آهن **ساده** یا **لانه زنبوری** ساخته می شوند، بدین صورت که بر روی این تیرهای فولادی پس از قالب بندی ، دال بتنی ریخته می شود . بنابراین تیرچه ها دارای جان باز نیستند.

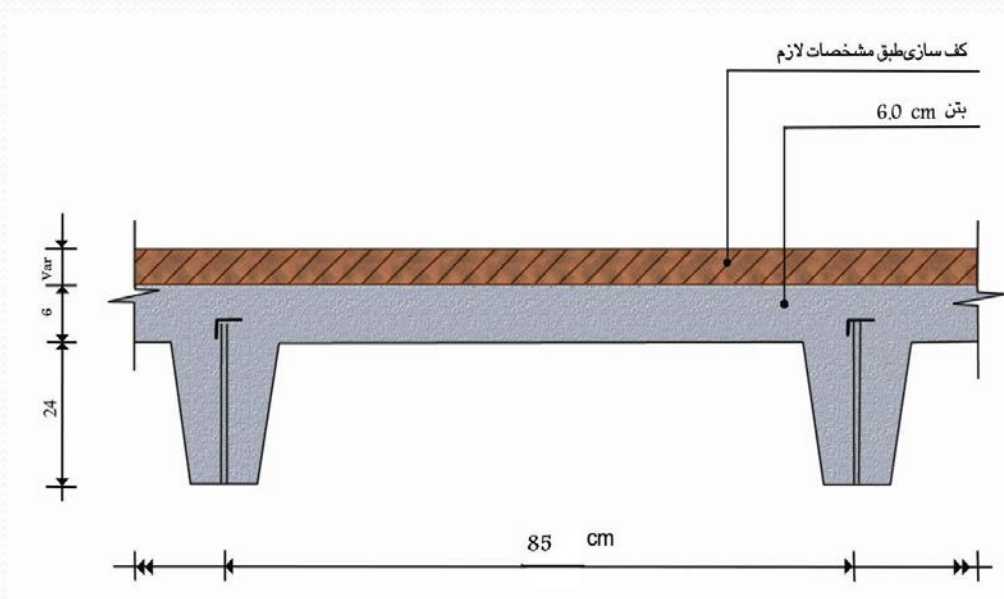
در سیستم کامپوزیت کرمیت به جای استفاده از تیر آهن ساده و یا لانه زنبوری ، از تیرچه های فولادی با جان باز استفاده شده و روی آن نیز با دال بتنی طوری پوشانده می شود که جان تیرچه ها از بتن احاطه شود .



بین تیرچه ها نیز با قالبهای موقت پر شده و پس از بتن ریزی برداشته می شود .



فاصله محور به محور تیرچه ها حدود **۸۵ سانتی متر** تا **۹۵ سانتی متر** و با ارتفاع **۲۰ تا ۲۵ سانتی متر**، بسته به انتخاب خریدار و با مشاوره دفتر فنی و نوع تیرآهنهای مصرفی در سازه و طول دهانه است.



در ضمن این روش در سال **۱۳۶۷** توسط شرکت **کرمیت پارس** به بازار عرضه شد.



## قالب سقف کامپوزیت گرمیت :

در این بخش با دو نوع قالب موقت آشنا می شویم :

### ۱- قالب فلزی :

در طراحی سیستم **قالب** کامپوزیت گرمیت، نظر بر آن بوده که علاوه بر سرعت و تطبیق با آیین نامه ها، هر چه ممکن اقتصادی تر باشد. از این رو :

**اولا** " قالب باید قابل استفاده مداوم باشد،

**ثانیا** " جان تیرچه با بتن پر شود که بتوان قطعات جان را اقتصادی تر طراحی نمود و از لرزش سقف نیز کاسته شود.



در وهله اول قالب های سقف کرمیت سه قطعه بوده و برای باز کردن ، قطعات آن باید از یکدیگر جدا می شد .

با تحقیق بخش D&R شرکت کرمیت پارس این قالب با بهینه سازی و استفاده از خاصیت **تغییر شکل ارتجاعی** فولاد به قالبی **یکپارچه** تبدیل شد .

این قالب در بین تیرچه ها قرار گرفته و بعد از گیرش اولیه بتن قالب از زیر سقف در آورده می شود . این قالب محاسن بسیار زیادی دارد و با سرعت چیده و جمع آوری می گردد و با دقت مختصری ، **بارها قابل استفاده است** ( به عنوان مثال حدود ۳۰ بار ) .

قالبهای فلزی به انتخاب مصرف کننده **در فواصل و ارتفاع مختلف** عرضه می شود .





## ۲- قالب پلاستيکی سمکو ( Semco ) :

قالبهای پلاستيکی **سمکو**، بطور موقت (بعنوان قالب موقت) در سقفهای دال بتنی بکار رفته و پس از خشک شدن بتن از زیر سقف خارج می شوند.







## اما از لحاظ اقتصادی:

بدلیل مقاومت بسیار بالای قالب ها در برابر فشار، ضربه و عوارض محیطی قالبها را می توان بیش از ۲۰ بار استفاده نمود!  
می توان با خرید تعداد محدودی قالب (مثلاً) به اندازه سطح یک طبقه ، سایر طبقات را نیز با همان قالبها، قالب بندی نمود .



## مزایای سقف کامپوزیت گرمیت :

### ۱- کاهش وزن سقف

از آن جا که در این سیستم بلوک حذف می شود، وزن بلوک از وزن سقف کاذب کاسته می شود، این کاهش وزن حدود **۱۰٪ کاهش مصرف تیرچه** ، **۷٪ کاهش وزن** در اسکلت و فونداسیون ساختمان نیز خواهد داشت. این سقف جزو سقفهای سبک بوده و از اکثر سقفهای کامپوزیت و تیرچه و بلوک سبکتر است .

### ۲- کاهش مصرف تیرچه

از آن جا که آکس به آکس تیرچه ها در سقف کامپوزیت حداقل **۸۵ سانتیمتر** می باشد، این امر باعث کاهش مصرف تیرچه و در نتیجه کاهش **هزینه ها** می شود.



### ۳- سهولت اجرای داکت و عبور تأسیسات

خالی بودن فضای خالی بین تیرچه ها امکان عبور تمام کانالها، داکتها، لوله های برق و دیگر تأسیسات را به راحتی فراهم می نماید.



### ۴- نداشتن لرزش نسبت به سیستم کامپوزیت معمولی

با توجه به آنکه تیرچه های فلزی کرمیت دارای جان باز هستند و در هنگام اجرا جان تیرچه کاملاً از بتن انباشته می شود، سقفهای کرمیت دارای لرزش نیستند.

## ۵- سهولت اجرای سقف با دهانه های بلند

در سقف کامپوزیت کرمیت با توجه به سبکی وزن سقف و کاهش بار وارده به تیرچه ها ، اجرای دهانه های بلند با اطمینان خاطر بیشتری انجام گرفته و تنش بتن مانند تمام سیستمهای سقفهای کرمیت بسیار پایین باقی خواهد ماند و بتن را دچار خزش ننموده و ضریب مقاومت سقف بالا می باشد.



## نقاط ضعف احتمالی :



۱- این سقف به کاذب کاری نیاز دارد.

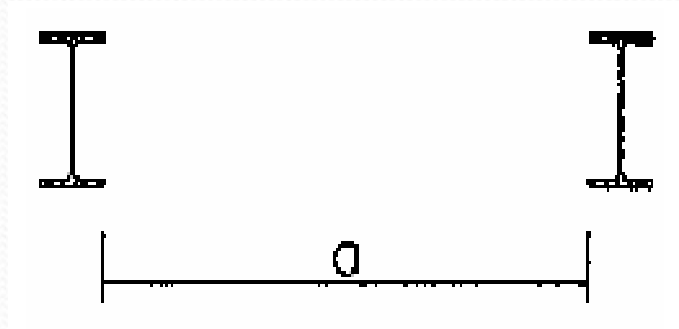
۲- بدلیل عدم وجود دانش فنی و تجربی مناسب و ضعف آیین نامه در مورد سقفهای کرومیت ، امکان اجرای غیر اصولی این سقفها بسیار زیاد است.

مراحل اجرای سقفهای

کرمیت

## ۱- حمل و انبار نمودن مصالح تشکیل دهنده سقف

### ۲- اندازه گیری تیرچه ها



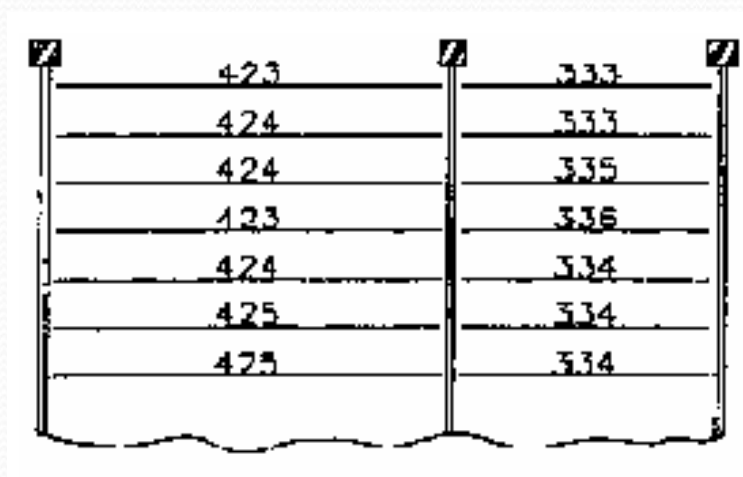
$$a + 6$$

برای اندازه گیری تیرچه های مورد نیاز باید **فاصله ی لب به لب** بال تحتانی تیرهایی را که تیرچه ها بر روی آنها قرار می گیرند ، اندازه گیری نموده و به اندازه **۴ تا ۶** سانتیمتر به طول مورد نظر افزود .

در مورد تیر هایی که دارای بال تحتانی پهن می باشند ، می توان این اندازه را به تناسب افزایش داد .



برای جلوگیری از بروز اشتباه هنگام نصب تیرچه ها ، تهیه **کروکی** از تیرها و تیرچه ها با ذکر اندازه های مورد نظر توصیه می شود .



برای صرفه جویی در مصرف تیرچه ها در کناره ی تیرهای فرعی ، در صورتیکه فاصله ی لبه ی آخرین بلوک تا تیر فرعی **کمتر از ۱۲ سانتیمتر** باشد ، **به جای تیرچه از یک تسمه** به عرض مناسب استفاده می شود . این تسمه به تیر فرعی جوش شده و لبه ی بلوک انتهایی روی آن قرار می گیرد . در این صورت تیر فرعی باید برای باربری قائم مورد کنترل قرار گیرد .

## ۳- بالا بردن ، نصب و جوشکاری تیرچه ها

قبل از نصب تیرچه ها باید اختلاف سطح سقفهای ساختمان ، محل طره ها ، تیغه بندی روی سقفها ، بازشوها و محل عبور لوله ها ، کیفیت ظاهری جوش تیرچه ها و ... به دقت مورد کنترل قرار بگیرد .

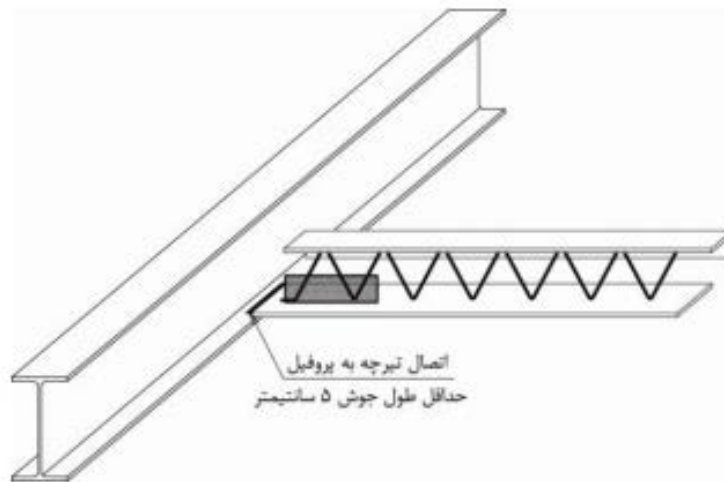
در صورتیکه طول تیرچه ها بزرگتر از اندازه لازم باشد ، طول اضافی میلگردها و اعضای بال فوقانی و تحتانی بریده شده و پس از قرارگیری تیرچه ها در محل مناسب ، دو طرف تیرچه ها بر اساس جزئیات اجرایی تقویت شده و بر اساس نوع تکیه گاه به تیرهای اصلی متصل می گردد .

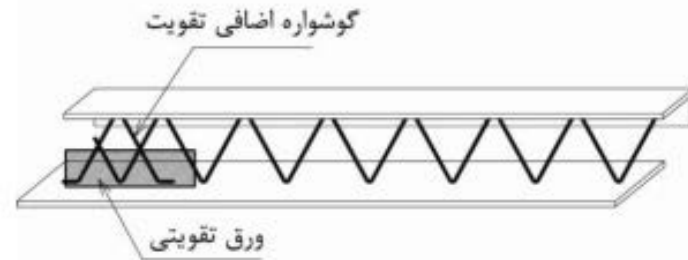
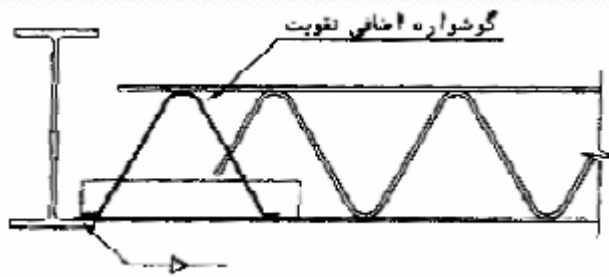
۳-۱- تکیه گاه فولادی

۳-۲- تکیه گاه با مصالح بتنی

### ۳-۱- تکیه گاه فولادی :

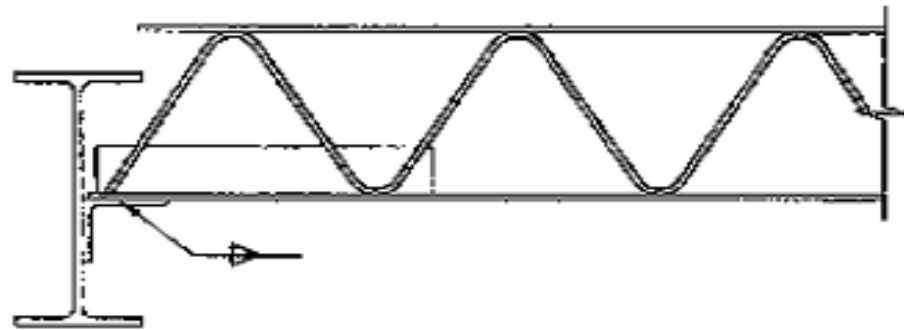
اندازه نشیمن تیرچه از لبه ی تکیه گاه فولادی به سمت داخل ، باید از طریق محاسبات تعیین شود . اما توصیه می شود ، در هیچ حالتی کمتر از ۲ سانتی متر نباشد . برای اطمینان در هنگام نصب و همچنین یکپارچگی سقف و اسکلت ، بال تحتانی تیرچه به پل جوش میشود اما بال فوقانی را نباید به پل جوش داد که دلیل این امر مفصل فرض شدن اتصال تیرچه به پل است . طول این جوش حداقل ۵ سانتیمتر و بعد آن حداقل ۳ میلیمتر است .





(نحوه اتصال تیرچه به تیر فولادی با تقویت گوشواره)

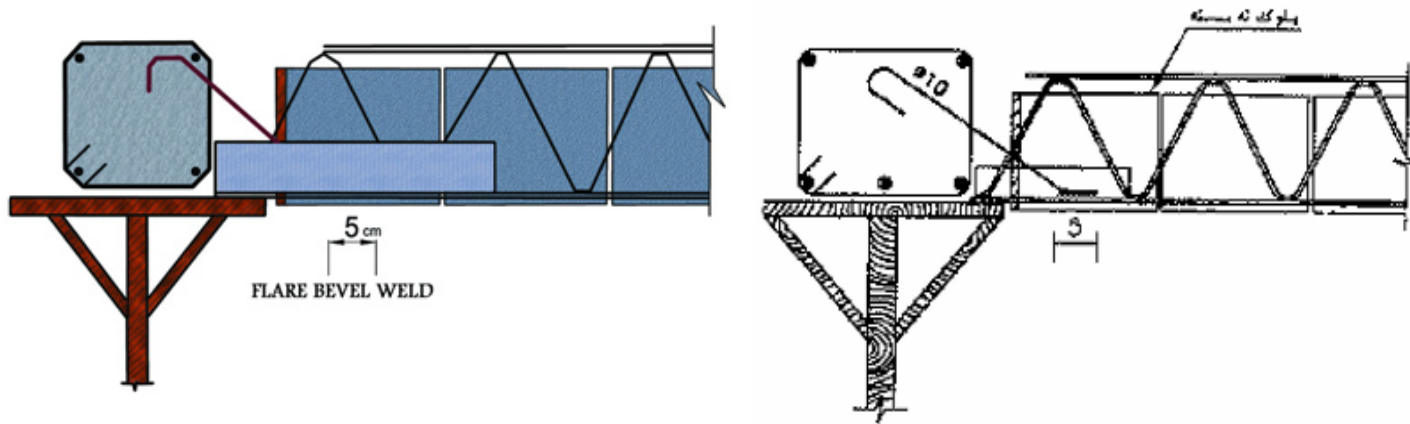
در صورتیکه بال تحتانی تیرچه ها **بالا تر** از بال تحتانی تیر اصلی باشد ، از نبشی نشیمن مناسب برروی جان تیر اصلی به عنوان تکیه گاه استفاده می شود . طول نشیمن باید **حداقل ۲ سانتیمتر** بزرگتر از عرض بال تحتانی باشد .



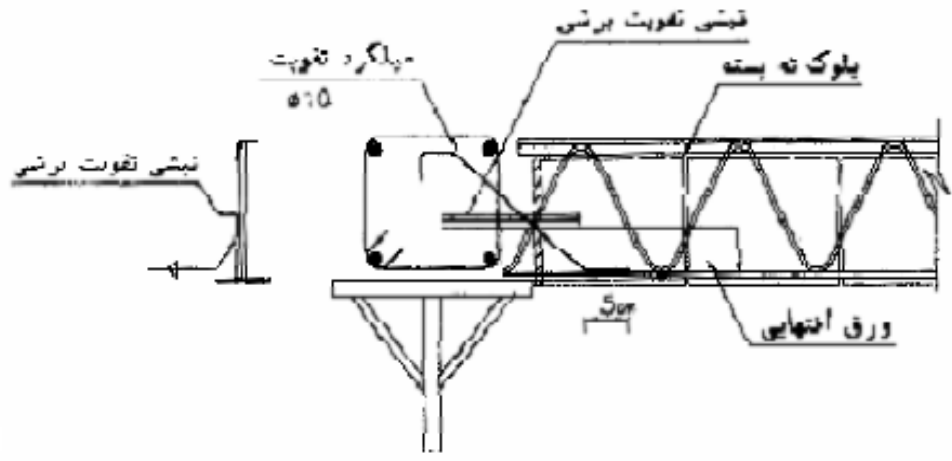
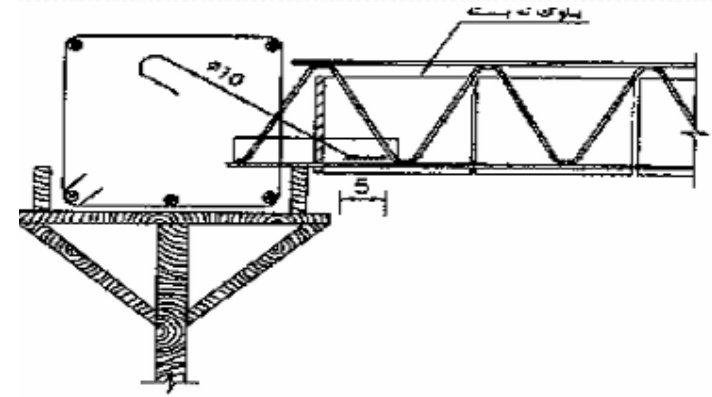
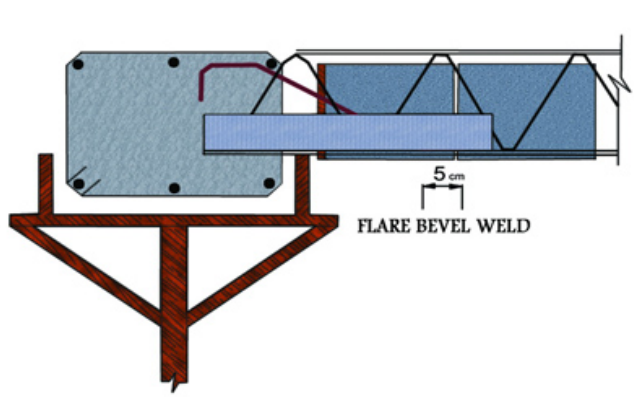
### ۲-۳- تکیه گاه با مصالح بتنی :

انتهای تیرچه باید حداقل به اندازه ی ۱۰ سانتیمتر داخل تیربتنی قرار گیرد .

در سازه های بتنی ، نحوه ی کارگذاری و اتصال تیرچه با تیرهای بتنی باید به گونه ای باشد که بال تحتانی تیرچه روی قالب چوبی یا فلزی زیر تیر قرار گیرد .



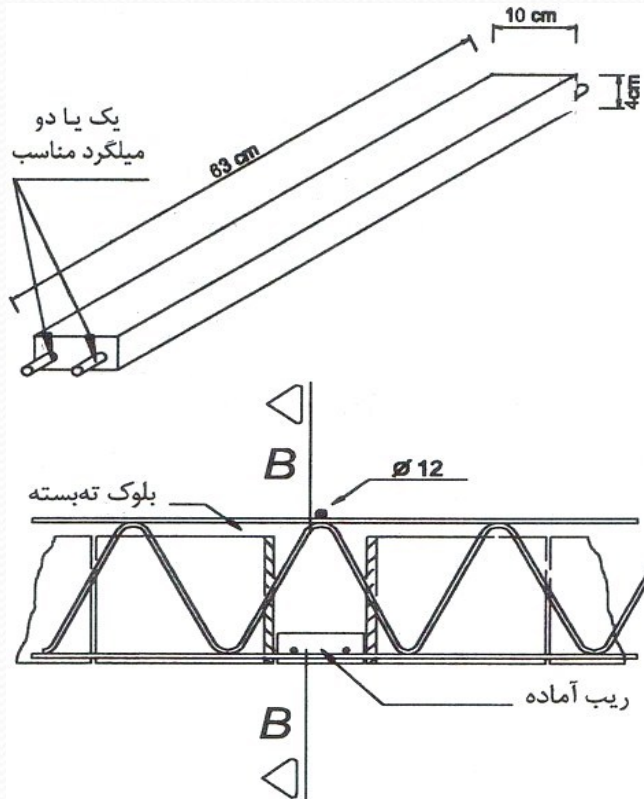
در مورد تیرهای بتنی با ارتفاع بیشتر از تیرچه (آویز) نیز باید تیرچه به داخل تیر بتنی امتداد یافته و روی لبه ی آویز قالب قرار گیرد .



در تیر بتنی باید کنترل لازم جهت انتقال برش انجام گرفته و بر اساس نیروهای وارده از طریق تعبیه نشی **اتصال برشی و یا میلگرد برشی** ، مقاومت برشی لازم تامین گردد .

## ۴- بلوک چینی

## ۵- اجرای کلاف های عرضی :



اجرای کلاف عرضی به دو صورت امکان پذیر است :

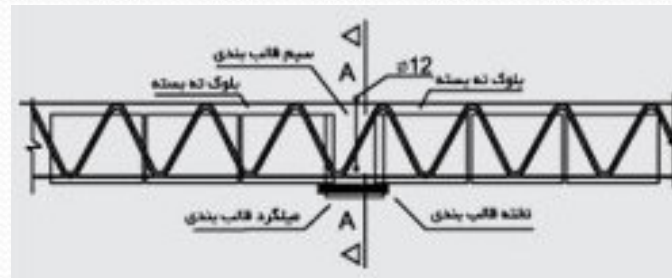
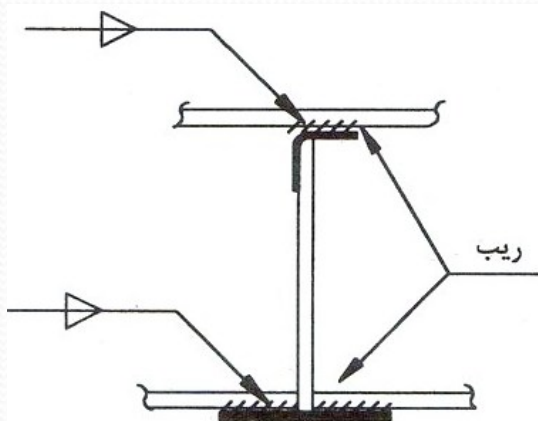
### الف - اجرای کلاف عرضی با استفاده از قالب آماده

در این روش از قالب بتنی آماده در قسمت تحتانی و یک میلگرد به قطر حداقل ۱۲ میلیمتر که کاملاً مستقیم و بدون خم می باشد در قسمت فوقانی استفاده می شود.

توجه شود که میلگردهایی که از قالب بتنی کلاف عرضی خارج شده اند ، باید به بال تحتانی کاملاً جوش شوند .

## ب - اجرای کلاف عرضی بوسیله قالب بندی

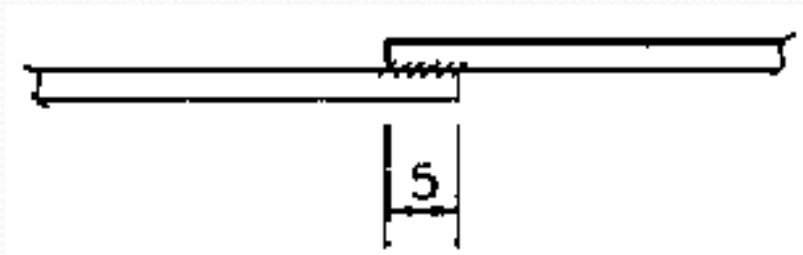
در این روش از یک میلگرد در قسمت پایینی استفاده شده و به بال تحتانی تیچه ها جوش میشود و میلگرد بالایی کلاف نیز مانند روش قبل به بال فوقانی جوش می شود .  
 برای قالب بندی کلاف عرضی از تخته هایی به عرض حداقل **۱۲ سانتیمتر** و **ضخامت ۲ سانتیمتر** استفاده می شود .



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



اگر میلگرد کلاف عرضی کوتاه باشد ، لازم است **همپوشانی** آن را با قرار دادن میلگردها کنار یکدیگر و جوشکاری به طول **حداقل ۵ سانتیمتر** تامین کرد .



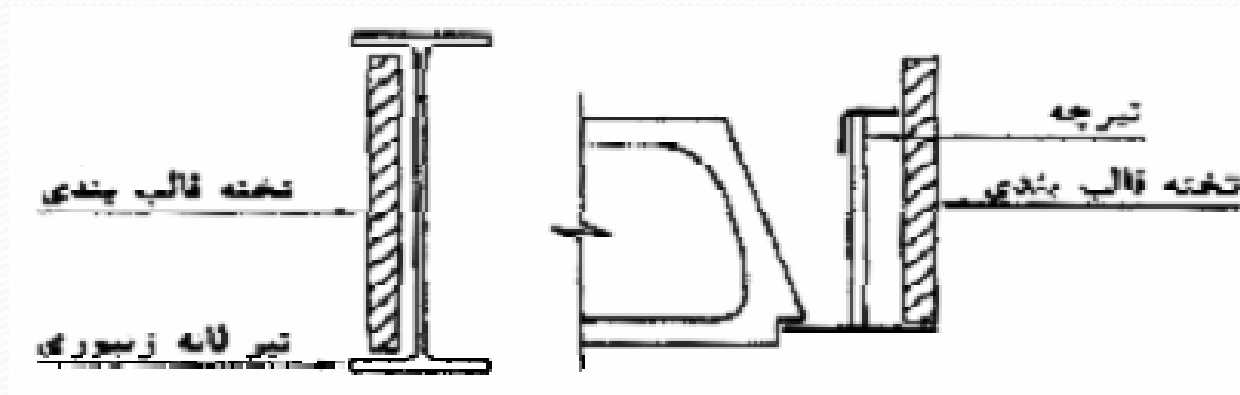
در دهانه های **۳ تا ۵/۵ متر** از **یک** ردیف و در دهانه های **بیش از ۵/۵ متر** از **۲** ردیف کلاف عرضی استفاده می شود .

برای دهانه های **کوچکتر از ۳ متر** تنها نصب میلگرد و جوش دادن آن به تیرچه ها کفایت می کند و نیازی به ایجاد فاصله بین بلوکها برای نفوذ بتن ( کلاف عرضی پنهان ) نیست .

## ۶- قالب بندی

برای قالب بندی از تخته هایی به عرض ۱۲ تا ۲۰ سانتیمتر و ضخامت ۲ سانتیمتر استفاده می شود .

برای جلوگیری از خروج بتن از کناره های تیرهای لانه زنبوری یا دیگر فضاها باید از تخته قالب بندی استفاده نمود . تخته ها باید بعد از بسته شدن کاملا محکم باشند ، به نحوی که فشار زیاد بتن ریزی را تحمل نمایند .



## ۷- بلوک چینی در نقاطی که استفاده از بلوک کامل میسر نمی باشد



اجرای نادرست استفاده از خرده بلوک برای پرکردن فضاهایی که در آن امکان استفاده از بلوک کامل وجود ندارد

در نقاطی که امکان اسفاده از بلوک کامل میسر نمی باشد باید از بلوکهای با اندازه متفاوت استفاده شود . پر کردن این قسمتها با **خرده بلوکها ممنوع** می باشد .

برای پوشش قسمت‌های مورب نیز باید از بلوکهایی که متناسب با شکل و اندازه‌ی محل مورد نظر بریده می شوند ، استفاده کرد .

مهارت و ابتکار عمل مجری ، چگونگی چیدن بلوکها را تعیین می کند به نحوی که فضاهای خالی حداقل باشد .

## ۸- اجرای آرماتورهای افت و حرارت

✓ میلگردهای افت و حرارت به فواصل ۳۰ سانتیمتر عمود بر تیرچه ها اجرا می شوند .

✓ می توانند از میلگردهای به قطر ۶، ۸ یا ۱۰ میلیمتر باشند .

✓ اتصال این میلگردها با سیم یا جوش خواهد بود .

✓ میلگردهای افت و حرارت را بویژه اگر از حلقه کلاف باز شده ، باید تحت کشش قرار داده ، صاف نمود و طوری به بال فوقانی تیرچه متصل کرد که هنگام بتن ریزی از بتن بیرون نمانده و یا تغییر مکان ندهند .

برای این اتصال به جای بستن با سیم بهتر است از جوشکاری استفاده نمود . این امر در دهانه های بزرگ ضرورت بیشتری دارد .

۹- کنترل اجرا و آماده سازی برای بتن ریزی

۱۰- ساخت و انتقال بتن

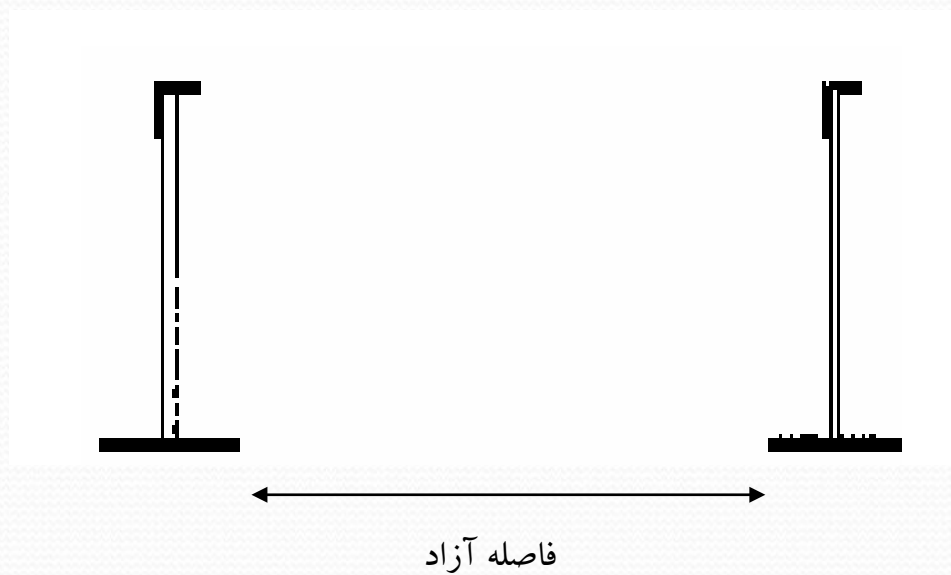
۱۱- بتن ریزی

۱۲- پرداخت سطح بتن

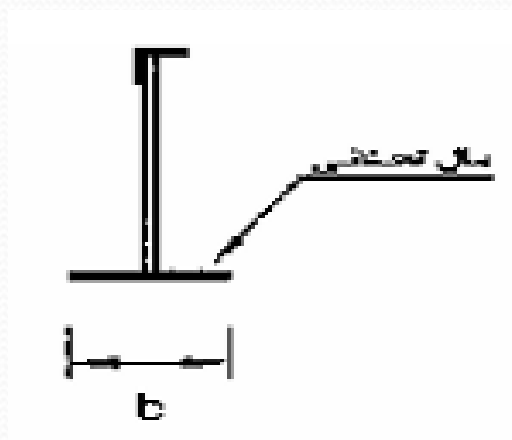
۱۳- عمل آوردن بتن .

# محدوديتهاي طراحي

۱- فاصله ی آزاد تیرچه ها نباید از ۷۵ سانتیمتر تجاوز نماید .



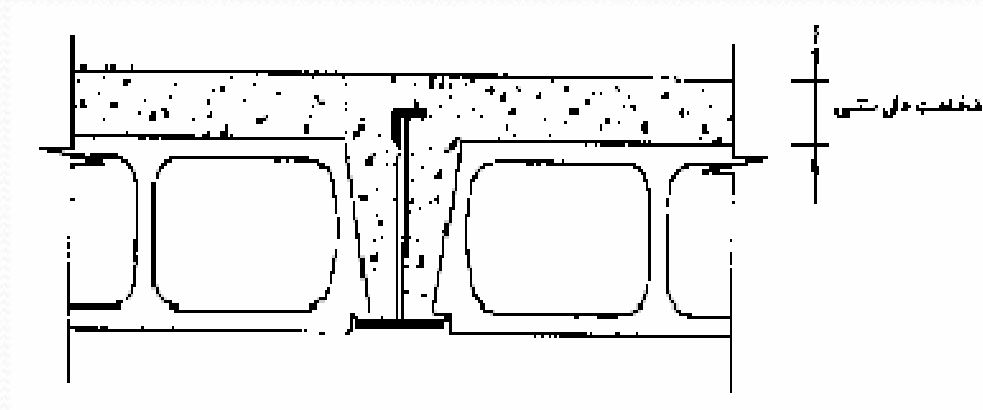
۲- عرض بال تحتانی تیرچه ها نباید کمتر از ۱۰ سانتیمتر و یا دو هفتم ضخامت سقف باشد .



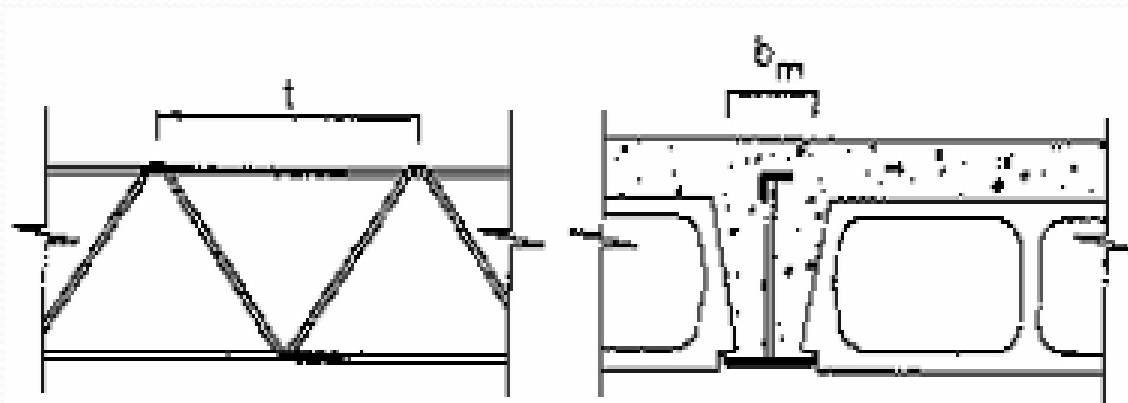
برای دهانه های کوچکتر از ۴ متر می توان حداقل عرض بال تحتانی تیرچه را به ۸ سانتی متر تقلیل داد .



۳- ضخامت دال بتنی نباید از **یک دوازدهم** فاصله ی آزاد بین تیرچه ها و یا **۵ سانتیمتر** کمتر باشد .



۴- سطح مقطع اعضای قطری تیرچه ها نباید از  $(bt/1500)$  کمتر اختیار شود که در این رابطه  $b$  عرض متوسط جان مقطع و  $t$  فاصله ی دو عضو قطری متوالی است .



۵- قسمتهایی از تیرچه که داخل بتن قرار می گیرد ، **نباید رنگ شود** .

۶- ضخامت ورقها ، نبشی ها و پروفیل هایی که جوشکاری می شوند ، **نباید از ۳ میلیمتر کمتر باشد** .

۷- بارگذاری این سقف ها باید بر اساس ضوابط مندرج در **آخرین نشریه استاندارد شماره ۵۱۹ ایران باشد** .

۸- بعد جوش میلگرد جان به ورقهای بال ،  **$d/2$**  منظور می شود (  **$d$**  قطر میلگرد جان می باشد ) .

## ۹- کنترل افتادگی تیرچه ها :

افتادگی تیرچه ها ناشی از بار زنده نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید :

در سقف ها :  $\frac{1}{360}$  طول دهانه

در بامها :

$\frac{1}{360}$  دهانه ، برای مواردی که زیر سقف نازک کاری شده و یا از سقف کاذب استفاده می شود.

$\frac{1}{240}$  دهانه ، برای موارد دیگر .

تیرچه ها می توانند دارای افتادگی تا  $\frac{1}{150}$  دهانه باشند .

جمع  
بندی

موضوع حائز اهمیت در سقفهای کرمیت اجباری بودن استاندارد آنهاست . به این معنی که نباید به هر شخصی بدون داشتن اطلاعات کافی در خصوص ضوابط طراحی در اجرای این نوع سقف و با هر وسیله و ابزاری و در هر محل اجازه ساخت تیرچه ها و اجرای سقفها را داد . متاسفانه در حال حاضر هیچگونه برخوردی با تولیدکنندگان غیرمجاز و مجریان فاقد صلاحیت این سقفها صورت نمی پذیرد . اکثر نقشه های سازه ای ساختمانها فاقد مشخصات سقف ها هستند .

آیا سقفها از اجزای بی اهمیت سازه هستند که طراحی آنها را برعهده مجریان و تولیدکنندگان **فاقد صلاحیت** گذاشته ایم ؟ آیا اهمیت آنها از بادبندها یا دیوارهای برشی کمتر است که ممکن است درطول عمر یک سازه اصلا مورد استفاده قرار نگیرند و تمام اهمیت ما طراحی صحیح آنها براساس ویرایش های چندگانه ی آیین نامه های زلزله است ؟ درحالیکه همه در زیر این سقفها زندگی می کنیم .



## منابع

- ۱- نشریه شماره ۱۵۱ سازمان مدیریت و برنامه ریزی ( راهنمای طراحی و اجرای سقف تیرچه فولادی با جان باز در ترکیب با بتن )
- ۲- آیین نامه بتن ایران ( آبا )
- ۳- مقاله ی مهندس مهدی هادیزاده بزاز ( مدیر عامل مهندسين مشاور خانه عمران ) و مهندس سعید برادران همتی ( عضو کمیته تخصصی عمران سازمان نظام مهندسی )
- ۴- سایت شرکت کریمیت پارس
- ۵- سایت شرکت ساختمانی گسترش سرپناه جهرم
- ۶- [www.agneshsazeh.com](http://www.agneshsazeh.com)
- ۷- [www.mamood.blogfa.com](http://www.mamood.blogfa.com)
- ۸- [www.semcoplast.ir](http://www.semcoplast.ir)
- ۹- انجمن مرجع و تخصصی پارسی گلد