

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



شرکت سرمایه‌گذاری مسکن (سای‌تام)

معرفی و شناخت

# انواع سقفهای مسطح

(گزارش بخش نفست)

معاونت توسعه فناوری و ساخت

واحد تحقیق و توسعه

بهار ۹۰



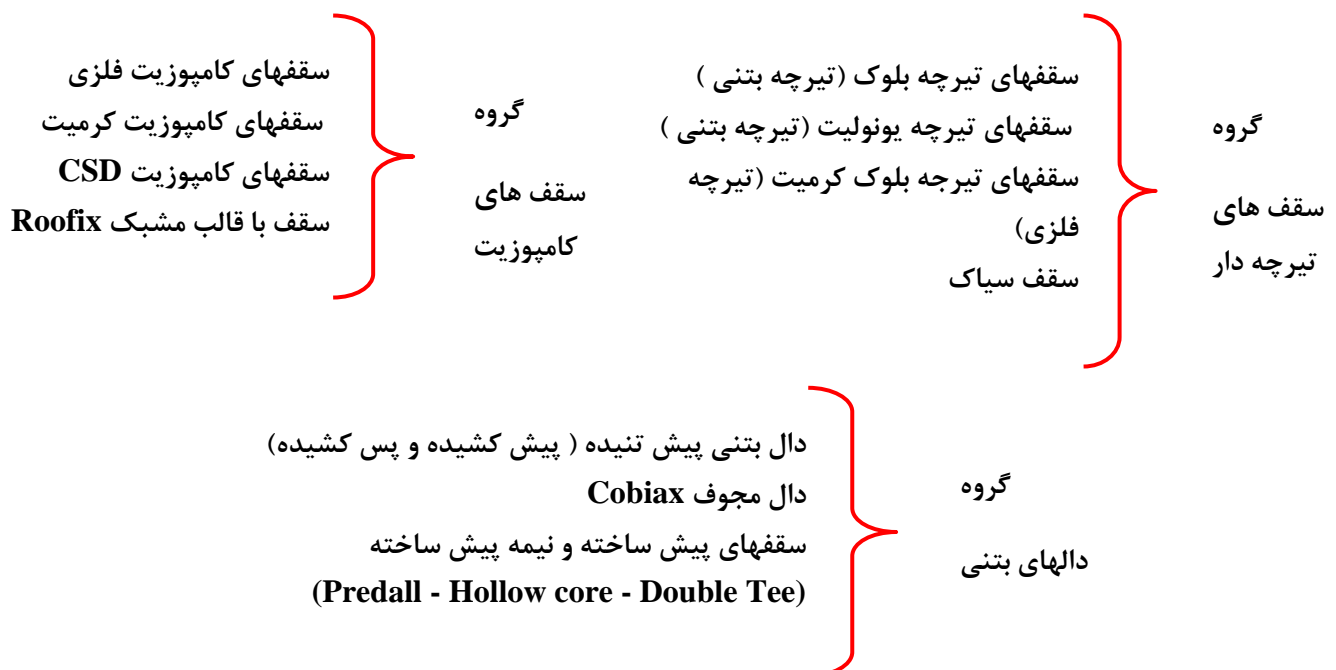
## معرفی و شناخت انواع سقفهای مسطح

### مقدمه :

انتخاب و استفاده از سازه های متناسب با رویکرد صنعتی سازی در ساختمان، می بایست با شناخت قابلیت‌های رفتاری، عملکردی و ساختاری آنها و تکنیک های اجرایی هر یک از آنها صورت پذیرد. هر یک از سیستم های سازه ای دارای شرایط فوق، بلحاظ شاخص هایی همچون هماهنگی با اقتصاد پروژه، هماهنگی با سایر عناصر سازه ای و غیرسازه ای، محدودیت های اقلیمی اجرا، چگونگی نیاز به تجهیزات کارگاهی، نیروی انسانی و... می بایست بررسی و نهایتا بهترین گزینه برای هر پروژه انتخاب گردد. بدیهی است همانگونه که ذکر شد برای هر پروژه، باتوجه به تمامی مشخصات مورد نیاز از جمله هزینه، طراحی، اقلیم و...، مطلوب ترین سیستم های ساخت در نظر گرفته خواهد شد. لذا انتظار معرفی و انتخاب یک سیستم سقف و سازه برای هر نوع ساخت و ساز، بطور کلی از واقعیت عینی، طراحی و اجرای یک پروژه به دور می باشد.

### معرفی روشهای اجرای سقف:

بطور کلی می توان انواع روشهای اجرای سقف در این گزارش را در ۳ گروه سقف های تیرچه دار، سقفهای کامپوزیت، و دالهای بتنی تقسیم بندی نمود:



لازم به ذکر است برخی دیگر از سیستم‌های سقف بخشی از یک مجموعه کامل سیستم سازه ای می باشد که همراه با المانهای دیگر سازه ای و به تناسب آنها طراحی و اجرا می گردند ، در این مورد میتوان به سقف سیستمهای LSF و ICF اشاره نمود.

### ۱- گروه سقفهای تیرچه بلوک

۱-۱. سقف تیرچه بلوک و تیرچه یونولیت (باتیرچه بتنی )

#### (Joist- Block deck with concrete joist)

این روش از رایج ترین اجرای سقف هاست که امروزه نیز بطور وسیعی در صنعت ساختمان سازی مورد استفاده قرار میگیرد.



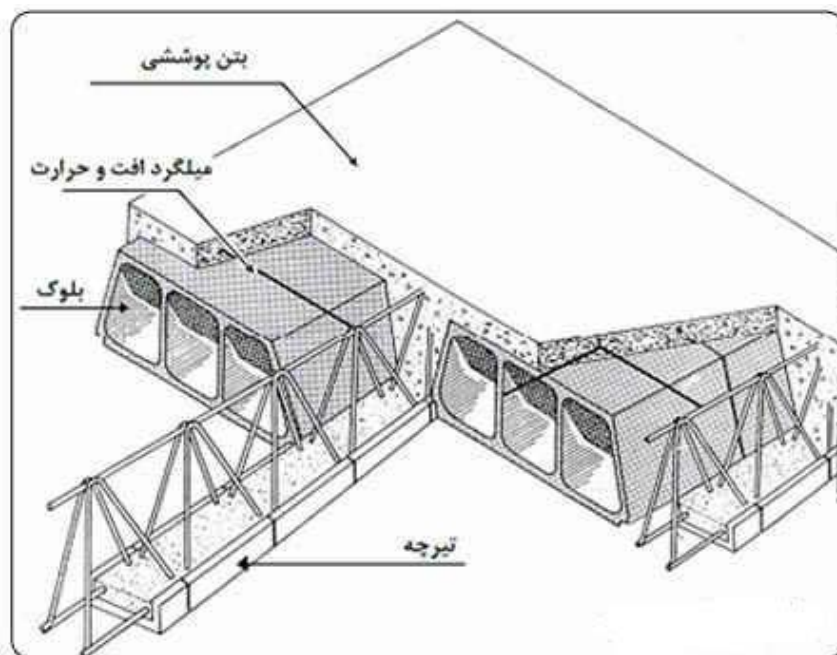
اجرای این سیستم عبارتند از: ( ۱ ) تیرچه بتنی

( ۲ ) بلوک سیمانی یا سفالی یا یونولیتی

( ۳ ) میلگرد افت و حرارت

( ۴ ) میلگردهای تقویتی

( ۵ ) بتن پوشش رویه



#### ۱-۱-۱ الزامات سقف تیرچه بلوک<sup>۱</sup>

- در تمامی سقفها ، میلگرد افت و حرارت با قطر  $6^{mm}$  کفایت میکند ، چنانچه فاصله آکس تا آکس تیرچه ها تا  $50^{cm}$  باشد در جهت تیرچه ها بین هر دو تیرچه یک عدد چنانچه بیش از  $50^{cm}$  باشد ، دو عدد میلگرد حرارتی مورد نیاز است. میلگردهای حرارتی در خلاف جهت تیرچه ها هر  $25^{cm}$  یک عدد می بایستی اجرا گردد.

- میلگرد تقویت ممان منفی تیرچه ها حداقل میبایست سطح مقطعی معادل  $15\%$  سطح مقطع میلگردهای کششی همان تیرچه را دارا باشد و طول آنها از هر طرف یک پنجم طول تیرچه باشد.

- در سقفهای با بار زنده کمتر از  $350^{kg/m^2}$  و در دهانه های زیر  $4^m$  نیازی به کلاف میانی (Tie Beam) نمی باشد و در دهانه های بین  $4^m$  تا  $3^m$  ، یک کلاف میانی و در دهانه های بیش از  $5/3^m$  دو کلاف میانی مورد نیاز است. (حداقل سطح مقطع کل میلگردهای طولی کلاف میانی باید برابر نصف سطح مقطع میلگرد کششی تیرچه باشد).

- در سقفهایی که بار زنده بیشتر از  $350^{kg/m^2}$  باشد ، در دهانه زیر  $4^m$  یک کلاف میانی و در دهانه بین  $4^m$  تا  $7^m$  دو کلاف میانی و در دهانه های بیش از  $7^m$  به سه کلاف میانی مورد نیاز است (در تمامی این اطلاعات حداقل سطح مقطع کل میلگردهای طولی کلافهای میانی باید برابر کل سطح مقطع میلگردهای کششی تیرچه باشد).

<sup>۱</sup> مشخصات و الزامات مربوط به نشریه ۹۴ سازمان مدیریت و برنامه ریزی می باشد.



چنانچه میلگرد زیگزاگ برای برش انتهایی محاسبه نشود نیازی به تقویت برشگیر(اتکای سرتیرچه) نمی باشد.

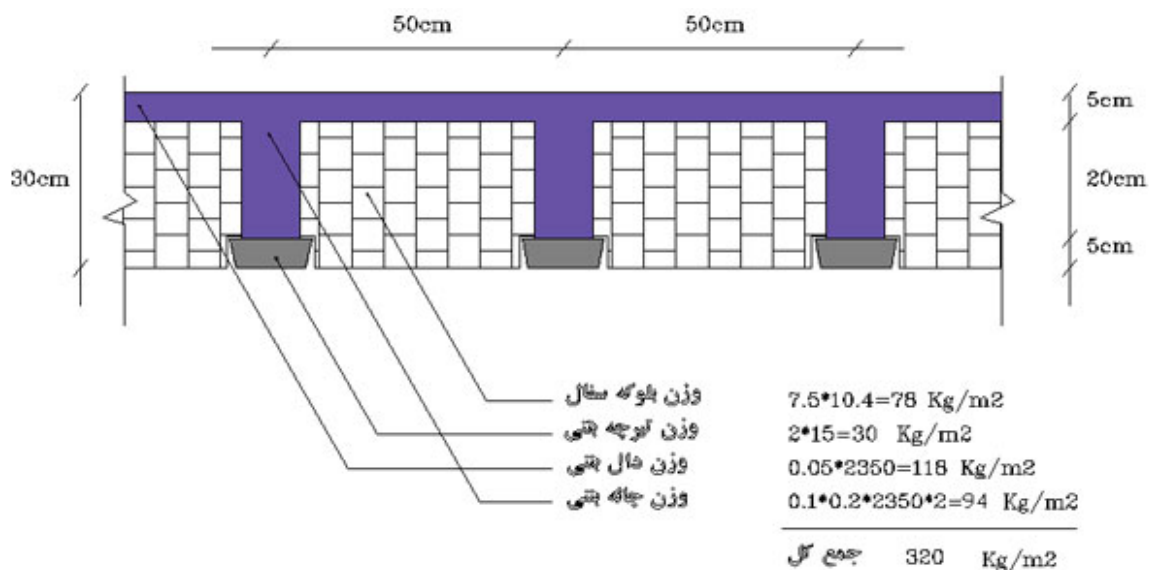
در سقفهایی که خیز مطرح نباشد، تا دهانه ای معادل ۳۲ برابر ضخامت سقف، از این سقفها می توان استفاده نمود. اما اگر خیز مطرح بوده و تیرهای اسکلت دارای تکیه گاه گیردار باشند، حداکثر دهانه مجاز ۲۶ برابر و در صورت تکیه گاه ساده حداکثر ۲۰ برابر ضخامت سقف می باشد.

۱-۲. ویژگی های سیستم سقف تیرچه بلوک

- از نظر اقتصادی نسبتاً مقرون به صرفه (خصوصاً در دهانه های کوچک)  
 - به دلیل شمع بندی در حین اجرا این سقف لرزش کمتری نسبت به سقفهای کرومیت و کامپوزیت دارد.

- تامین نسبی عایق بندی حرارتی (در صورت استفاده از بلوکهای پلی ایستایرن)

- وزن نسبتاً بالا در صورت استفاده از بلوک سفالی (با ضخامت ۳۰m حدود  $320 \text{ kg/m}^2$ )



- دارای قابلیت تولید و عرضه گسترده در کشور

- عدم نیاز به نیروی کار ماهر و یا تجهیزات خاص

نکته - امروزه استفاده از بلوکهای یونولیتی رواج گسترده ای در ساخت سقفها پیدا کرده است. گرچه استفاده از این بلوکها، کمک قابل توجهی به عایق بندی حرارتی سقف و کاهش وزن آن

میکنند ولی لازم است که ضوابط استفاده از آنها در سقف رعایت شود (پیوست ۱). چند مورد مهم از این ضوابط عبارتند از:

- تنها استفاده از انواع کندسوز شده بلوک پلی استایرن منبسط شده مجاز بوده و استفاده از انواع غیر کندسوز ممنوع است.
- حداقل مقاومت بلوکهای تولیدی در برابر بارهای حین اجرا باید برابر با ۲۰۰ کیلوگرم به ازای هر ۳۰ سانتیمتر طول بلوک باشد. (در صورت تولید مناسب، بلوکهای با عرض ۵۰ و ارتفاع ۲۵ سانتیمتر و دانسیته حدود ۱۳-۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب برای کسب این مقاومت مناسب است).
- برای حفاظت از بلوک سقفی پلی استایرن و جلوگیری از برخورد مستقیم هرگونه حریق احتمالی با بلوک لازم است تا زیر سقف بوسیله پوشش مناسب محافظت شود. پوشش باید به تیرها و تیرچه متصل و مهار گردد. اتصال مستقیم به بلوک پلی استایرن (مانند گچ کاری مستقیم بر روی بلوک بدون استفاده از اتصالات مکانیکی) به تنهایی قابل قبول نیست.
- انواع پوششهای مورد پذیرش عبارتند از: پوشش گچ یا پوششهای محافظ گچ-پرلیت یا گچ-ورمیکولیت یا تخته گچی به ضخامت حداقل ۱/۵ سانتیمتر که به نحو مناسب و مستقل از بلوک (همانند رابیتس) به سقف سازه ای مهار شده باشد.



## ۱-۲- سقف تیرچه بلوک کرمیت ( تیرچه فولادی با جان باز )

### ( kormit-Joist-Block deck with-steel joist)

امروزه تیرچه های کرومیت بعنوان یکی از گزینه های مناسب در مواردی که زیر بنا کم بوده و بتوان چند سقف را باهم بتن ریزی نمود، شناخته می شود. این نوع سقف از سقفهای تیرچه فولادی باجان باز در ترکیب با بتن محسوب شده و دارای اجزای زیر است:

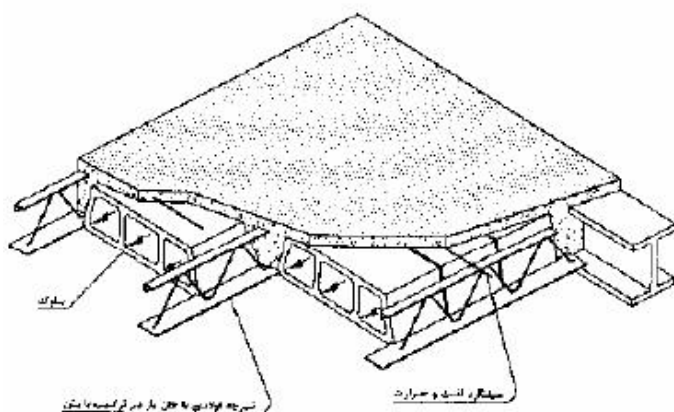
۱. تیرچه فولادی با جان باز

۲. بلوک

۳. میلگرد افت و حرارت

۴. کلاف عرضی

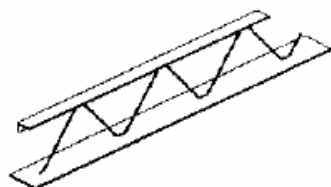
۵. بتن پوششی درجا



تیرچه های فولادی با جان

بازشامل بال تحتانی، اعضای

قطری و بال فوقانی می باشد که اعضای پیش ساخته ای هستند که بصورت خرپاهای ویژه دوسر ساده ای برای توزیع یکنواخت بار سقف به تکیه گاه ها بکار میروند.



(بال تحتانی تیرچه بعنوان عضو کششی خرپا عمل

میکند) در سقف حاصله ، بال فوقانی و جان تیرچه ها

در بتن محاط بوده و بصورت یکپارچه بعنوان یک مقطع

مرکب T شکل بتن آرمه عمل می نماید . برای اجزای

پرکننده میتوان از قالب های دائم مانند بلوک سفال ، سیمانی یا قطعات سبک و از قالبهای موقت استفاده نمود.

## ۱-۲-۱- الزامات سقف تیرچه بلوک کرومیت<sup>۱</sup>

- در کلیه دهانه های سقف کرومیت اجرای کلاف میانی (Tie Beam) ضروری میباشد که شامل

دومیلگرد به قطر حداقل  $12 \text{ mm}$  است یک میلگرد روی بال تحتانی و یک میلگرد زیرین روی بال

فوقانی به موازات هم بصورت عمود بر تیرچه ها به آنها جوش می شود و در دهانه های بالای  $3 \text{ m}$

کلافهای میانی حتما باید با بتن اجرا گردند . در دهانه های کوچکتر از  $5/3$  متر یک کلاف

و در دهانه بین  $5/3$  تا  $7/8$  متر دو کلاف و در دهانه بیش از  $7/8$  متر سه کلاف میانی مورد نیاز است.

<sup>۱</sup> مشخصات و الزامات سقف با تیرچه فولادی با جان باز مربوط به نشریه ۱۵۱ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور است.



- فاصله آزاد تیرچه ها نباید از  $75 \text{ cm}$  تجاوز نماید.
- عرض بال تحتانی تیرچه در حالت استفاده از بلوکهای سفالی یا بتنی نباید کمتر از  $12 \text{ cm}$  و  $2/7$  ضخامت سقف باشد. در حالت بلوک پلی استایرن این عرض نباید کمتر از  $14 \text{ cm}$  و  $2/7$  ضخامت سقف باشد.
- ضخامت دال بتنی نباید از  $1/12$  فاصله از تیرچه و  $5 \text{ cm}$  کمتر باشد.



- ضخامت ورقها ، نبشی ها و پروفیل هایی که جوشکاری میشوند ، نباید از  $3 \text{ mm}$  کمتر باشد .
- سطح مقطع اعضای قطری تیرچه نباید از  $T \cdot 0.0015b_m$  کمتر اختیار شود . (  $b_m$  : عرض متوسط جان مقطع T : فاصله دو قطری متوالی )
- میلگرد افت و حرارت با قطر  $6 \text{ mm}$  کفایت

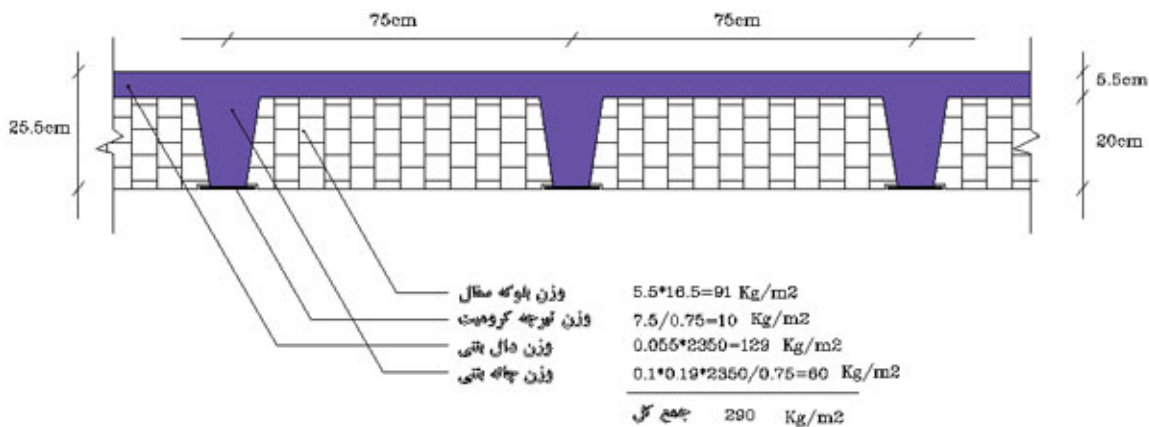
- میکنند که تعداد این میلگردها در خلاف جهت تیرچه ها هر  $25 \text{ cm}$  یک عدد می باید اجرا گردد.
- در تیرچه های فولادی با جان باز استفاده از میلگردهای A3 (با آجهای به شکل ۸ و ۷) ممنوع است ( فقط باید از میلگردهای صاف و یا آجدار A2 (با آجهای فنی شکل ) استفاده نمود.

مطابق مبحث ۱۰ مقررات در ساختمانهای مسکونی که در آنها خیز مطرح است و تکیه گاه تیرهای اسکلت آنها گیردار است حداکثر دهانه باز برای استفاده از این سقفها ۲۶ برابر ضخامت سقف و اگر از نوع ساده باشد ، حداکثر ۲۰ برابر ضخامت سقف میباشد .

نکته- از آنجاییکه اجرای سقفهای کرومیت بدون شمع بندی صورت می گیرد، هرگونه بی دقتی در در طراحی و تولید و اجرای این نوع سقفها ممکن است به ریزش سقف یا شکم دادن تیرچه ها منتهی شود.

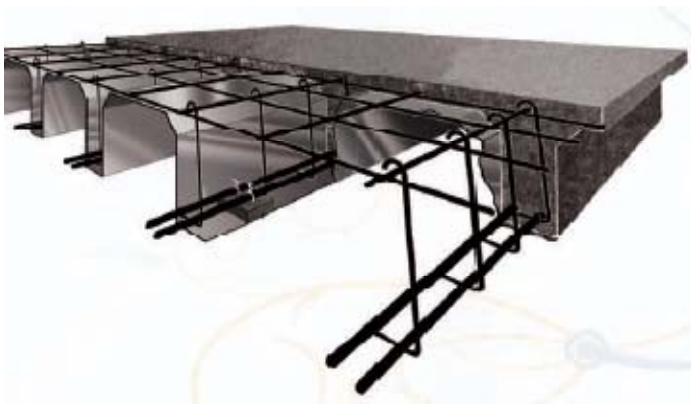
### ۱-۲-۲- ویژگی های سقف کرمیت

- چنانچه زیربنای هر سقف  $120\text{m}^2$  یا کمتر باشد وسازه فاقد دیواره برشی باشد ، به دلیل اجرای همزمان دویا سه سقف معمولا اجرای این سقف مقرون به صرفه خواهد بود.<sup>۱</sup>
- سرعت اجرایی بالاتری نسبت به تیرچه بتنی دارد.
- اجرای سقف کاذب ضروری نیست.
- وزن نسبتا متعادل دارد(به نسب سقف تیرچه بلوک سنتی). (حدود  $290\text{ Kg/m}^2$ )
- دارای لرزش بیشتر نسبت به تیرچه بتنی است (بدلیل عدم اجرای شمع بندی)



### ۱-۳ . سقف سیاک

سقف سیاک یک شیوه اجرای سقف های بتن مسلح تیرودال یکطرفه میباشد دراین شیوه ، پیش از بتن ریزی لازم است شمعهای چوبی یا آهنی اجرا و آرماتورگذاری های لازم در تیرچه ها ودال انجام شود.



این روش با حذف اجرای بلوکهای سفالی یا سیمانی پرکننده بین تیرچه ضمن کاهش وزن سقف ، نشت شیرابه بتن را از فواصل تیرچه ها به حداقل میرساند ومنجر به ارتقای کیفیت بتن می شود. همچنین دراین روش تیرچه های آماده حذف می شود وباتوجه به

<sup>۱</sup> این موضوع از اظهارات شرکت پارس پی (مجری این سیستم) می باشد.

فرم و هندسه قالبهای سیاک ، میتوان آرماتور گذاری تیرچه ها و شبکه مش حرارتی را براحتی انجام داد. این امر باعث صرفه جویی در مصرف میلگرد شده ولی سرعت اجرا را کاهش میدهد. قالبهای مورد استفاده می بایست قوی و باکیفیت بالا بوده و براحتی قابل برداشت و نصب باشند. در این روش می توان با اجرای لوله های پلیکا پیش از بتن ریزی ، حفراتی در مقطع عرضی تیرچه منظور فراهم شدن امکان عبور لوله های تاسیساتی و برقی ایجاد نمود. به این ترتیب تا حدودی زمینه اجرای تاسیسات در فواصل خالی زیر سقف و مابین تیرچه ها فراهم میشود.



### ۱-۳- الزامات سیستم سیاک

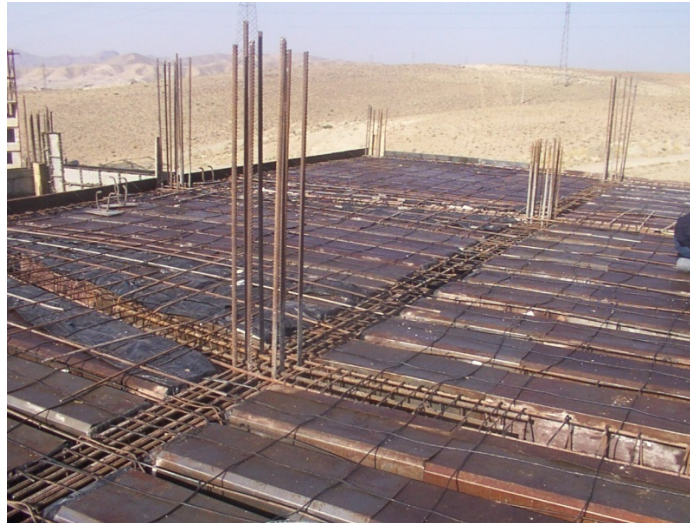
- رعایت ضوابط آرماتور گذاری تیرچه ها و دال بتن آرمه بر اساس ضوابط موجود در آیین نامه ACI ۳۱۸-۰۵ و مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان الزامی است .
- به منظور اجرای لوله های برقی و تاسیسات در فضای مابین و زیر تیرچه ها لازم است هماهنگی لازم بین نقشه سازه و تاسیسات بعمل آید و بدلیل حذف بلوکهای پرکننده ، طراحی و اجرای سقف کاذب ضروری است.



- اجرای شمع های چوبی یا آهنی به منظور پایدار سازی قالبهای فلزی ضروری است .

### ۱-۳-۲- ویژگی های سیستم

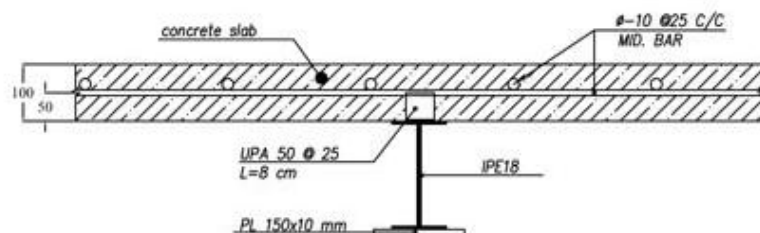
- سهولت نصب و حمل قالبها به طبقات
- حذف بلوکهای سفالی یا پلاستوفوم
- یکپارچگی سقف و کاهش وزن
- امکان عبورتاسیسات میان سقفی



## ۲- گروه سقفهای کامپوزیت

### ۱-۲. سقف کامپوزیت فولادی Composite Steel Deck

سقفهای کامپوزیت سقفهایی هستند متشکل از فولاد و بتن. برای اینکه یکپارچگی سقف رعایت شود از برشگیر(نبشی) استفاده می شود که با بتن درگیر می شود. میلگردهایی که روی سقف کامپوزیت قراردارند، میلگردهای حرارتی هستند که در جهت مخالف با تیرهای فرعی باعث یکپارچه شدن بتن و درگیری با سقف کامپوزیت می شوند و با جوش دادن به تیرهای فرعی مانع ترک خوردن بتن می گردند. در قالب بندی این سقفها معمولا از تخته کوبی استفاده می شود و باید از شمع های نگهدارنده در زیر قالب ها استفاده گردد. در صورت نیاز می توان لوله های تاسیساتی را از زیر سقف کامپوزیت و از تیرهای لانه زنبوری عبور داد.



لازم به ذکر است سقف کامپوزیت از برخی سقفهای تیرچه بلوک، سبکتر و از برخی سنگین تر می باشد. جدول زیر وزن هر مترمربع سقفهای کامپوزیت را نشان می دهد<sup>۱</sup>:

نمره تیر آهن های فرعی							ضخامت بتن (cm)
24	22	20	18	16	14	12	
215	211	208	205	202	200	198	8
262	258	255	252	249	247	245	10

### ۱-۱-۲ ویژگی های اجرایی سقفهای کامپوزیت

- عموماً سقف های کامپوزیت وزنی سبک دارد .
- سقف های کامپوزیت سرعت اجرای بالاتری نسبت به سقف های تیرچه بلوک دارد.
- به کاذب کاری نیاز دارد و نسبت به سقفهای تیرچه بلوک گرانتر است .
- سقف کامپوزیت بدلیل داشتن لرزش گزینه مناسبی برای سقف نمی باشد مگر اینکه به هنگام بتن ریزی زیر تیر آهنهای فرعی و اصلی شمع بندی کامل شود که در اینصورت اجرای همزمان چند سقف منتفی می شود .

### ۲-۲. سقف کامپوزیت کرمیت (kormite composite deck)

این نوع سقف، در واقع مشابه سقف تیرچه های فلزی کرمیت بوده ولی با قالب بسته می شود. در هنگام بتن ریزی تیرچه ها کاملاً از بتن انباشته گردیده و تشکیل مقطع دوزنقه ای شکل و بسیار قائم را می دهد . بال فوقانی تیرچه های کرمیت جهت حذف شمع بندی و براساس بارهای زمان اجرا طراحی می گردد که پس از اجرای سقف و بتن ریزی در بتن باقی مانده و در باربری نهایی

<sup>۱</sup> جدول مربوطه، از اطلاعات شرکت مهندسين مشاور پارس پي مي باشد.



شرکت کرده و باعث کاهش تنش در بتن میگردد . در این روش قالبها پس از بتن ریزی باز می شوند .

اجزای این سیستم عبارتند از :

- تیرچه های فلزی کرمیت<sup>۱</sup>

- میلگردهای حرارتی

- قالب فلزی

- کلاف عرضی

- بتن رویه

در این سقف با استفاده از قالبهای فلزی فضای خالی بین تیرچه ها قالب بندی شده و نهایتاً با حذف آنها پس از بتن ریزی سقفی سبک خواهد شود . ضمناً در این سیستم بعلت غرق شدن کامل جان تیرچه ها در بتن، لرزش کمتری در مقایسه با سیستم های مشابه کامپوزیت معمولی مشاهده می شود .

#### ۲-۲-۱ الزامات سیستم :

با توجه به اینکه این سیستم در گروه سقف متشکل از تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن قرار می گیرد ، مشخصات فنی لازم آن منطبق با نشریه ۱۵۱ یا الزامات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن می باشد . (به بخش ۱-۲-۱ گزارش می توان مراجعه نمود )

#### ۲-۲-۲ ویژگی های سیستم :

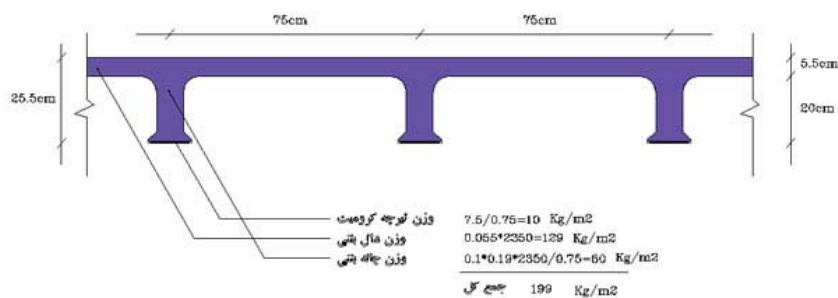
- این سقف جزء سقف های سبک می باشد .

- وزن این سقف از اکثر سقفهای کامپوزیت و نیز تیرچه بلوک سبکتر است .

---

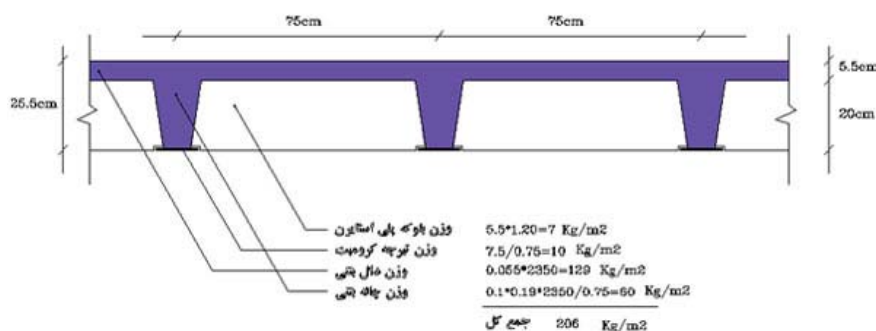
<sup>۱</sup> (لازم به ذکر است مطابق نشریه ۱۵۱ سازمان مدیریت و برنامه ریزی فواصل تیرچه های محور به محور کرمیت با ارتفاع  $27\text{ cm}$  می تواند  $85\text{ cm}$  انتخاب شود.)

- در مقایسه با سقف های کامپوزیت، هزینه کاذب کاری کمتری دارد زیرا فواصل تیرچه ها کم بوده و نیازی به استفاده از نبشی در سقف کاذب نیست .
- قالب در بین تیرچه ها فرا گرفته و پس از گیرش اولیه بتن زیر سقف در آورده می شود و در جای دیگر استفاده می گردد .
- نیاز به شمع بندی ندارد ولی لرزش آن نسبت به سقفهای تیرچه بتنی بیشتر و نسبت به سقف های CSD ( دال مرکب فولادی - بتنی ) کامپوزیت) با عرشه فولادی) کمتر است .



لازم به ذکر است می توان بجای استفاده از قالب موقت از بلوک پلی استایرن بعنوان قالب دائم استفاده نمود که به نوعی در گروه سقف تیرچه بلوک کرومیت قرار می گیرد و دارای ویژگی های زیر است :

- سقف سبک می باشد.
- سرعت اجرای بالاتری نسبت به سقفهای تیرچه بتنی دارد .
- به کاذب کاری نیاز ندارد .
- بدلیل قیمت بالای بلوک استایرن گرانتر است .
- بدلیل اختلاف ضریب انبساط حرارتی بلوکهای یونولیت با تیرچه ها در سقفهایی که با گچ پوشش داده شوند ، ترک ایجاد می شود .



## ۲-۳. دال مرکب فولادی-بتنی ( کامپوزیت) با عرشه فولادی (csd)

این سیستم ، متشکل از مقاطع مختلط دال بتن مسلح بر روی ورق های دوزنقه ای است که به تیرها و شاهتیرهای فولادی متصل می شوند . عملکرد مختلط دال بتن مسطح فوقانی و ورق فولادی دوزنقه ای تحتانی نقش بسزایی در تامین قابلیت سقف و رفتار برشی مطلوب آن خواهد داشت . این سیستم سقف با انواع اسکلت های فلزی ( اعم از جوشی یا پیچ مهره ای -گرم یا سرد نورد شده ) بویژه با ساختمانهای LSF همخوانی دارد.

ورق های دوزنقه ای گالوانیزه نقش قالب دائمی و آرماتورهای کششی دال را (بجز حداقل آرماتور آیین نامه ای) بعهدده داشته و به تنهایی و بدون نیاز به شمع، بارهای حین اجرا را تحمل می نماید . این روش در واقع نوعی سیستم کامپوزیت معمول است که با استفاده از قالبهای دائمی سبک ، سهولت، سرعت و کیفیت اجرایی بالا رفته است .

اجزای اصلی سقف عبارتند از :

(۱) صفحات فولادی گالوانیزه با اشکال دوزنقه ای (باز ، بسته و نیمه باز )

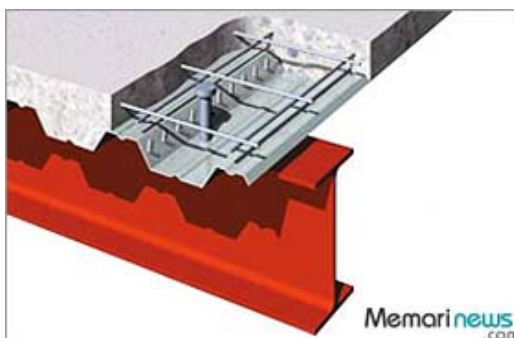
(۲) آرماتور بندی در دو جهت

(۳) برشگیرها

(۴) بتن رویه

✓ انواع برشگیرهای قابل استفاده عبارتند از : گلمیخ ، میلگرد مار پیچ ، ناودانی، نبشی تقویت شده، ورق تخت

✓ در آیین نامه های ساختمانی ایران ، جوشکاری گلمیخ با استفاده از تکنولوژی STUD WELDING بعنوان روش استاندارد در اتصال برشگیرها معرفی شده است .



### ۲-۳-۱ الزامات خاص سیستم سقف CSD

- ارتفاع ورق های فولادی دوزنقه ای در این مقاطع  $74 \text{ mm}$  محدود میشود .
- حداکثر تغییر مکان مجاز ناشی از بار مرده حین اجرا به  $20 \text{ mm}$  یا  $L/180$  برای هر

دهانه محدود می شود و حداکثر تغییر مکان ناشی از بار زنده بهره برداری به  $L/360$  برای هر دهانه محدود می شود .

- قطر گلمیخ های برشگیر باید  $20 \text{ mm}$  یا کمتر بوده و حداقل ارتفاع آنها پس از نصب که از بالای ورق دوزنقه ای اندازه گیری میشود نباید کمتر از  $40 \text{ mm}$  باشد .
- ضخامت دال بتن آرمه رویه نباید از  $50 \text{ mm}$  کمتر باشد .
- $F_y$  فولاد بکار رفته حداقل برابر  $230 \text{ MPa}$ ،  $f_c$  بتن رویه  $21 \text{ MPa}$  و حداکثر  $70 \text{ MPa}$  باشد .
- تامین ضوابط دیافراگم صلب مربوط به پیوست ۶ آیین نامه ۲۸۰۰ و ضوابط مربوط به مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان لازم است .

### ۲-۳-۲ ویژگی های سیستم دال مرکب فولادی - بتنی با عرشه فولادی

- سرعت اجرایی بالاتر سقف (نسبت به کامپوزیت معمولی)
- سهولت اجرا ( بدلیل دائمی بودن و سبکی قالبهای این سیستم )
- سبک تر شدن سازه (بدلیل کاهش تعداد تیرچه ها و افزایش دهانه تیرریزی )
- انعطاف پذیری نسبت به طرح

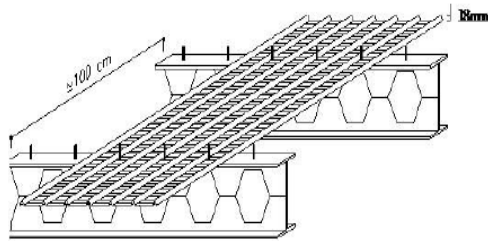


- توجه اقتصادی (با در نظر گرفتن اثرات کاهش ضخامت دال و مصرف بتن ، کاهش مصرف فولاد، حذف شمع گذاری و قالب ) لازم به ذکر است هزینه اجرایی آن نسبت به سقف کامپوزیت معمول بیشتر است ولی با در نظر گرفتن مسائل فوق به صرفه تر و سریعتر خواهد شد .

## ۲-۴. سیستم سقف بتنی مرکب روفیکس

### (Roofix Permanent Formwork)

این سیستم در واقع دال بتن آرمه مرکب با قالب ماندگار روفیکس می باشد؛ قالب فلزی روفیکس، نوعی قالب درجاست که مواد اولیه آن ورق روغنی یا گالوانیزه به ضخامت  $0.7$  یا  $0.8$  mm مطابق با استاندارد DIN 1623-1 می باشد.



روفیکس دارای هفت ناودانی به شکل V و عمق

$18$  mm است. ورق بین ناودانی ها بصورت مشبک (با نقش جناغی Herringbone) در آمده است که موجب در گیری بهتر بتن با آن می گردد. عرض روفیکس  $1 \pm 81$  cm و طول آن بنابر سفارش بین  $1$  تا  $7$  m قابل تعیین می باشد.



### روش اجرا:

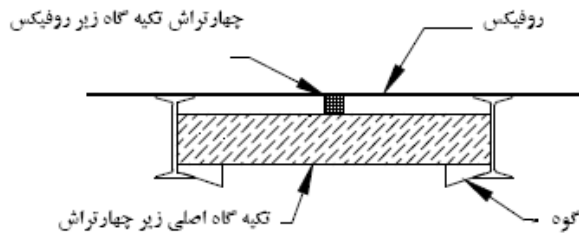
- ۱) نصب روفیکس بر روی تیرهای فرعی (ارتفاع بیش از  $15$  m از کف بدون نیاز به شمع یا جک با ایمنی بالا).
- ۲) نصب شبکه میلگرد بدون نیاز به spacer بر روی روفیکس و جوش دادن برش گیرها روی تیرها.
- ۳) بتن ریزی



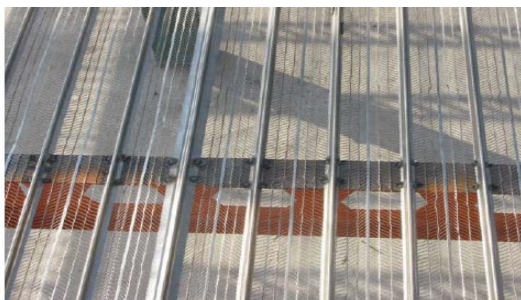


## ۲-۴-۱. الزامات سیستم سقف روفیکس

- حداکثر اندازه دهانه تیرهای فرعی بدون نیاز به زیربندی (برای بتن تا ضخامت  $7\text{ cm}$ ) حدوداً یک متر است. چنانچه دهانه تیرهای فرعی از یک متر بیشتر باشد و یا ضخامت بتن از  $7\text{ cm}$  تجاوز نماید، باید تکیه گاه های موقت مانند شکل (بدون نیاز به شمع یا جک) نصب شوند و هنگامی که بتن به مقاومت سازه ای خود رسید می توان آنها را جدا کرده و جمع آوری نمود.



- بتن باید با عیار حداقل  $350\text{ Kg/m}^3$  بوده و اسلامپ بتن به هیچ وجه نباید از  $8\text{ cm}$  بیشتر شود.
- متراکم کردن بتن برای دال تا ضخامت  $10\text{ cm}$  باید به صورت تخمائی انجام شود و به هیچ وجه از ویبره استفاده نشود. بتن ریزی های حجیم، بتن باید در دو مرحله ریخته شود. در مرحله اول، بین  $1/5\text{ cm}$  تا  $2\text{ cm}$  ریخته شود و پس از گیرش بتن مرحله اول، در مرحله دوم می توان هنگام بتن ریزی از ویبره استفاده کرد. همپوشانی قالب های فلزی روفیکس باید حتماً بر روی تیرها واقع شود و به هیچ وجه نباید دو قالب



روفیکس ما بین تیرها به یکدیگر متصل گردد.



- لبه انتهایی هر یک از قالب های فلزی باید با الکتروود و شدت جریان مناسب به تیرهای فلزی جوش شود.
- برای جلوگیری از خوردگی روفیکس باید آن را با پوشش مناسب (از جمله پرایمر و ضد زنگ صنعتی) پوشاند.

## ۲-۴-۲. ویژگی های سیستم

- امکان اجرای عملیات همزمان سقف طبقات و تامین ایمنی لازم و در نتیجه کاهش زمان اجرا
- سبکی و سهولت نصب قالب (وزن هر متر مربع قالب حدود ۳/۵ کیلوگرم)
- وجود کنترلر برای بتن باروانی بالا (با توجه به شبکه ای بودن قالب)
- ایمنی بالا در اجرا
- ضخامت کم سقف (حدود ۱۰<sup>cm</sup> بدون در نظر گرفتن ارتفاع تیرهای فرعی)

- نیاز به اجرای سقف کاذب



طبق روش ابداعی شرکت تکنوخلق می توان ۵ سقف طبقات را با اجرای روفیکس بطور همزمان و با ایمنی بالا آماده نمود.



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

**۲- گروه سقفهای بتنی پیش تنیده**

پیش تنیدگی عبارتست از، اعمال تنش فشاری دائمی قبل از اعمال بارهای بهره برداری به منظور کاهش و یا از بین بردن تنش های کششی. تنش فشاری دائمی با قرار دادن کامل فولادی در قطعه بتنی، کشیدن و مهار نمودن آن در دو طرف عضو به مقطع بتنی اعمال شود. اعمال نیروهای پیش تنیدگی به دو روش پس کشیده (پس از بتن ریزی) یا پیش کشیده (بوسیله جک های مخصوص و قبل از بتن ریزی) صورت می گیرد.



در سازه های پیش تنیده اعضای بتنی شامل بتن، آرماتور و کابل های پیش تنیدگی می باشد. در این اعضا آرماتورها برای جلوگیری از ایجاد ترک های بزرگ در بتن و تامین الزامات حداقل مقرراتی که آیین نامه بتن ایران مقرر دارد، استفاده می شوند. بتن در این اعضا همچنان نقش باربری فشاری را عهده دار است با این تفاوت که بطور کامل (در کل ناحیه) تحت فشار قرار می گیرد. دلیل این امر، استفاده از کابل های پیش تنیدگی است که با ایجاد نیروی فشاری اولیه (در زمان ساخت) در ناحیه کششی بتن، موجب می شوند، بعد از آنکه بارهای مرده و زنده در زمان بهره برداری در سازه اعمال شد، این ناحیه، تحت کشش قرار نگیرد و موجب ترک بتن و از دست رفتن کارایی آن نشود.

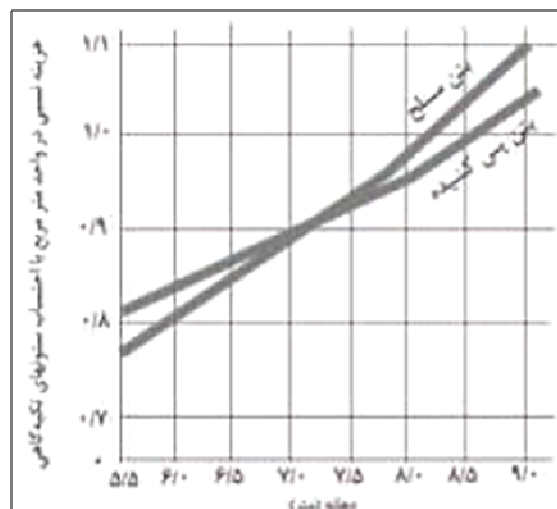




کاربرد این روش بیشتر در سیستم های مهار خاک و سنگ، پل سازی، شمع های فلزی، مهار سدهای بتنی، پایدار سازی تونل و اجرای سقف های دال بتنی می باشد.



آنچه در سیستم پیش تنیدگی مزیت اصلی بشمار می آید امکان اجرای دهانه های زیاد با حداقل تعداد ستون یا بدون آن است بخصوص در سالن های ورودی مجتمع های مسکونی، سالن اجتماعات، پارکینگ های طبقاتی و برج های مسکونی کاربرد دارد و از نظر اقتصادی می تواند توجیه پذیر باشد.



### ۳-۱. سقف پیش تنیده پس کشیده (POST-TENSION SLABS)

در روش پس کشیدگی، کابل های فولادی، در قالب جایگذاری می شوند. پس از بتن ریزی و گیرش کافی مقاومت بتن، کابل ها کشیده و با مهاربند مهار می شود. سیستم های پس کشیدگی شامل روش های غیر چسبنده (عدم تماس مستقیم فولاد کابل با بتن بواسطه پوشش



پلی اتیلن) و روش چسبنده چند رشته ای (BONDED) (تماس مستقیم کابل با بتن از طریق گروت ریزی در داکت) می باشد.

سیستم چسبیده	مقایسه سیستم‌های چسبیده و نخسبیده	سیستم نخسبیده
مقاومت بیشتر مقطع در حالت حدی نهایی		امکان ایجاد خروج از مرکزیت بیشتر برای کابلها
مستقل بودن نیروی پیش‌تنیدگی از مهار انتهایی بعد از تزریق گروت		افت کمتر در نیروی پیش‌تنیدگی
میانگین مصرف کابل: ۴/۵۰ کیلوگرم در هر متر مربع سقف		عدم نیازه تزریق گروت
میانگین مصرف آرماتور: ۹ کیلوگرم در هر متر مربع سقف		سرعت اجرای بالاتر
		هزینه کمتر
		میانگین مصرف کابل: ۲/۷۵ کیلوگرم در هر متر مربع سقف
		میانگین مصرف آرماتور: ۶ کیلوگرم در هر متر مربع سقف



سیستم چسبیده



سیستم نخسبیده

مهارهای انتهایی (Live End) بعد از بتن ریزی



اجزای سیستم عبارتند از :

کابل استرندهای فولادی

غلاف (در روش Bonded)

انکورج (شیپوری)

تکیه گاه پیازی (dead end)

بتن

گروت (در روش Bonded)

جک



۳-۱-۱. الزامات سیستم سقف پیش تنیده پس کشیده

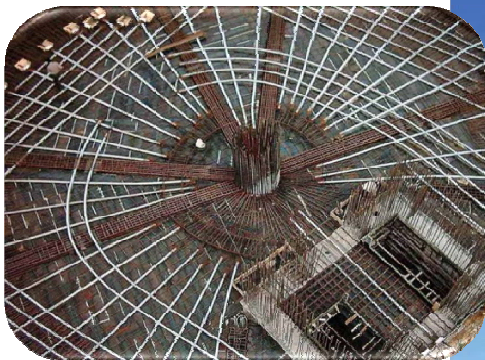
- رعایت حداقل رده بتن C30 در این سیستم الزامی است.
- مقاومت گسیختگی تضمین شده انواع فولادهای پیش تنیده بین  $1200$  تا  $2200$   $N/mm^2$  می باشد.



- محافظت کابل ها در برابر زنگ زدگی بسیار مهم بوده و باید توسط دو غاب سیمان (گروت) پس از کشش آنها محافظت شود.
- استفاده از این سیستم در دهانه های بیشتر از  $7$  m<sup>m</sup> توجیه اقتصادی دارد.
- در استفاده از دال های تخت در نظر گرفتن تمهیدات لازم به منظور کنترل برش سوراخ کننده (punch) بسیار حائز اهمیت است.
- در صورت استفاده از سیستم دال های تخت و ستون، ارتفاع ساختمان به  $10$  m<sup>m</sup> یا حداکثر  $3$  طبقه محدود می شود. در غیر اینصورت استفاده از دیوار برش بتن آرمه الزامی خواهد بود.
- ضوابط طراحی و اجرای آن باید بر اساس آیین نامه ACI318 و نشریه ۲۵۰ سازمان مدیریت انجام شد.
- توجه به مساله افت در اعضای پیش تنیده پس کشیده بسیار حائز اهمیت بوده و محاسبه پیش بینی مقدار آن ناشی از موارد زیر باید دقیقاً مورد توجه قرار گیرد:
  - افت نیروی پس کشیدگی به جهت اصطکاک بین کابل و غلاف
  - افت بدلیل لغزش مهار انتهایی و فرو رفتن گوه گیرداری
  - افت به جهت شل شدگی فولاد-کپهولت کرنش
  - جمع شدگی بتن و انقباض آن

### ۳-۱-۲- ویژگی های سیستم

- امکان ایجاد دهانه های بزرگ و وجود ستون های کمتر در سازه (انعطاف پذیری بیشتر در طراحی)
- کاهش ضخامت سقف و در نهایت کاهش ارتفاع کل ساختمان یا ازدیاد طبقات
- قابلیت استفاده در پلانهای نامنظم و منحنی شکل
- امکان ایجاد بازشوهای بزرگ در سقف
- مقاومت سازه ای بالاتر (بدلیل پیش تنیدگی دال) و در نتیجه ایمنی بالاتر سقف در زلزله
- کاهش ارتعاش ناشی از بارهای ضربه ای و دینامیکی
- امکان ستون گذاری نامنظم
- امکان حذف تیرها و اجرای کنسولهای بلندتر
- از نظر اقتصادی گران (ولی در دهانه های بزرگ و ارتفاع بالای ساختمان توجیه پذیر است).





### ۳-۱-۳- روش اجرای سقف پیش تنیده پس کشیده و پیش کشیده

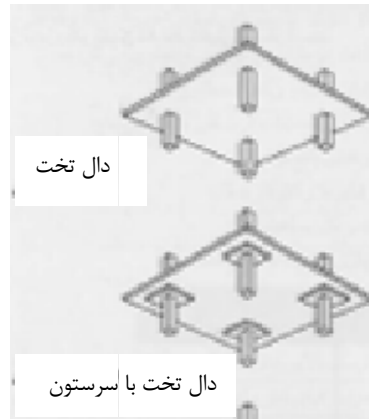
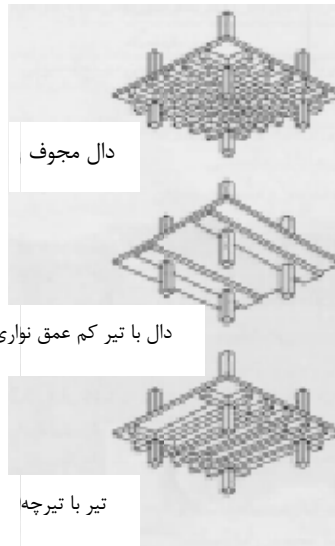


### ۳-۲- سقف پیش تنیده و پیش کشیده (pre-tension slab)

در این روش ابتدا کابل های فولادی در قالب جایگذاری، کشیده و مهار می شوند. سپس بتن ریزی انجام می شود که در ساخت قطعات پیش ساخته (precast) بکار می رود. در بخش پیش ساخته به این گروه از سقف ها اشاره می گردد.

**۴- گروه دالهای بتن مسلح**

سیستم دال، به مجموعه ای از قطعات صفحه ای با یا بدون تیر گفته می شود که تحت اثر بارهای عمود بر صفحه خود قرار می گیرند. سیستم های معمول دال ها عبارتند از دال تخت، دال تخت با سرستون، دال قارچی، دال با تیر نواری کم عمق نواری، دال با تیرچه و دال مجوف.

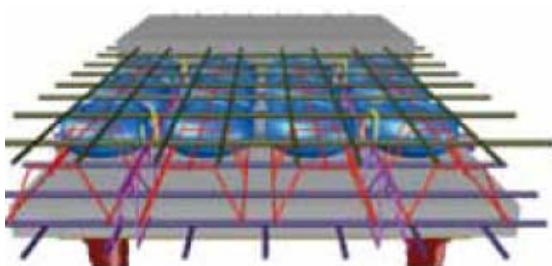


➤ لازم است طراحی دال های بتن آرمه بر اساس ضوابط و مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان ها و تضمین حداقل ضخامت آن با توجه به دهانه، نوع دال و نوع تکیه گاه ها بر اساس جداول مربوط به آن مبحث انجام شود.

➤ از طرفی روش پیش سازی سال هاست که در ایران و کشورهای دیگر رواج دارد. پیش ساخته نمودن دال ها در کارخانه با کنترل کیفیت کارخانه ای انجام شده و نصب آن در محل باید با دقت و رعایت اصول اتصال قطعات صورت گیرد.

➤ لازم به ذکر است ضوابط و آیین نامه پیش سازی باید بر اساس آیین نامه PCI (precast/prestressed concrete institute) انجام شود.

**۴-۱- سیستم سقف Cobiax**



این نوع سقف، دال بتن آرمه ای است که در حد فاصل مش های میلگردی بالا و پایین، گوی های پلاستیکی توخالی از جنس پلی اتیلن بازیافت یا پلی پروپیلن قرار می گیرد، با توجه به آنکه در دالهای بتنی

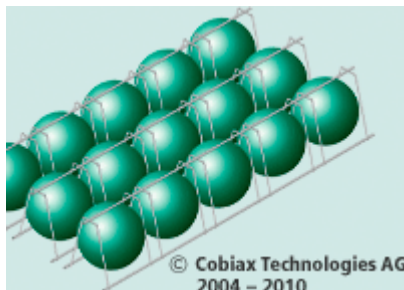


دو طرفه، معمولاً از نظر تحمل نیروی برشی مشکل وجود ندارد، اصول طراحی این نوع سقف، بر مبنای حذف قسمتی از بتن میانی و ایفای عملکرد دال دوطرفه می باشد.



در فناوری Cobiax بار مرده غیرسازه ای حذف و خاصیت مقاومت دو محوره حفظ می گردد. همچنین با شکل گیری غشای بتنی مستحکم در قسمت فوقانی و تحتانی دال به همراه شکل گیری شبکه تیرچه های داخلی در دو امتداد در اثر قراردگی گوی های توخالی در سرتاسر فضای میانی دال بتنی می توان باربری مناسبی را برای این دال متصور شد.

اجزای این سیستم عبارتند از



- مدول قفسه ای (گوی های پلاستیکی به همراه خرپای فولادی)
- دال بتن آرمه

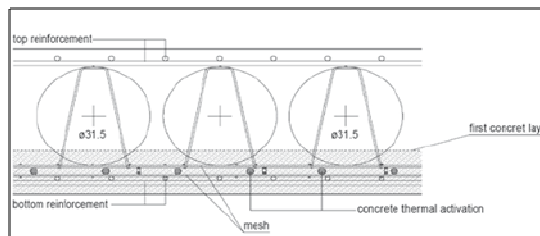
مدول های قفسه ای در انواع ساده و پیوسته مناسب هر دو حالت اجرای در محل با قالب بندی سنتی و یا حمل از کارخانجات تولید صنعتی و پیش ساخته می باشند. این مدولها برای ضخامت دال  $20-28 \text{ cm}$  و ضخامت  $30-60 \text{ cm}$  و برای دهانه های  $8-18 \text{ m}$  قابل تولید و عرضه می باشد.

#### ۴-۱-۱- الزامات سیستم سقف *cobiax*

- مجموع بار مرده روی این سقف شامل پارتیشن، کف سازی و نازک کاری محدود به  $260 \frac{kg}{m^2}$  بوده، ضمن آنکه کاربرد آن تنها جهت پارکینگ های محل عبور سواری با حداکثر وزن  $2/5 \text{ ton}$  با بار متمرکز  $1 \text{ ton}$  نیز مجاز است.
- لازم است حداقل ضخامت بتن در اطراف گوی ها شامل بالا، پایین و مابین دوگویی متوالی حداقل  $5 \text{ cm}$  باشد.
- در طراحی از ظرفیت برشی فولاد مورد استفاده در قفسه گوی ها صرف نظر شود.
- در طراحی برای برش در هر جهت دال مقاومت برشی نهایی بتن ( $V_c$ ) باید حداکثر  $50\%$  مقدار محاسبه شده طبق رابطه  $A_{sv \min} = 0.35 \frac{b_w s}{f_{yv}}$  و با فرض مقطع تمام پر بتنی محاسبه شود. در تمام نقاط دال که نیروی برش نهایی ( $V_v$ ) بیش از مقاومت برش نهایی تامین شده توسط بتن ( $V_c$ ) باشد، دال باید بصورت توپر و بدون گوی اجرا شود.
- حداکثر دهانه (مرکز ستون به مرکز ستون) برای این نوع سقف در حالت کاربرد بصورت دال تخت به  $6/5 \text{ m}$  محدود می شود. در صورت کاربرد این سقف در ترکیب با قاب خشی بتن آرمه محدودیت فوق الذکر برای دهانه دال به  $8 \text{ m}$  افزایش می یابد.

#### ۴-۱-۲- ویژگی های سیستم

- دال های تخت دو محوره با  $30\%$  کاهش وزن، در نتیجه سبکی سازه و کاهش بارهای وارد بر پی را در بر دارد.
  - خیز کمتر دال
  - امکان اجرا تا دهانه  $18 \text{ m}$  و امکان کاهش تعداد ستونها تا  $40\%$
  - کاهش مصرف بتن
- لازم به ذکر است طبق جلسات برگزار شده در واحد R&D با شرکت مربوطه (پارسمان سازه) و نیز ارزیابی بخش سازه شرکت مهندسی مشاور، نتایج بررسیها نشان داد که در روش *Cobiax*، تیرها عملاً داخل دالها اجرا می شوند و تعدادی از ستونها حذف شده و عملکرد دال در باربری خمشی افزایش می یابد.



این روش در سیستم قالب تونلی، با توجه به رعایت حداقل کاور بتن، افزایش ضخامت دال را دربرخواهد داشت، درحالیکه حجم بتن در این روش کاهش نخواهد داشت. ولی طبق ادعای شرکت مذکور، این سیستم در کل اسکلت صرفه جویی اقتصادی ۴۰٪ تا ۱۰٪ نسبت به سیستم های رایج اسکلت را در پی دارد.

#### ۲-۴- سقف های **Hollow core** (سقف مجوف پیش ساخته تنیده)

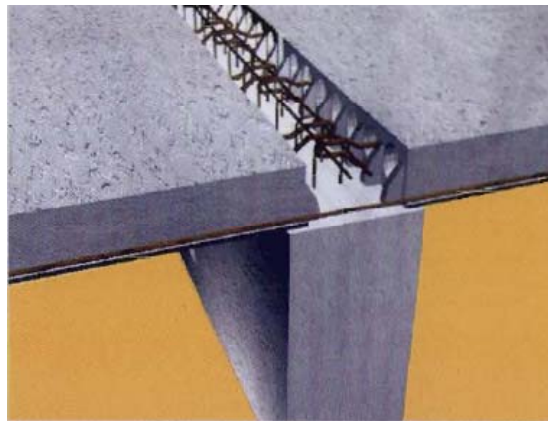
این نوع سقف، دال بتنی مجوف است که با استفاده از بتن مسلح معمول یا بتن مسلح پیش تنیده در کارخانه تولید و در محل اجرای پروژه انتقال داده می شود. دالهای مجوف پیش تنیده ضمن دارا بودن مزیت‌هایی نظیر افزایش طول دهانه باربری یا کاهش ارتفاع مقطع در دهانه های مساوی و استفاده بهتر از مقطع بتنی دال، دارای ملاحظات اجرایی و کیفی متعددی هستند که لزوم استفاده از یک تیم متخصص را در زمان تولید این قطعات، همچنین انتقال و اجرای آنها به کارگاه الزامی می نماید. از نکات قابل توجه در اجرای سقفهای مجوف پیش ساخته، اتصال برشی این قطعات به سیستم باربر جانبی می باشد و لازم است با تعبیه میلگردهای قلابی و انجام محاسبات و کنترل های مربوطه طراحی شود.



#### ۲-۴-۱- الزامات سیستم سقف **Hollow core**

- استفاده از این سقف تنها در ساختمانهای با اسکلت بتن مسلح مجاز است و طراحی و اجرای آنها باید بر مبنای دستورالعمل طراحی PCI انجام شود.
- بررسی صلبیت دیافراگم سقفهای هالوکور باید بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ صورت گرفته و تمهیدات لازم برای تامین یکپارچگی سقف و صلبیت بر اساس PCI در نظر گرفته شود.

- تامین ضخامت حداقل  $5\text{ cm}$  در صورت استفاده از بتن رویه الزامی است.
- به منظور تامین یکپارچگی سقف، اجرای میل مهار کافی در محل اتصال پانلهای سقفی پیش ساخته به یکدیگر و اجرای تیرچه در پیرامون بازشوهای سقفی و همچنین اجرای کلافهای پیرامون سقف الزامی است.
- برای انتقال برش در ناحیه اتصال دیافراگم به سیستم مقاوم در برابر بار جانبی و یا المانهای مرزی، باید از میلگردهایی به صورت قلاب استفاده شود.
- در پلانهای نامنظم و یا درحالتی که ابعاد بازشوها در سقف از  $\frac{1}{5}$  طول پانل هالوکور و  $\frac{1}{4}$  عرض آن بیشتر باشد، باید یک لایه بتن با ضخامت حداقل  $5\text{ cm}$  اجرا شود.



#### ۲-۲-۴- ویژگی های سیستم *Hollow core*

- وزن نسبتاً بالای سقف
- عدم وابستگی اجرا به شرایط جوی (بدلیل پیش ساخته بودن قطعات)
- دارای قابلیت صرفه اقتصادی در صورت مساحت قابل توجه سقف و مسافت کوتاه کارگاه تا کارخانه
- تولید سریع ، کارخانه ای و با امکان کنترل کیفیت بالا
- قابلیت نصب سریع و صنعتی در کارگاه

روش تولید آن در کارخانجات (از جمله کارخانه Ellematec) به دو صورت extruder و slipformer انجام می شود که در روش دوم قابلیت اتصال سقفهای پیش ساخته به انواع تولیدات

دیگر از جمله پانلهای دیواری Hollow core، تیرهای T شکل و دال های تیردار به راحتی انجام می شود.



در صورت پیش تنیده بودن قطعات Hollow core، لازم است ضوابط آیین نامه ACI 318 و آیین نامه طرح و محاسبه قطعات پیش تنیده (نشریه ۲۵۰ سازمان مدیریت) انجام شود: رعایت حداقل رده بتن مصرفی معادل C۳۰ الزامی است و مقاومت گسیختگی انواع فولادهای آن باید بین  $1200 N/mm^2$  تا ۲۲۰۰ و محافظت فولادهای پیش تنیدگی در برابر زنگ زدگی بسیار حائز اهمیت می باشد.

لازم به ذکر است با پیش تنیده نمودن قطعات Hollow core، برتری های زیر نسبت به حالت بتن معمولی بدست می آید:

- قابلیت اجرای سقف در دهانه های بزرگ
- افزایش ظرفیت باربری و عملکرد سازه ای آن
- نیاز به محافظت کمتر سقف در حین اجرا

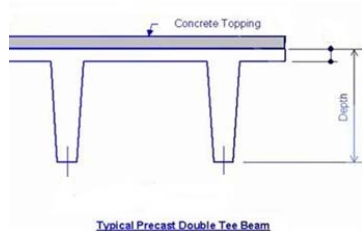
بدیهی است هزینه های تولید این روش بالاتر از حالت نخست می باشد.





### ۳-۴- سقف دال نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee با بتن رویه

این نوع دال از یک جفت تیر T شکل تشکیل شده است. این سقف ها بصورت نیمه پیش ساخته در کارخانه تولید شده و به محل اجرای پروژه انتقال می یابد. استفاده از این دال به علت حذف مراحل



مربوط به قلب بندی و دوره انتظار به مقاومت رسیدن بتن می بتواند موجب افزایش سرعت اجرای سقف شود. به منظور تامین صلبیت و رفتار یکپارچه در این سیستم لازم است بتن رویه اجرا شود.

رفتار سیستم Double Tee مشابه سقف های دال یکطرفه می باشد.

### ۳-۴-۱- الزامات سقف Double Tee

- به منظور تامین یکپارچگی در دیافراگم سقف و تحمل عکس ناشی از تیرچه ها لازم است در پیرامون سقف، تیرهای پیرامونی طراحی و اجرا شوند. همچنین در محل اتصال دال نیمه پیش ساخته به تیر پیرامونی لازم است میلگردهای تامین کننده یکپارچگی اعضا به طور مناسب طراحی و اجرا شوند.

- اگر در طراحی ها از عملکرد مرکب بتن رویه و دال نیمه پیش ساخته استفاده شود، لازم است زائده های برشی برای انتقال برش ناشی از خمش، بین بتن رویه و Double Tee پیش ساخته طراحی و اجرا شود.

- ضوابط مربوط به حداکثر ابعاد بازشوها و همچنین تمهیدات لازم در اطراف آنها مطابق با راهنمای طراحی PCI انجام شود.



- ضوابط طراحی و کنترل سقف Double Tee، باید بر اساس آیین نامه ACI318 و مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان انجام شود و جزئیات ساخت حمل و نصب اعضا و اتصالات آن بر اساس راهنمای PCI صورت گیرد.

### ❖ سیستم دال بتن مسلح *Predall* (دال تخت نیمه پیش ساخته)

پیش دال ها، معمولاً قسمتی از یک دال یکطرفه هستند که بصورت صنعتی در کارخانه تولید شده و سپس به کارگاه انتقال می یابد. پس از نصب روی ستونها یا دیوارهای باربر، کلافهای فولادی، پلهای اصلی و فرعی مابین آنها قرار گرفته و پس از اجرای بتن رویه بصورت درجا، عملکرد سازه ای آن همانند دال یکطرفه تحقق می یابد. در مقایسه با روش Double Tee باید اشاره نمود که عملکرد سازه ای این نوع دال، دال یکطرفه بتن آرمه است در حالیکه نوع Double Tee به صورت T شکل (دال تیردار) عمل می کند و باربری بیشتری دارد و در فضای مسکونی به سقف کاذب نیاز دارد. در حالیکه Slab نوع flat (دال تخت) در دهانه های کوچکتری قابل استفاده بوده و حمل و نصب آن ساده تر است.

در هر صورت نحوه اتصال قطعات و میلگردگذاری لازم بین آنها و تامین بتن مناسب رویه در قطعات پیش ساخته الزامی است.

پیش دال ها معمولاً به صورت مدولار با طولی برابر طول دهانه و عرض  $1/5^m - 1$  تولید می شود.



## جمع بندی :

با توجه به مشخصات و ضوابط طراحی و اجرایی ارائه شده در انواع سیستم های سقف می توان برداشت نمود که گروه سقف های تیرچه دار (بتنی و فلزی) دارای مزیت اقتصادی و سهولت اجراست. گروه سقف های کامپوزیت (از نوع متداول تا CSD) گرانتر، سریعتر با کیفیتی بالاتر بوده و نیاز به اجرای سقف کاذب دارند. البته این گروه از سقفها امکان نصب تاسیسات میان سقفی را در صورت هماهنگی و اجرای دقیق سقف دارا می باشند. وزن آنها به تناسب دهانه انتخابی متوسط می باشد. گروه سقفهای دال، دارای قابلیت باربری بیشتر (بصورت یکطرفه و دوطرفه) هستند و اجرای آنها می تواند بصورت پیش ساخته، نیمه پیش ساخته، درجا (همانند قالب تونلی) و یا بصورت پیش تنیده انجام شود که با توجه به فاکتور زمان، هزینه، شرایط و کیفیت مورد انتظار، در هر پروژه مقایسه و انتخاب صورت می گیرد.

در گزارشهای آتی به تمامی فاکتورهای موثر در انتخاب سقف، از جمله هزینه ها و مقایسه اقتصادی، مقایسه زمان اجرا، نیاز به تجهیزات، نیروی کار و قابلیت انطباق با معماری و تاثیر وزن هر یک از عوامل فوق در روند انتخاب، با توجه به تجربه قبلی واحد تحقیق و توسعه در بررسی دیوارهای پیرامونی خواهیم پرداخت. لازم به ذکر است که اقدام برای تهیه هزینه های هر روش، از طریق استعلام از چندین تولیدکننده و مجری انجام شده است. در گام بعدی، با مشارکت و همکاری همکاران ذیصلاح، اقدام به وزن دهی به شاخص های موثر نموده و نهایتاً می توان الویتها را اعلام نمود. مجدداً یادآوری می گردد که این روش، منجر به معرفی بهترین روش اجرای سقف نخواهد گردید و این امر در هنگام طرح ریزی هر پروژه، متناسب با ویژگی ها و شرایط اقتصادی آن، می بایست بررسی و تصمیم گیری گردد. واحد تحقیق و توسعه با مشارکت همکاران، سعی دارد روش ارزیابی و انتخاب سیستم های ساخت و مصالح را برای هر پروژه تدوین و ارائه دهد.

واحد تحقیق و توسعه

بهار ۹۰

## مراجع:

- ۱- کتابچه فناوری های نوین ساختمانی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- ۲- نشریه ۱۵۱ و ۹۴ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
- ۳- مباحث ۹ و ۱۰ مقررات ملی ساختمان
- ۴- وب سایت و کاتالوگ شرکتهای :  
سازه یکم آک ، پارس پی ، Ellematec ، دیسمان، کرمیت پارس، پاژدک، تکنو خلاق، پارس PBL، آرمه نو ،  
CCL، پارسمان سازه و ...

## پیوست ۱

### ضوابط فنی برای استفاده از بلوک های سقفی پلی استایرن منبسط شده

#### در سیستم سقف تیرچه - بلوک

بلوک های سقفی از نوع پلی استایرن منبسط شده در صورتی عملکرد مناسب و قابل قبول خواهند داشت که مواردی از قبیل ایمنی در برابر آتش ، رواداری های ابعادی ، مقاومت مصالح ( که می تواند با دانسیته مصالح ارتباط داشته باشد) شکل هندسی و روش اجرایی مناسب در آن رعایت گردد. بنابراین لازم است تا مشخصات بلوک تولیدی با ضوابط زیر انطباق داشته و در اجرا نیز از روشها و محافظتهای صحیح بهره گیری گردد.

بدیهی است که سیستم سقف تمام شده باید علاوه بر تطابق با این ضوابط ، مانند سایر سیستم های ساختمانی به طور کامل با مقررات ملی ساختمان و کلیه ضوابط و آئین نامه های مصوب مرتبط مطابقت نماید.

#### ۱- الزامات ایمنی در برابر آتش

۱-۱ تنها استفاده از انواع کند سوز شده بلوک پلی استایرن منبسط شده مجاز بوده و استفاده از انواع غیر کند سوز ممنوع است. تولیدکنندگان موظف می باشند مدارک لازم دال بر استفاده از مواد اولیه از نوع کند سوز شده برای تولید بلوک را به شرح زیر ارائه نمایند:

الف - مواد اولیه (پودر پلی استایرن منبسط شده محصول کارخانجات پتروشیمی) باید از نوع کند سوز باشد. در این زمینه باید مدارک فنی معتبر از کارخانه فروشنده مواد اولیه اخذ گردد. مدارک فوق باید قرار گرفتن ماده اولیه از نظر واکنش در برابر آتش را بر اساس استانداردهای معتبر بین المللی ، در یکی از گروه های زیر نشان دهد.

گروه D (با گروه های بهتر از آن ) مطابق با استاندارد EN13501-1

گروه B1 (با گروه های بهتر از آن ) مطابق با استاندارد DIN4102

تیپ A مطابق با استاندارد BS3837-1

گروه A مطابق با استاندارد ASTM E84

ب- اخذ گواهینامه فنی از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن دال بر کند سوز بودن محصول مطابق با شرایط ذکر شده در بند الف .

۲-۱ برای حفاظت از بلوک سقفی پلی استایرن و جلوگیری از برخورد مستقیم هرگونه حریق احتمالی با بلوک لازم است تا زیر سقف به وسیله پوشش مناسب محافظت شود . پوشش باید به تیرها و تیرچه ها متصل و مهار گردد. اتصال مستقیم به بلوک پلی استایرن ( مانند گچ کاری مستقیم بر روی بلوک بدون استفاده از اتصالات مکانیکی ) به تنهایی قابل قبول نیست انواع پوششهای مورد پذیرش به شرح زیر می باشند:

\* پوشش گچ یا پوششهای محافظ پایه گچ - پرلیت یا گچ - ورمیکولیت یا تخته گچی به ضخامت حداقل ۱/۵ سانتی متر که به نحو مناسب و مستقل از بلوک به سقف سازه ای مهار شده باشد.



۳-۱ اتصال مستقیم اندود به بلوک با هر شکل هندسی ( اعم از معمولی یا دارای انواع شیار) به تنهایی و بدون استفاده از اتصالات مکانیکی به هیچ وجه مجاز نبوده و ضرورتاً باید از اتصالات مکانیکی مهار شده به تیرها و تیرچه ها (نظیر سیستم رایپتس) استفاده شود. لذا تولید کنندگان موظف هستند از ارائه هر گونه اطلاعات شفاهی یا کتبی به مصرف کنندگان که مغایر با این موضوع باشد، خودداری نمایند.

۴-۱ از آنجایی که دیوارهای بین واحدهای مستقل (مانند دیوار بین آپارتمان های مسکونی یا واحد های تجاری، اداری مستقل و غیره) در هر ساختمان باید دارای مقاومت در برابر آتش باشند. این دیوارها باید از لایه بلوکهای پلی استایرن عبور کرده و تا سقف سازه ای (یعنی زیر تیرچه یا بتن) امتداد داشته باشند یا به طور مناسب از مصالح حریق بند استفاده شود به گونه ای که بلوکهای پلی استایرن در این قسمت بین دو فضای مجاور پیوستگی نداشته باشند و از گسترش هر گونه حریق احتمالی بین دو فضای که به وسیله دیوار مقاوم در برابر آتش از یکدیگر جدا شده اند، جلوگیری گردد.

۵-۱ انبار کردن بلوکها در کارگاه ساختمانی: بلوکهای پلی استایرن منبسط شده در محل کارگاه ساختمانی به دور از هر گونه مواد قابل اشتعال (نظیر رنگها، حلالها یا زباله های قابل اشتغال) 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 هر گونه شی، داغ دیگر با بلوکها در کارگاه ساختمانی پیشگیری شود. محل انبار اصلی بلوکها حتی الامکان به دور از محل عملیات ساختمانی باشد تا از سرایت هر گونه شعله یا حریق احتمالی به محل انبار اصلی جلوگیری شود.

۶-۱ توصیه می گردد که از انبار کردن بلوکها به حجم بیش از ۶۰ متر مکعب خودداری شود. در صورت نیاز به انبار کردن مقادیر بیش از ۶۰ متر مکعب، بلوکها به قسمتهای با حجم حداکثر ۶۰ متر مکعب تقسیم شده و بین هر دو قسمت حداقل ۲۰ متر فاصله وجود داشته باشد.

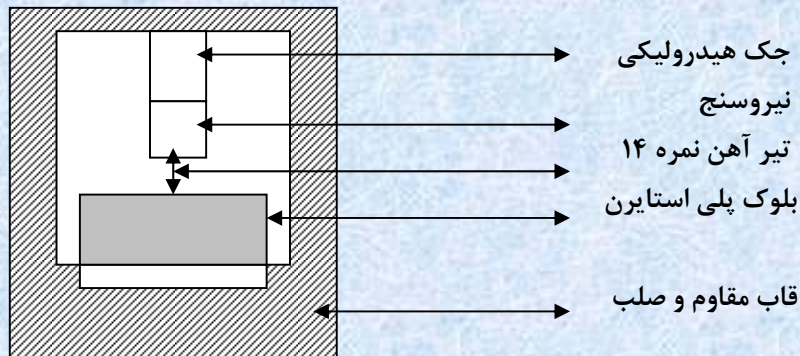
۷-۱ کلیه کارگران و کارکنان باید نسبت به عدم استفاده از هر گونه شعله و نیز عدم استعمال سیگار در مجاورت محل نگهداری بلوکها توجه شوند و استفاده از تابلوی استعمال دخانیات ممنوع در مجاورت محل نگهداری بلوکها الزامی است. تعدادی کپسول آتش نشانی نیز در نزدیکی محل نگهداری بلوکها پیش بینی گردد.

## ۲- الزامات مکانیکی

۱-۲ حداقل مقاومت بلوکهای تولیدی در برابر بارهای حین اجرا باید برابر با ۲۰۰ کیلو گرم به ازای هر ۳۰ سانتی متر طول بلوک باشد. این بار باید در نواری به عرض حداکثر ۷ سانتی متر در وسط بلوک اعمال شود. تذکر: آزمایشها نشان می دهند که به علت تفاوتهای موجود در مواد اولیه و فرآیند تولید چگالی دقیقی برای کسب مقاومت مذکور در فوق نمی توان مشخص کرد با این وجود به عنوان یک راهنمای کلی انتظار می رود که در صورت تولید مناسب، بلوکهای با عرض ۵۰ و ارتفاع ۲۵ سانتی متر با دانسیته حدود ۱۴-۱۳ کیلو گرم بر متر مکعب مقاومت مورد نظر کسب شود. ضمناً با فرض شرایط یکسان از نظر مواد اولیه، فرایند

تولید و ضخامت بلوک ، هر چه که عرض بلوک افزایش یافته یا ارتفاع آن کاهش یابد، به چگالی بیشتری برای کسب مقاومت لازم نیاز خواهد بود.

۲-۲ لازم است تا کارخانجات تولید کننده بلوک سقفی از جنس پلی استایرن منبسط شده دارای آزمایشگاه حداقل برای کنترل رواداری های ابعادی و باربری بلوک باشند در این آزمایشگاه باید باربری بلوکها با استفاده از جک با بار معادل ۲۰۰ کیلو گرم و بصورت نواری بر روی بلوکهای به طول ۳۰ سانتی متر مورد آزمایش قرار گیرد (مطابق شکل زیر) بلوکی که به این شکل آزمایش می شود ، نباید دچار هیچگونه شکست یا گسیختگی گردد.



۳-۲ استفاده از بلوکهای با طول کمتر از ۳۰ سانتی متر ممکن است خطر شکست بلوک را در پی داشته باشد. لذا به مصرف کنندگان توصیه می شود از به کار بردن بلوکهای با طول کمتر خودداری نمایند. همچنین هر گونه تولید و یا ارائه بلوکهای به طول کمتر از ۳۰ سانتی متر به مصرف کنندگان ممنوع است.

۴-۲ استفاده از بلوک های توخالی با طول کمتر از بلوک کامل (برش آن به قطعات کوچکتر از یک بلوک کامل) ممنوع است.

۵-۲ برای بلوک های دارای حفره که در ابتدا و انتهای دهانه یا در مجاورت پلهای اصلی یا در مجاورت تیرهای عرضی و یا در محلی که امکان ورود بتن به داخل حفره ها وجود داشته باشد قرار می گیرند به منظور جلوگیری از سنگین شدن سقف و هدر رفتن بتن باید تمهیدات لازم برای بستن حفره های بلوک به وسیله در پوشها با پر کننده های مناسب به نحو مطمئن به عمل آید تا از ورود بتن به داخل آن جلوگیری شود و یا اصولاً" در این قسمتها از بلوک های توپر استفاده شود.

### ۳- الزامات ابعادی

- ۱-۳ عرض لبه نشیمن بلوکها در محل قاعده باید  $27 \pm 2$  میلی متر باشد.
- ۲-۳ رعایت پخی در دو لبه فوقانی به ارتفاع ۵ و قاعده ۵ سانتی متر الزامی است.
- ۳-۳ حداکثر رواداری طول ، عرض و ضخامت بلوک از مقدار اسمی اعلام شده به شرح زیر باشد.
- طول بلوک در هر نقطه حداکثر  $\pm 5$  میلی متر به ازای هر متر طول اسمی بلوک و عرض بلوک حداکثر  $\pm 3$  میلی متر با عرض اسمی بلوک می تواند تفاوت داشته باشند.



ضخامت هیچ نقطه اندازه گیری شده از بلوک نباید بیش از  $\pm 5$  میلی متر با مقدار اسمی تفاوت داشته باشد. ۳-۴ کلیه لبه های بلوک ( به غیر از محل های پخی در لبه های فوقانی ) باید گونیا باشند. رواداری مجاز برای انحراف از گونیا بودن لبه های طولی و عرضی حداکثر  $\pm 5$  میلی متر به ازای هر ۱۰۰۰ میلی متر طول یا عرض نمونه می باشد حداکثر انحراف از گونیا بودن لبه ضخامت  $\pm 3$  میلی متر می باشد.

#### ۴- مشخصات ظاهری

۴-۱ بلوکها باید دارای ظاهر سالم و یکپارچه باشند سطح بلوک باید نسبتاً " صاف باشد و بین دانه های پلس استایرن فاصله مشخص ظاهری وجود نداشته باشد. ۴-۲ لازم است تا نام تولید کننده ، کند سوز بودن محصول ، ابعاد بلوک ( طول ، عرض و ضخامت ) و حداقل چگالی 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 گونه ای که امکان پاک شدن یا برآمدن ساده در حین نقل و انتقال یا سوء استفاده توسط افراد وجود نداشته باشد.