

موسسه آموزش عالی فردوس

طراحی صنعتی

رضایی آذریانی

زمستان ۹۳

سقف‌های عرشه فولادی

Metal Deck Ceiling



سقف‌های عرشه فولادی سقف‌هایی هستند که با استفاده از دو عنصر ورق‌های فولادی گالوانیزه دوزنقه‌ای شکل تحتانی و برش گیرها که در این نوع سقف‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند از سایر سقف‌ها متمایز می‌شود و البته با استفاده از آرماتور بندی و بتن ریزی بر روی این ورق فولادی، این نوع سقف اجرا می‌شود.

الف) ورق فولادی (ب) برشگیر (ج) آرماتور (د) بتن

در اینجا به اختصار به مشخصات آنها می‌پردازیم :

الف (ورق فولادی (Steel Sheet)

ورق فولادی شاخص ترین مصالح این نوع سقف می‌باشد که برای ساخت آن ورق فولادی گالوانیزه (هر دو طرف) با ضخامت های ۰,۸ تا ۱,۲ میلیمتر را به وسیله دستگاه‌های (Rol Forming) (به روش نورد سرد Cold Forming) به حالت موجودار شکل دهی می‌کنند بصورتی که در مقطع ورق حاصله هر موج به شکل یک دوزنقه دیده میشود .

ب) برشگیر (Stud Shear Connector)

برشگیر ها یا گل میخ های خاصی که در این نوع سقف استفاده میشود به جهت نوع مصالح و روش خاص اجرا یکی دیگر نقاط قوت این نوع سقف محسوب می‌شود . قطر این برشگیرها حداکثر ۲۰ میلیمتر و ارتفاع آنها بسته به شکل

ورق فولادي متغير مي باشد و در نهايت حداقل ارتفاع گل ميخ بعد از نصب كه از بالاي ورق دوزنقه اي اندازه گيري مي شود نبايد كمتر از ۴۰ ميليمتر باشد .

اين گل ميخها بوسيله دستگاه جوش قوس الكتريكي خاصي كه Stud Welder خوانده مي شود به بال تيرهاي سازه اي جوش مي شود .

(ج) آرماتور (Reinforcement)

آرماتور بندي در چهار مورد زير مي بايست اجرا گردد :

۱- مقاومت در برابر لنگر منفي در دهانه هاي ممتد و كنسولها

۲- بار هاي متمرکز يا باز شو ها

۳- آرماتور حرارتي

۴- مقاومت در برابر لنگر مثبت در صورتي كه با استفاده از ميلگرهاي آجدار مرسوم و موجود در بازار صورت گيرد تا حدودي وقت گير (نسبت به ساير مراحل اجاي اين نوع سقف) خواهد بود اما در صورت استفاده از مشهاي آماده (Fabric Reinforcement) اين مرحله از اجراي سقف نيز با سرعت قابل قبولي صورت خواهد پذيرفت البته اين مشهاي آماده مي بايست مطابق با استاندارد هاي مربوط ساخته ، حمل و نصب گردند .

(د) بتن

مقاوت فشاري بتن مورد استفاده با توجه به اينكه از بتن سبك يا بتن معمولي استفاده شود مي تواند از ۲۰۰ تا ۳۰۰ كيلوگرم بر سانتي متر مربع متغير باشد ، كه با توجه به نوع بارگذاري و مشخصات دهانه تعيين خواهد شد .

ضخامت دال بتني در بالاي كنگره ورق دوزنقهاي نبايد از ۵۰ ميليمتر كمتر باشد . با توجه به اين موضوع در صورت استفاده از ورق فولادي با ارتفاع حداكثر mm75 مجموع ضخامت سقف mm 125 خواهد بود .

يكي ديگر از راهكارهاي سرعت بخشيدن به اجراي اين سقف استفاده از بتن داراي فيبر هاي پليمري يا فولادي (Fiber Reinforced concrete) مي باشد كه با استفاده از ان مي توان آرماتوربندي را در اكثر نقاط عرشه فولادي حذف نموده كه البته تهيه ، حمل و ريختن آن مي بايست با دقت خاص و بر اساس آيين نامه هاي مربوط باشد .

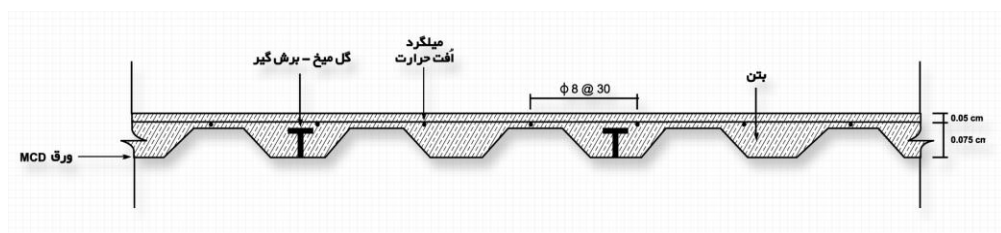
مزایا

وزن کمتر این نوع سقف نسبت به سایر سقف‌های متداول در اسکلت‌های فولادی ساختمان از شاخصه‌های این نوع سقف محسوب می‌شود. [۱] در این نوع روش اجرای سقف، ورق گالوانیزه دوزنقه‌ای شکل آجدار هم به عنوان قالب بتن ریزی عمل می‌نماید و همچنین با باقی‌ماندن در سقف نقش سازه‌ای ایفا می‌کند. کاهش بار سقف و به تبع آن **کاهش وزن** سازه و حذف بلوک و قالب بندی و **حمل و نقل** آسان سبب صرفه جویی در هزینه ساختمان می‌شود. [۲] افزایش دهانه تیرریزی تا ۴ متر بدون نیاز به شمع بندی. استفاده از گل میخ‌ها که ورق به تیر جوش می‌خورد از استانداردترین روش‌های اجرا می‌باشد. [۳] قابلیت دیو در محل‌های محدودتر نسبت به انواع تیرچه‌ها. وجود فرورفتگی و برجستگی روی جان ورق فولادی، **تنش تسلیم** و مدول السیسیته ورق را ۴۷٪ نسبت به ورق صاف کاهش می‌دهد. [۴] امکان همزمان اجرا و بتن ریزی چندین سقف به صورت همزمان و در نتیجه صرفه جویی در زمان انجام پروژه. حذف میلگردهای کششی و تیرهای فرعی

بهترین و مقرون به صرفه ترین عرض ورق ۱ متر بعد از فرمینگ می باشد که وزن آن حدود ۷,۸۰۰ کیلوگرم



می باشد.



برتری های سقف عرشه فولادی

- ۲۰٪ تا ۳۰٪ صرفه جویی در مصرف فولاد اسکلت سازه.
- ۶۰٪ تا ۷۰٪ صرفه جویی در مصرف میلگرد بتن ریزی کلیه سقف ها در یک زمان.
- ۱۵٪ تا ۲۰٪ صرفه جویی در مصرف بتن سقف.
- وزن کمتر سقف باعث وزن کمتر سازه شده و اسکلت و فونداسیون ساختمان سبکتر می شود.
- وزن بار مرده این پروفیل با ۸ سانتیمتر حجم بتن ۲۱۰ کیلو گرم بر متر مربع است که از وزن سقف کامپوزیت سنتی با همین خصوصیات فنی ۶۰ کیلو گرم کمتر می باشد.
- حذف میلگردهای کششی.
- ۴۰٪ سبکتر از سقف های تیرچه بلوک و ۲۲٪ سبکتر از سقف های کامپوزیت سنتی

- بار مرده این سقف با ۵ سانتیمتر بتون رویه ۱۹۰ کیلوگرم و با ۷ سانتی متر بتون رویه ۲۱۰ کیلوگرم بر مترمربع است بنابراین از بار مرده سقف تیرچه و بلوک ۱۵۰ کیلوگرم و از بار مرده سقف کمپوزیت ۶۰ کیلوگرم سبک تر می باشد .
- در ساختمان های اسکلت فلزی وزن فولاد تا ۲۲ کیلوگرم برمترمربع کاهش خواهد یافت
- عبور آسان وسالم تاسیسات از زیر سقف و همچنین تعمیر وتعویض بسیار راحت موارد آسیب دیده از ویژگیهای سقف عرشه فولادی می باشد
- وزن بار بتن این سقف با ۷ سانتی متر ضخامت حجم از بتون سبک دانه سازه ای ، معادل ۱۲۰ کیلوگرم و بتون معمولی ۱۶۰ کیلوگرم بر متر مربع می باشد
- وزن این سقف از سایر سقف های معمول مثل دال بتونی، کامپوزیت، تیرچه بلوک حدود ۳۰ تا ۶۰ درصد کمتر می باشد،(بسته به نوع بتن سبک یا معمولی).
- وزن کمتر سقف باعث وزن کمتر سازه شده و اسکلت و فونداسیون ساختمان سبکتر خواهد شد.
- لرزش در سقف عرشه فولادی به میزان قابل توجهی به نسبت سقف های مشابه کمتر می باشد.
- سرعت اجرا تا دوازده برابر بیشتر از سقف های معمول مثل دال بتونی، کامپوزیت و تیرچه بلوک می باشد، (در یک سطح مشابه).
- زمان اجرای سقف عرشه فولادی در یک سطح مشابه یک روز و سایر سقفهای معمول و سنتی در مدت ۱۲ روز می باشد
- نصب ورق ها بدون جوشکاری و فقط با میخ های فولادی، هیلتی مطابق با استاندارد بین المللی و اصول فنی و مهندسی می باشد .
- در این سیستم امکان اجرای سقف و بتون ریزی در کلیه طبقات ساختمانهای چند طبقه در یک زمان قابل انجام می باشد.



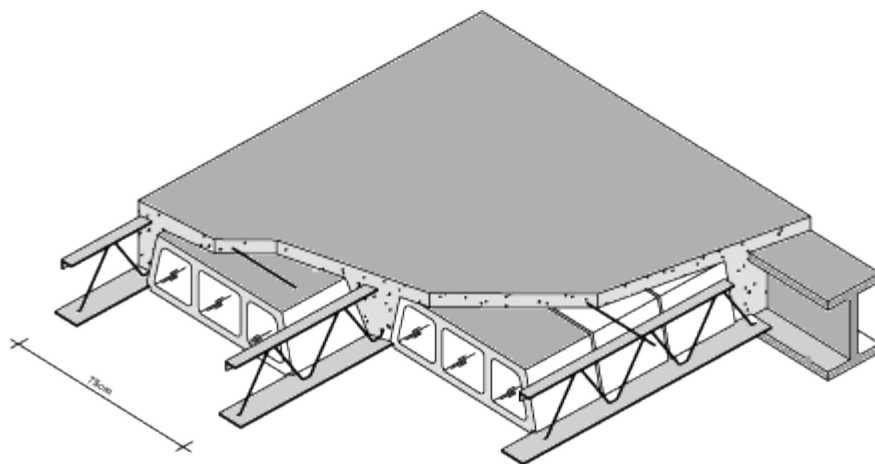






سقف کرومیت

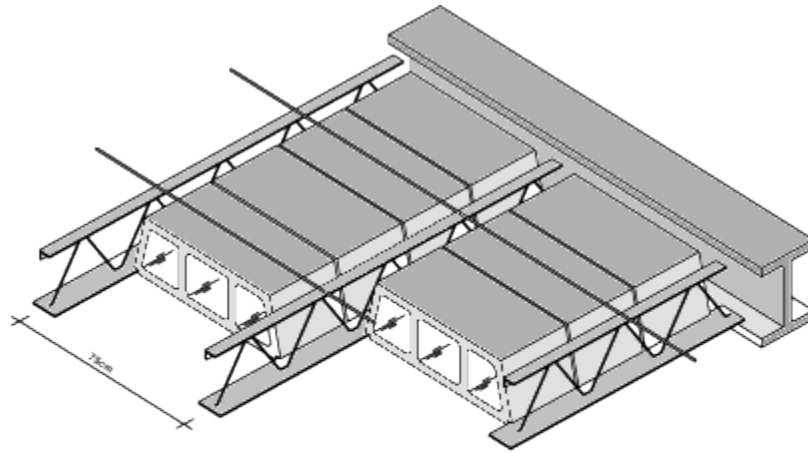
KOROMIT



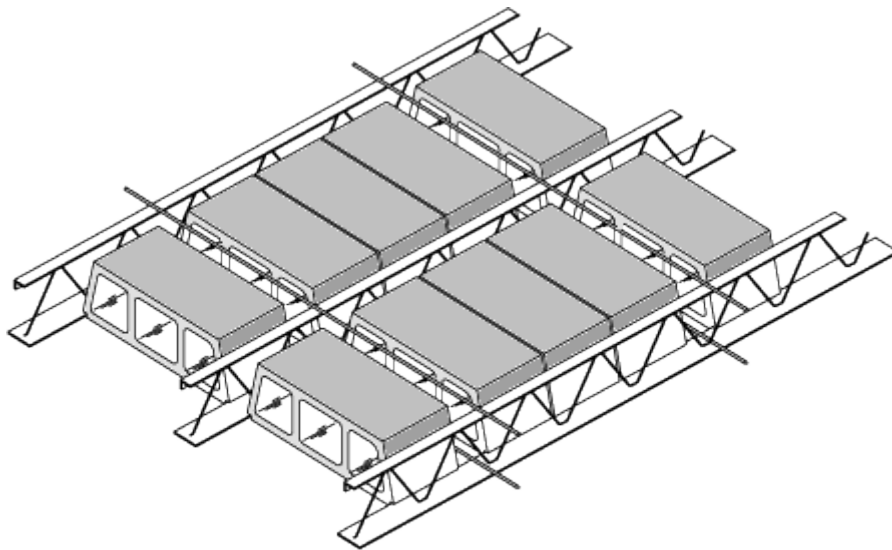
COMPLETED ROOF

در سیستم سقف کُرمیت از تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن استفاده می شود. در ساخت تیرچه های مذکور از یک تسمه، در بال تحتانی و نیز یک میلگرد خم شده در جان استفاده می شود. برای پرکردن فضای خالی بین تیرچه ها از قالب های ثابت مانند بلوک های سیمانی، 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.

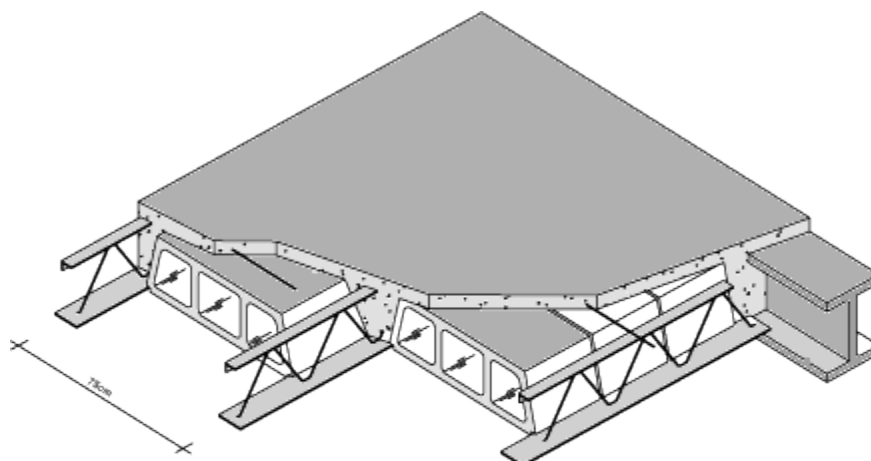
تیرچه ها از نوع خود ایستا بوده و به همین علت هیچ نوع شمع بندی در زیر سقف مورد نیاز نمی باشد و تیرچه ها به نحوی طراحی می شوند که بتوانند وزن بتن خیس، قالب ها و عوامل اجرایی سقف را به تنهایی تحمل کنند. پس از این که بتن به ۷۵٪ مقاومت مشخصه خود می رسد، تیرچه های فولادی با بتن به صورت یک مقطع مختلط وارد عمل شده و بارهای مرده و زنده سقف را تحمل می کنند.



JOIST AND FILLER BLOCKS



BRIDGING

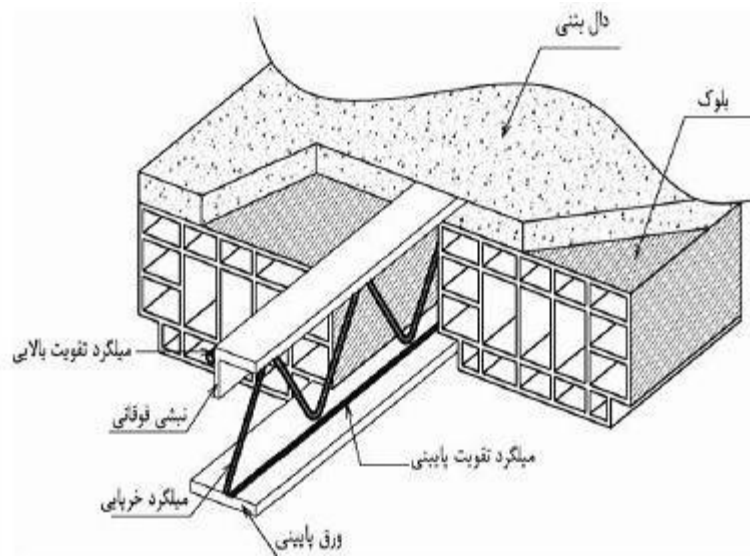


COMPLETED ROOF

کرومیت چیست ؟ امروزه تیرچه های کرومیت به عنوان یکی از مهمترین گزینه ها در سقف ساختمانها محسوب می شوند. به ویژه بدلیل امکان بتن ریزی چند سقف با هم استفاده از این نوع تیرچه صرفه اقتصادی زیادی دارد. تولید و طراحی این نوع تیرچه ها به شکلی کاملا اصولی و منطبق با آیین نامه ها و نشریه شماره ۱۵۱ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور می نماید.

در این مسیر یکی از مهمترین و اساسی ترین مشکلات، محاسبه و طراحی تیرچه های کرومیت بود که با استفاده از نرم افزار طراحی تیرچه کرومیت این نقیصه برطرف شد. استفاده از این نرم افزار علاوه بر اینکه باعث می شود تا تیرچه ها برای تحمل بارهای وارده ضعیف نباشد، از سوی دیگر باعث می شود تا با طراحی بهینه از مصرف فولاد اضافه در تیرچه ها جلوگیری شود و بدین ترتیب زیانی متوجه مصرف کنندگان این تیرچه ها نگردد.

۱-طراحی کاملا مهندسی و بهینه تیرچه های کرومیت، بر اساس بارهای وارده به سقف و نوع بلوکه با استفاده از نرم افزار ۲-استفاده از مواد اولیه مرغوب و با کیفیت ۳-روش و امکانات ساخت:در تولید تیرچه های کرومیت جوشکاری و کیفیت جوش از مهمترین مسائل در ساخت تیرچه ی با کیفیت می باشد که این با بازدید چشمی قابل رویت است.



– اجزای تیرچه کرومیت

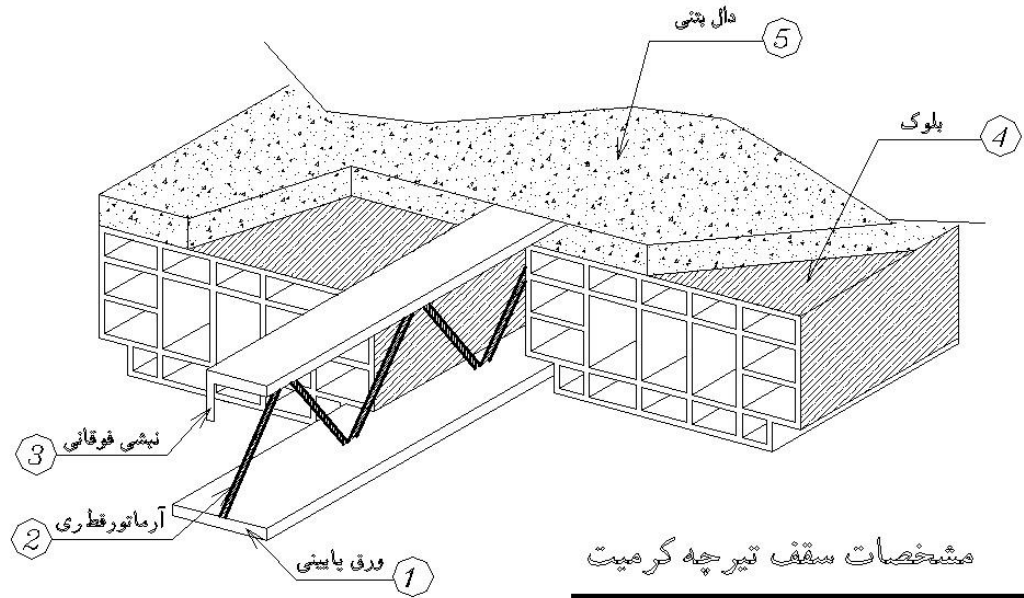
علاوه بر جوشکاری مسائل مختلفی در روش ساخت تیرچه ها وجود دارد که در کیفیت تولیدی بسیار موثر است که از جمله می توان به نحوه اورلب زیگزاگها، رعایت بعد جوش و فواصل جوش، رعایت گام زیگزاگها بر اساس محاسبات، کنترل دمای محیط و بازرسی مرتب جوشها اشاره نمود. نتیجه رعایت موارد فوق باعث ارتقای کیفیت و رضایت مشتری خواهد شد ضمن آنکه مصرف کننده نسبت به مقاومت کافی تیرچه ها کاملاً اطمینان خواهد داشت. از آنجا که اطلاعات عمومی در زمینه تیرچه های کرومیت بسیار کم است در اینجا لازم می دانیم تا به برخی ایرادات شایع در زمینه طراحی و محاسبه، تولید و اجرای سقفهای کرومیت که توسط برخی افراد سودجو و یا ناآگاه انجام می شود بصورت مختصر اشاره نماییم. ۱- عدم طراحی و محاسبه تیرچه ها: الف) از آنجا که تولیدکنندگان تیرچه های کرومیت، آنها را بصورت کیلویی می فروشند لذا هرچه آنها سنگینتر نمایند سود بیشتری عایدشان خواهد شد بنابراین گاه تیرچه هایی با وزن دو یا سه برابر وزن مورد نیاز ساخته شده (همین تولیدکنندگان چنانچه قرارداد اجرای سقف با مشتری داشته باشند از آنجا که باید هزینه تمام شده خود را کاهش دهند با یک چرخش ۱۸۰ درجهای دقیقاً برعکس عمل می نمایند. در این حالت از آنجا که باز هم توان محاسبه تیرچه ها را ندارند بال فوقانی تیرچه ها را اندکی قویتر می سازند تا به هنگام بتن ریزی تیرچه ها نشکند (دلیل این امر برای متخصصین کاملاً آشکار است) اما بال تحتانی را بسیار ضعیف می سازند و اصلاً برایشان مهم نیست که تیرچه به هنگام بهره برداری چه بارهایی را تحمل می کنند. ۲- استفاده از مواد اولیه نامناسب:

الف) استفاده از نبشی های فابریک موجود در بازار یکی از شایعترین موارد در این زمینه می باشد. ب) استفاده از مواد اولیه دسته دوم که بدلیل تغییر مشخصات فنی و مکانیکی آن هیچ جایگاهی در سازه و تیرچه ها ندارند و تنها مصرف کنندگان این فولادها کسانی هستند که هیچ چیز بجز قیمت برایشان مهم نیست. ج) استفاده از میلگردهای ذوبی که در ساخت تیرچه های کرومیت رواج دارد میلگردهایی اند که از ذوب آهن قراضه بدست می آیند و بسیار بی کیفیت هستند و گاه دیده شده است قبل از اینکه تحمل بار کنند در اثر حمل و نقل می شکنند. د) استفاده از میلگردهای AIII که

متاسفانه از شایعترین مشکلات موجود در زمینه تولید تیرچه های کرومیت می باشد، توضیح اینکه میلگردهای مجاز جهت ساخت تیرچه های کرومیت تنها میلگردهای (AI نرم) AII (نیمه سخت) هستند. میلگردهای نوع AIII (سخت) جوش پذیری بسیار کمی دارند و مطابق با نشریه ۱۵۱ استفاده از آنها در ساخت تیرچه های کرومیت ممنوع است اما متاسفانه اکثر تولیدکنندگان کوچکترین توجهی به این مساله ندارند و بعضی حتی تفاوت این میلگردها با یکدیگر را نیز نمی دانند. ۳-ساخت غیر اصولی تیرچه ها: یکی از مهمترین عوامل تهدید کننده سلامت تیرچه جوشکاری نامناسب تیرچه ها می باشد. تصویر زیر سقف ساختمانی را نشان می دهد که بر اثر سهل انگاری در طراحی و یا بی دقتی در اجرای سقف، در حین بتن ریزی تخریب شده است. در اینجا لازم است تاکید نمائیم که طراحی و ساخت و اجرای تیرچه های کرومیت امری است کاملاً تخصصی و عدم زیربندی سقفهای کرومیت نیز حساسیت آنرا دو چندان نموده است. لذا لازمست تا کارفرمایان و مجریان سازه ها نسبت به کیفیت طراحی، ساخت و اجرای تیرچه های کرومیت مورد استفاده توجه و دقت کافی را بنمایند. نکات عمومی در مورد سقفهای تیرچه کرومیت:

1- مشخصات این نوع سقف بر اساس نشریه ۱۵۱ سازمان برنامه و بودجه تعیین می شود. ۲- نشریه فوق دارای جداول آماده برای تعیین مشخصات تیرچه ها نمی باشد و صرفاً آیین نامه محاسباتی است. علاوه بر آن تا کنون هیچگونه آیین نامه یا نشریه رسمی مورد تایید مراجع ذیصلاح منتشر نشده است. لذا لازم است تیرچه ها بنا بر شرایط بارگذاری و نحوه اجرا محاسبه و طراحی شوند. ۳- محاسبات تیرچه های کرومیت بسیار مشکل و دارای کنترلهای زیادی می باشد و باید برای هر دهنه، تیرچه بطور جداگانه طراحی گردد. در طراحی این تیرچه ها می بایست تمام جزئیات شامل بال فوقانی، بال تحتانی، میلگرد زیگزاگ و فواصل زیگزاگها و طول تقویتیهای فوقانی و تحتانی با توجه به آیین نامه فوق دقیقاً محاسبه گردد. ۴- برای این نوع سقف میلگرد افت و حرارت با قطر ۶ میلیمتر کفایت می کند که تعداد این میلگردها در خلاف جهت تیرچه ها هر ۳۰ سانتیمتر یک عدد می بایست اجرا گردد. در نشریه ۱۵۱ به لزوم اجرای میلگردهای افت و حرارت در جهت تیرچه ها اشاره ای نشده است. ۵- در کلیه دهانه های سقف کرومیت اجرای کلاف میانی (tie beam) ضروری می باشد و دهانه های بالای ۳ متر کلافهای میانی حتماً بایستی با بتن (بوسیله ایجاد فاصله بین بلوکها) اجرا گردند در دهانه های کوچکتر از ۵,۳۰ متر یک کلاف میانی و در دهانه های بین ۵,۳۰ و ۷,۸۰ متر دو کلاف میانی و در دهانه های بیش از ۷,۸۰ متر سه کلاف میانی مورد نیاز است. در تمام حالات حداقل میلگرد طولی کلافهای میانی دو عدد میلگرد نمره ۱۲ است. ۶- در تیرچه های کرومیت استفاده از میلگردهای نوع A3 با آجهای به شکل هفت و هشت (ممنوع است و فقط می بایستی از میلگردهای صاف و یا آجدار نوع A2 با آجهای فنی شکل) استفاده نمود. ۷- در نشریه ۱۵۱ به لزوم اجرای میلگرد تقویت ممان منفی اشاره ای نشده است و با توجه به اینکه طرح تیرچه ها مفصلی است لذا نیازی به استفاده از آن در سقفهای کرومیت نمی باشد. ۸- مطابق مبحث دهم از مقررات ملی ساختمان در ساختمانهای مسکونی که در آنها خیز مطرح است و تکیه گاه تیرهای اسکلت آنها از نوع گیردار است، حداکثر دهانه مجاز برای استفاده از این سقفها ۲۶ برابر ضخامت سقف و برای ساختمانهایی که تکیه گاه تیرهای اسکلت آنها از نوع ساده باشد حداکثر دهانه مجاز برای استفاده از این سقفها ۲۰ برابر سقف می باشد.

نحوه ی اجرای سقف های کرومیت



مشخصات سقف تیرچه گرمیت

سقف های کرومیت شامل سه نوع میباشد:

۱- با بلوک پلی استایرن

۲- با بلوک سفالی

۳- با بلوک سیمانی

که نحوه ی اجرای هر سه نوع به یک شکل میباشد.

اسکلت سقف شامل دو عضو میباشد:

- پل: تیری که بار سقف را تحمل می نماید.
- کش: عضوی که پل ها را به یکدیگر متصل می نماید.

جهت سفارش تیرچه به کار گاه برای اجرای سقف، پس از تکمیل اسکلت ساختمان در هر دهانه پل ها را به فواصل ۷۰ سانتی متر تقسیم میکنند

مشخصات تیرچه با جان باز:

تیرچه از سه عضو تشکیل شده است

- عضو بالایی (نبشی): این عضو جهت تحمل بار اجرایی استفاده میشود.
- عضو پایینی (ورق): این عضو خمش بعد از گیرش بتن را تحمل میکند.
- زیگزاگ: این عضو جهت تحمل نیروی برشی به کار می رود.
- ورق برشی: در دو انتهای تیر به منظور تقویت برش بکار می رود و طول آن معمولاً ۶۰ سانتی متر است.

دلیل استفاده از ورق برشی: در محل تکیه گاه ها نیروی برشی **Max** است، لذا جهت تقویت زیگزاگ ها از نظر برش از ورق های برشی در دو سر تیر استفاده می شود.



دو گوشه ی پلی استایرن ها دارای پخی ۴۵ درجه میباشد این پخ ها جهت نفوذ بتن به جان تیرچه میباشد که در صورت کم یا زیاد بود میزان این پخ ها مشکلات اجرایی ایجاد خواهد شد.

این مشکلات عبارتند از :

- در صورت کم بودن میزان پخی پس از گیرش بتن و بار گذاری بر روی سقف در ارتعاشات بیش از حد ایجاد می شود.
- ارتعاشات ایجاد شده به اندود زیر سقف آسیب زده و باعث ترک خوردن آن می شود.



در صورت زیاد بودن میزان پخ میزان بتن مصرفی افزایش یافته و هزینه ها بالا می رود.

پس از پر کردن فواصل تیرچه ها با بلوک پلی استایرن میل گرد های حرارتی ۶,۵ در جهت عمود بر تیرچه ها روی عضو بالایی تیرچه به فواصل ۳۰ سانتی متر جوش می شود. دلیل استفاده از میل گرد حرارتی این است که بتن پس از گیرش و تبخیر آب آن کاهش حجم داده و ممکن است ترک بردارد لذا برای جلوگیری از ای نقص از میل گرد های حرارتی استفاده می کنند.

بعد از تکمیل تمامی این مراحل طبق آیین نامه، بتن با عیار 300 kg/m^3 و به ضخامت 6cm روی سقف ریخته شده و تسطیح می شود.

مزایای سقف های کرومیت:

- اجرای سریع
- صرفه اقتصادی
- عدم نیاز به سقف کاذب
- نداشتن ارتعاش پس از تکمیل کار

معایب سقف های کرومیت:

- عدم اجرای اصولی این سقف ها توسط نصابان نا آگاه
- نصاب جهت سهولت و تسریع در روند کار بلوک ها و تیرچه ها را بیش از حد به هم نزدیک میکند که این امر سبب عدم نفوذ بتن به جان تیرچه شده و مشکلاتی نظیر ارتعاش سقف و ترک برداشتن اندود زیرین میشود.

سقف کرومیت







مزایای سقف کرمیت

- کاهش هزینه
- امکان حذف کش ها
- سرعت و سهولت اجرا
- عدم نیاز به شمع بندي
- پایین بودن تنش در بتن
- سهولت اجرا داکت (بازشو)
- حذف رد فولاد در زیرسقف
- امکان اجرای همزمان چند سقف
- مقاومت نهایی و شکل پذیری بالا
- یکنواختی زیر سقف (مصرف گچ و خاک کمتر)
- امکان نظارت بر اجرای سقف در طول عملیات اجرایی
- کاهش مصرف بتن و وزن کمتر سقف (حدود ۲۰٪)
- یکپارچگی سقف و اسکلت (مقاومت در طول اجرای سقف)
- امکان طراحی و اجرای سقف با دهانه ها و باربری های خاص

سقف کامپوزیت

سقف های کامپوزیت سقفهایی هستند که ترکیبی از فولاد و بتن برای اینکه یکپارچگی این سقف رعایت شوند



سقف های کامپوزیت سقفهایی هستند که ترکیبی از فولاد و بتن برای اینکه یکپارچگی این سقف رعایت شوند از برشگیر (نبشی) استفاده می شود که این نبشی با بتن درگیری ایجاد کرده و یکپارچگی درست می کند و چون تیرهای فرعی کامپوزیت به علت گیردار بودن تیرهای اصلی و با توجه به لنگر پوش (لنگر زلزله) بتن روی تیرهای اصلی نمی تواند به مقاومتش کمک کند .

میلگردهایی که روی سقف کامپوزیت قرار دارند میلگردهایی حرارتی هستند که در جهت مخالف با تیرهایی فرعی باعث یکپارچه شدن بتن و درگیری با سقف کامپوزیت می شود وبا جوش دادن به تیرهای فرعی مانع ترک خوردن بتن می شود .

قالب بندی این سقفها معمولا از تخته کوبی استفاده می شود و بعد از اتمام بتن ریزی **نایلون باعث** راحت جدا شدن تخته ها می شود و در برخی موارد از یونولیت استفاده می شود که به علت محکم نبودن باید شمع کوبی کنند و مشکلات اجرایی بیشتری دارد و دلیل دیگر اینکه یونولیت زیر سقف می ماند و ما نمی توانیم از فضای زیر سقف کامپوزیت که تیر های فرعی آنها معمولا زنبوری هستند برای عبور لوله تاسیساتی استفاده کنیم در ضمن عایق خوبی برای حرارت بالا نیست.



در قالب بندی تخته کوبی مهمترین مزیت آنها این است که در زیر سقف کامپوزیت خلأی وجود دارد و از این خلا برای لوله های تاسیساتی استفاده می شود.

یکی از مزیت های سقف کامپوزیت قدرتمندی آن نسبت به سقفهای تیرچه بلوک است چون یکی از راههای یکپارچه کردن رفتار ستون ها در هنگام زلزله از طریق سقف می باشد و سقف کامپوزیت به دلیل برش گیر های نصب شده روی تیرهای فرعی یکپارچگی بین فولاد و بتن ایجاد شده و در اطراف ستونها هم همین طور در نتیجه ستون ها در هنگام زلزله رفتار یکپارچه دارند ولی در سقف تیرچه بلوک این گونه نیست.



کلا در باره سیستم های خمشی باید گفت در این سیستم تمام تیرهای اصلی گیردار عمل می کنند و معمولا از پروفیل های سالم استفاده می کنند (لانه زنبوری نباشد) چون اصلا دارای لنگر می باشند و در نتیجه باید آنجا ورق بزنیم و ثاتیا لنگرماکزیمم برش در یک سوم تکیه گاهها وجود دارد. ما باید در صورت استفاده از زنبوری آنجا را پر کنیم و ما هم وسط را پر کرده و هم گوشه را پر می کنیم و این تنها وقتی است که ما پروفیل نداریم مگر نه بهتر است از پروفیل استفاده شود.







این نوع سقف به صورت ترکیبی از فولاد و بتن می باشد. در این سقف ها با نصب **برشگیر** که اغلب از پروفیل نبشی است پیوستگی و انسجام لازم بین سقف و سازه ایجاد میشود. تیر فرعی در این سقف ها می تواند تیر آهن های لانه زنبوری و یا ساده باشند که باتوجه به طراحی و محاسبات فواصل متفاوتی دارد. روش کار در این نوع سقف به این صورت است، پس از اتمام سازه و نصب تیرهای فرعی و اتصال برشگیرها بین تیرهای فرعی قالب بندی شده سپس میلگردهای افق حرارت عمود بر تیرهای فرعی نصب و آماده بتن ریزی می شود.

اجزاء تشکیل دهنده سقف کامپوزیت: ۱-تیر فرعی ۲-برشگیر ۳- میلگرد ۴-بتن

مزایای سقف کامپوزیت سرعت بالای اجراء عدم نیاز به شمع بندی امکان بتن ریزی همزمان چندین سقف، مقاومت بالا در مقایسه با سایر سقف ها.



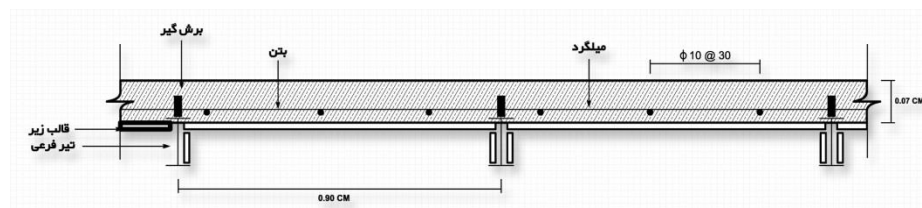














سقف کامپوزیت



سقف تیرچه و بلوک

سقف تیرچه و بلوک جزء دال های یک طرفه به حساب می آید که در این نوع سقف برای کاهش بار مرده از بلوک های توخالی بسیار سبک (مجوف) بتنی یا سفالی برای پر کردن سقف استفاده می شود.

کاربرد تیرچه و بلوک در ساختمان

: تیرچه و بلوک برای پوشش سقف ساختمان های اسکلت آجری و اسکلت فلزی و اسکلت بتن ارمه استفاده می شود.

اما چرا جزء بهترین ها است ؟

1: باعث سبکی سقف می گردد

2: دوام خوب در مقابل آتش سوزی دارد

3: مقاومت خوبی در مقابل نیروهای افقی مانند باد و زلزله دارد

4: عایق صوتی خوبی است

5: عایق حرارتی در مقابل سرما و گرماست

6: عایق رطوبتی است

7: صاف و هموار بودن سطح زیر و روی سقف پس از اجرا از دیگر محاسن این نوع سقف محسوب می گردد

اما همانند دیگر سقفها این نوع سقف نیز دارای معایبی نیز هست که عمده عیب آن:

1: اجرای آن نسبت به سقف های مشابه زمان زیادی نیاز دارد

2: اجرای سقف تیرچه و بلوک نیاز به نیروی ماهر و متخصص دارد که متأسفانه به این موضوع اهمیت چندانی داده نمی شود

3: و بزرگترین عیب این سقف این است که در دهانه های بزرگ نمی توان استفاده گردد

نکات مربوط به تیرچه ها:

نکته ۱ :اندازه عرض تیرچه ها 8 تا 12 سانتیمتر است.

نکته ۲ :ضخامت تیرچه ها معمولاً 4 سانتیمتر است.

نکته ۳ :پس از بتن ریزی تیرچه ها آن را بوسیله ویراتور خوب و بیره کنیم.

نکته ۴ :بتن داخل قالب فلزی یا سفالی جهت ساخت تیرچه با عیار 400 تا 500 کیلوگرم سیمان در متر مکعب بتن ریز با مصالح سنگی ریزدانه تهیه شود.

نکته ۵:فاصله محوری تا محوری تیرچه دیگر معمولاً 50 سانتیمتر شود.

سقف تیرچه و بلوک

پاره ای از محدودیت ها و ویژگیهای فنی سقف تیرچه و بلوک شامل تیرچه پیش ساخته نیز می شود. در زیر ویژگیهای مهم اجزای تشکیل دهنده خود تیرچه ، مورد بحث قرار می گیرد. تیرچه پیش ساخته از قسمت های زیر تشکیل می یابد :

۱-۱ عضو کششی

۲-۱ میلگردهای عرضی

۳-۱ میلگرد بالانی

۴-۱ بتن پاشنه

عضو کششی

حداقل تعداد میلگرد کششی دو عدد بوده و سطح مقطع میلگردهای کششی از طریق محاسبه تعیین می شود . در هر صورت ، سطح مقطع میلگرد کششی برای فولاد نرم ، از ۰,۰۰۲۵ ، و برای فولاد نیم سخت و سخت ، از ۰,۰۰۱۵ ، برابر سطح مقطع جان تیر نباید کمتر باشد . توصیه می شود قطر میلگرد کششی از ۸ میلیمتر کمتر و از ۱۶ میلیمتر بیشتر نباشد. در مورد تیرچه هایی که ضخامت بتن پاشنه آنها ۵,۵ سانتیمتر یا بیشتر باشد ، می توان حداکثر قطر میلگرد کششی را به ۲۰ میلیمتر افزایش داد. برای صرفه جویی در مصرف فولاد و پیوستگی بهتر آن با بتن ، معمولا از میلگرد آجدار ، به عنوان عضو کششی استفاده می شود. حداکثر سطح مقطع میلگردهای کششی ، بستگی به نوع فولاد و بتن مصرفی دارد و نباید از مقادیر مندرج در جدول زیر بیشتر باشد.

در صورت استفاده از میلگردهای کششی به تعداد بیش از دو عدد ، دو میلگرد طولی باید در سرتاسر طول تیرچه ادامه یابند ، ولی طول مورد نیاز بقیه میلگردها را می توان با توجه به نمودار لنگر خمشی محاسبه و در مقطعی که مورد نیاز نیست ، قطع نمود.

فاصله آزاد بین میلگردهای کششی نباید از قطر بزرگترین دانه شن بتن مورد مصرف در پاشنه تیرچه به اضافه ۵ میلیمتر کمتر باشد.

فاصله میلگرد کششی از لبه جانبی بتن پاشنه تیرچه ، به شرط وجود بلوک ، نباید از ۱۰ میلیمتر کمتر باشد و فاصله آزاد میلگرد کششی از سطح پائین تیرچه (پوشش بتنی روی میلگرد) نباید از ۱۵ میلیمتر کمتر باشد . در صورتی که از کفشک (قالب سفالی) استفاده شود ، فاصله آزاد میلگرد کششی از قسمت بالائی کفشک نباید از ۱۰ میلیمتر کمتر باشد.

میلگردهای عرضی

این میلگردها جهت منظوره‌های زیر در تیرچه منظور می شوند:

۱. تامین اینرسی لازم جهت مقاومت تیرچه در هنگام حکل و نقل.
۲. تامین مقاومت لازم جهت تحمل بار بلوک و بتن پوششی در بین تکیه گاه های موقت ، پیش از به مقاومت رسیدن بتن.
۳. جهت تامین پیوستگی لازم بین تیرچه و بتن پوششی (درجا)
۴. تامین مقاومت برشی مورد نیاز تیرچه.

برای میلگردهای عرضی از نوع فولاد نرم و نیم سخت استفاده می شود که بصورت مضاعف یا منفرد تولید می شوند.

سطح مقطع میلگردهای عرضی نباید از $0.0015bw.t$ کمتر اختیار شود که bw عرض جان مقطع و t فاصله دو میلگرد عرضی متوالی است. قطر میلگردهای عرضی از ۵ میلیمتر تا ۱۰ میلیمتر تغییر می کند ، و در هر حال ، حداقل قطر برای خربای با میلگردهای عرضی مضاعف ۵ میلیمتر ، و برای خربای با میلگرد عرضی منفرد، ۶ میلیمتر است. در مورد خربای ماشینی ، میلگردهای عرضی به طور مضاعف و از نوع نیم سخت می باشند. قطر میلگردهای عرضی این نوع خرباها بین ۴ الی ۶ میلیمتر تغییر می کند.

حداقل زاویه میلگرد عرضی نسبت به خط افق ، ۳۰ درجه است و معمولاً از ۴۵ درجه کمتر نیست. ارتفاع خرابای تیرچه معمولاً با توجه به ضخامت سقف ، که خود تابعی از دهانه مورد پوشش است ، تعیین می شود. فاصله میلگردهای عرضی متوالی در تیرچه ها ، حداکثر ۲۰ سانتیمتر است.

در بعضی از انواع تیرچه ها ، به جای میلگرد عرضی ، از ورق خم کاری شده با تسمه استفاده می شود.

میلگرد بالائی

از میلگرد بالائی (میلگرد ساده یا آجدار) به منظور تحمل نیروی فشاری خرابا در مرحله اول باربری تیرچه استفاده می شود و قطر آن با توجه به نوع میلگرد و طول دهانه ، فاصله تیرچه ها ، ارتفاع خرابای تیرچه و ضخامت بتن پوششی ، همچنین فاصله های جوشکاری عرضی ، از ۶ تا ۱۲ میلیمتر متفاوت است

در بعضی از انواع تیرچه ها ، از تسمه یا ورق به جای میلگرد بالایی استفاده می شود. جدول زیر به عنوان راهنمای تعیین میلگرد بالائی تیرچه های غیر ماشینی توصیه می شود:

تا دهانه ۳ متر	۶ میلیمتر
دهانه ۳ متر تا ۴ متر	۸ میلیمتر
دهانه ۴ متر تا ۵,۵ متر	۱۰ میلیمتر
دهانه ۵,۵ متر تا ۷ متر	۱۲ میلیمتر

میلگرد کمکی اتصال : این میلگرد ، به منظور مهار کردن میلگردهای کششی و امکان استقرار بیش از دو میلگرد کششی در ناحیه پاشنه تیرچه ، به کار برده می شود.

قطر میلگردهای کمکی اتصال ، ۶ میلیمتر و طول آنها در حدود فاصله میلگردهای کششی است. میلگردهای کمکی اتصال در فواصل ۴۰ تا ۱۰۰ سانتیمتری از یکدیگر نصب می گردند. در بعضی از کارخانه های تولید تیرچه که جهت قالب بتن پاشنه از ناودانی استفاده می شود ، معمولاً بتن پاشنه تا انتهای میلگرد کششی ادامه می یابند. در این موارد ،

بهتر است میلگرد کمی در فاصله ۱۲ سانتیمتری از دو انتهای میلگرد کششی نصب شود تا هنگام اجرای سقف ، و در صورت شکستن دو سر تیرچه جهت نمایان شدن میلگردهای کششی ، خریا صدمه نبیند.

جوشکاری : اتصال میلگردهای عرضی و اعضای بالایی و زیرین خریای تیرچه ، معمولاً توسط نقطه جوش تامین می گردد. البته می توان از هر نوع عمل جوشکاری مناسب ، جهت اتصال اعضای خریا استفاده کرد ، مشروط بر آنکه در مرحله جوشکاری ، از سطح مقطع اعضای خریای تیرچه کاسته نشود ، مشخصات مربوط به جوشکاری باید مطابق آیین نامه های معتبر داخلی یا خارجی باشد.

بتن پاشنه

حداقل عرض بتن پاشنه ۱۰ سانتیمتر است. ارتفاع بتن پاشنه باید به میزانی باشد که قابل بتن ریزی بوده و پوشش بتن روی میلگرد را جهت ایجاد مقاومت در برابر آتش سوزی تأمین نماید و همچنین پس از قرار گرفتن بلوک با سطح زیری تیرچه همسطح گردد. معمولاً ضخامت بتن پاشنه ۴,۵ تا ۵,۵ سانتیمتر و عرض آن ۱۰ تا ۱۶ سانتیمتر است.

پاشنه پس از جاگذاری خریا در قالب فلزی یا در قالب دایمی سفالی (کفشک) بتن ریزی می گردد. بتن پاشنه نقش بسیار مهمی در نحوه اجرای سقف دارد. چنانچه سطوح افقی و عمودی تیرچه ، در امتداد طولی انحنا داشته باشند ، جاگذاری بلوکها با مشکلاتی مواجه خواهد گشت. نشمینگاه بلوک باید صاف و یکنواخت باشد تا بلوکها به طور یکنواخت در محل خود قرار گیرند و سطح زیرین سقف برای نازک کاری بعدی مناسب گردد.

حداقل تاب فشاری بتن پاشنه ، ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. مواد تشکیل دهنده مخلوط بتن برای یک متر مکعب بتن پاشنه تیرچه به شرح زیر توصیه می شود :

پس از بتن ریزی پاشنه ، باید مراقبت های لازم جهت نگهداری و مرطوب نگهداشتن بتن معمول گردد. نوع بتن و ضخامت پوشش بتنی روی میلگردهای کششی ، تأثیر زیادی در مقاومت سقف در مقابل آتش سوزی دارد. در صورتی که بتن پاشنه تیرچه معیوب و شکسته باشد، باید آن تیرچه را از محل عیب به دو تیرچه کوتاهتر تقسیم نمود، و یا نسبت به خرد کردن کامل بتن پاشنه و بتن ریزی مجدد آن اقدام کرد.

در صورت استفاده از قالب فلزی و عدم استفاده از کفشک، تیرچه بتن ریزی شده را می توان، بسته به شرایط حرارت محیط پس از ۲۴ تا ۴۸ ساعت از قالب خود جدا کرد. هنگام بتن ریزی پاشنه تیرچه باید به دقت خرپا داخل قالب فلزی یا کفشک قرار گیرد و میلگرد کششی در تمام طول تیرچه به طور یکسان و طبق ویژگیهای یاد شده رعایت شود. معمولا بتن تیرچه در مدت ۱۰ روز پس از بتن ریزی به مقاومت عملی (working strength) خود می رسد.

مشخصات مواد افزودنی جهت زود گیر کردن و ایجاد کارایی بیشتر باید مطابق آیین نامه های معتبر داخلی یا بین المللی باشد





طبق تصاویر بالا با آهن گذاری تیرهای اصلی بوجود آمدند و در مرحله بعدی تیرچه ها را در دهانه ها گذاشته می شوند.

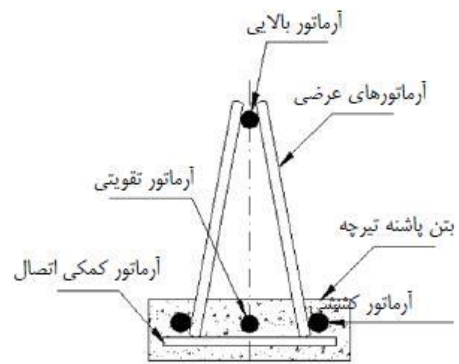
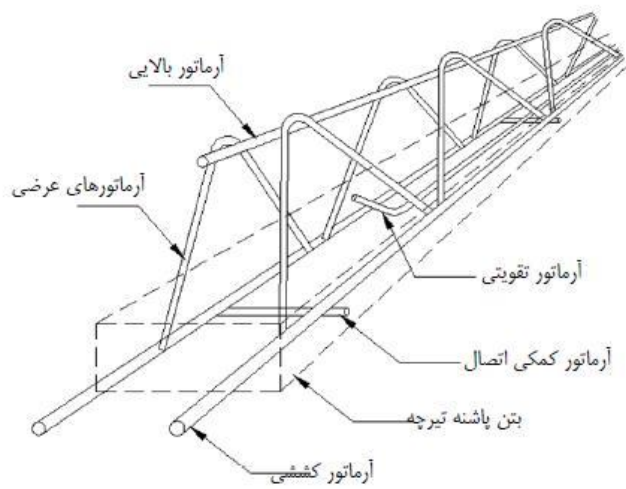


حداکثر سازه های ۲ تیرچه نباید از ۷۰ سانتی متر بیشتر باشد ولی اغلب قریب به اتفاق مهندسین ایرانی فاصله ۲ تیرچه را ۵۰ سانتی متر محاسبه می نمایند به همین دلیل کلیه بلوک هایی که در بازار ایران موجود است ۴۰ سانتی متر میباشد (محور تا محور تیرچه ۵۰ سانتی متر) که در بین تیرچه ها قرار میگیرند.



بعد از چیدن تیرچه بلوک روی سقف میلگرد های حرارتی را میچینند قطر میلگرد حرارتی حداقل ۶ میلی متر و فاصله آنها از یکدیگر حداکثر ۳۰ سانتی متر و جهت آنها عمود بر میلگرد های بالای تیرچه می باشد و در ۲ جهت چپ و راست هم چیده می شود و در نهایت با بتن ریزی سقف تکمیل و به طور کامل اجرا می شود .





Rs10.LXB.ir



اجزای اصلی تشکیل دهنده سقف تیرچه و بلوک
سقف اجرا شده با تیرچه و بلوک از انواع سقف های با پشت بند (تیرک دار) بتنی است که تحمل فشار به بتن بالایی با ضخامت حداقل پنج سانتیمتر واگذار می گردد و کشش توسط میلگردهای کششی تیرچه (میلگردهای تحتانی تیرچه) تحمل می شود.

بتن بالایی همچنین ، همانند یک دال نازک با دهانه ای برابر فاصله دو تیرچه ، خمش موضعی را در محل بین دو تیرچه تحمل می کند. در این نوع سقف ، تیرچه ها به فاصله حداکثر ۷۰ سانتیمتر (محور تا محور) کنار هم و در امتداد دهانه کوتاهتر سقف قرار می گیرند و با بتن پوششی که در محل ریخته می شود و ضخامت آن حداقل پنج سانتیمتر است ، تیرهای T شکل چسبیده و مجاور هم را تشکیل می دهند. برای پرکردن فاصله تیرچه ها ، از عناصر گوناگون ، مانند آجرهای توخالی ، بلوکهای بتنی و حتی پلاستیک و چیزهای دیگر استفاده می شود. این عناصر پرکننده در سقف تحمل نیرو نمی کنند.

بنابراین ، سقف تیرچه و بلوک از اجزای اصلی ، به شرح زیر تشکیل می شود :

۱- تیرچه

۲- بلوک

۳- میلگرد حرارتی و افت و میلگرد منفی

۴- بتن پوششی (درجا)

که نقش هریک از این اجزا در مراحل دو گانه باربری ، یعنی مرحله حمل و نقل تیرچه و اجرای سقف و مرحله بهره برداری را ، به ترتیب زیر می آوریم :

۱- تیرچه : عضو پیش ساخته ای است ، متشکل از بتن و فولاد به مقطع تقریبی T ، که در دو نوع تیرچه خرابایی و تیرچه پیش تنیده ، تولید می شود و مانند همه قطعه های پیش ساخته در دو مرحله تحت اثر نیرو قرار می گیرد. این دو مرحله به علت اهمیت آنها باید به دقت مورد ملاحظه قرار گیرند :

الف) مرحله اول باربری : در این مرحله باید تیرچه به تنهایی قادر به تحمل بار ناشی از وزن خود در هنگام حمل و نقل بوده و همچنین قادر به تحمل وزن مرده سقف (وزن تیرچه ، بلوک و بتن پوششی) بین تکیه گاههای موقت (شمعبندها) در زمان اجرای سقف باشد.

ب) مرحله دوم باربری : این مرحله در تیرچه پس از حصول مقاومت بتن پوششی فرا می رسد که تکیه گاههای موقت اجرایی برداشته شده و تیرچه به عنوان عضو کششی مقطع تیر T تحمل نیرو می نماید.

۱-۱ تیرچه پیش ساخته خرابایی : تیرچه پیش ساخته خرابایی فولادی و پاشنه بتنی تشکیل شده است و در صورتی که دارای قالب سفالی باشد ، تیرچه کفشک دار نامیده می شود.

تیرچه پیش ساخته خرابایی برای تحمل مراحل دوگانه باربری ، از اجزای زیر تشکیل می شود :

- عضو کششی - میلگردهای عرضی - میلگردهای بالایی

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

در مرحله دوم باربری تیرچه ، فولاد زیرین خرپا به عنوان عضو کششی تیر T عمل می کند.

حداقل تعداد میلگرد کششی دو عدد بوده و سطح مقطع میلگردهای کششی از طریق محاسبه تعیین می شود. توصیه می شود قطر میلگردهای کششی از ۸ میلیمتر کمتر و از ۱۶ میلیمتر بیشتر نباشد. برای صرفه جویی در مصرف فولاد و پیوستگی بهتر آن با بتن ، معمولاً از میلگرد آجدار ، به عنوان عضو کششی استفاده می شود.

میلگردهای عرضی : در مرحله اول باربری ، میلگردهای عرضی همانند عضو مورب خرپا عمل می کنند و به کمک اعضای کششی و بالایی ، ایستایی لازم را جهت تحمل وزن خود تیرچه (در هنگام حمل و نقل) و وزن مرده سقف بین تکیه گاههای موقت (در هنگام اجرا) تامین می نمایند. در مرحله دوم باربری تیرچه ، میلگردهای عرضی ، پیوستگی لازم بین میلگرد کششی خرپا و بتن پوششی (بتن درجا) را تامین می کنند. همچنین مقابله با نیروی برشی تیر T به وسیله میلگردهای عرضی انجام می گیرد. در بعضی از انواع تیرچه های پیش ساخته ، در خرپا به جای میلگرد از ورق خم کاری شده به جای عضو کششی – میلگردهای عرضی – میلگردهای بالایی استفاده می شود.

این میلگردها جهت منظورهای زیر در تیرچه مصرف می شوند : الف) تامین اینرسی لازم جهت مقاومت تیرچه در هنگام حمل و نقل ب) تامین مقاومت لازم جهت تحمل بار بلوک و بتن پوششی در بین تکیه گاههای موقت ، پیش از به مقاومت رسیدن بتن ج) تامین پیوستگی لازم بین تیرچه و بتن پوششی د) تامین مقاومت برشی مورد نیاز تیرچه

میلگرد بالایی : در مرحله اول باربری ، فولاد تعبیه شده در قسمت بالای تیرچه ، به عنوان میلگرد بالایی خرپا عمل می نماید و به کمک دیگر اعضای خرپا ، وزن تیرچه را هنگام حمل و نقل و همچنین وزن مرده سقف را در فاصله دو تکیه گاه موقت (هنگام قالب بندی و بتن ریزی پیش از به مقاومت رسیدن بتن پوششی) تحمل می کند.

در مرحله دوم باربری تیرچه اگر میلگرد بالایی در ضخامت بتن پوششی و بالاتر از سطح بلوکها قرار گیرد ، در نقش فولاد افت حرارتی مقطع مرکب سقف عمل میکند(در مقطع تیر T) ، و در صورتی که پایین تر از سطح بلوکها قرار گیرد ، نقشی نخواهد داشت .

بتن پاشنه تیرچه پیش ساخته : برای تامین تکیه گاه بلوکها و نیز برای پرهیز از قالب بندی قسمت زیرین جان تیر T در موقع اجرا ، بتن پاشنه تیرچه در کارخانه ریخته می شود. حسن دیگر این عمل این است که بعلت فراهم بودن شرایط بهتر اجرا در کارخانه ، پوشش آرماتورهای کششی به صورت مطمئنتری تامین می گردد. این پوشش در مقاومت سقف در برابر آتش سوزی اثر بسزایی دارد.

حداقل عرض بتن پاشنه ۱۰ سانتیمتر است و نباید از ۱/۳،۵ برابر ضخامت سقف کمتر باشد. ارتفاع بتن پاشنه باید به میزانی باشد که قابل بتن ریزی بوده و پوشش بتنی روی میلگرد را جهت ایجاد مقاومت در برابر آتش سوزی تامین نماید و همچنین پس از قرار گرفتن بلوک روی تیرچه ها ، سطح زیرین بلوک با سطح زیری تیرچه همسطح گردد. معمولاً ضخامت بتن پاشنه ۴،۵ تا ۵،۵ سانتیمتر و عرض آن ۱۰ تا ۱۶ سانتیمتر است. حداقل تاب فشاری بتن پاشنه ، ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است.

۱-۲ تیرچه پیش ساخته پیش تنیده : این نوع تیرچه که فقط در کارخانه های مجهز تولید می شود ، از مقطع بتنی T و سیمهای فولادی با مقاومت بالا (۱۷۵۰۰ تا ۱۹۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) تشکیل می شود . سیمها را پیش از بتن ریزی تیرچه توسط جکهای تحت کشش قرار داده و پس از حصول مقاومت لازم بتن ، آنها را آزاد می کنند. در نتیجه ، بتن تیرچه تحت تنش فشاری قرار می گیرد.

۲- بلوک : برای پرکردن محلهای خالی بین تیرچه ها ، از بلوکهای توخالی استفاده می شود که جنس آنها از سفال یا بتن و حتی پلاستیک و یونولیت است. بلوکها علاوه بر خاصیت پرکنندگی فضای خالی ، در حکم قالب بتن پوششی نیز هستند. بلوکها در سقفهای اجرا شده با تیرچه و بلوک ، تحمل نیرو نمی کنند و فقط خاصیت پرکنندگی دارند.

از بلوک به عنوان قالب همیشگی یا قالبی که پس از اجرا باقی می ماند ، برای قالب بندی بغل گونه جان تیرهای T و همچنین بتن پوششی درجا استفاده می شود. قسمت زیرین بلوک ، جهت تامین سطحی مسطح برای انجام نازک کاری و قسمتهای تیغه داخلی بلوک به منظور تقویت مقطع تعبیه می گردند. بلوکها در محاسبات مقاومت سقف به حساب نمی آیند و اساساً به منزله قالبهایی هستند که باید نیروهای اجرایی پیش از بتن ریزی سقف را تحمل نمایند.

مثلاً" در روی سقف ، پیش از بتن ریزی ، تحمل نیروی حاصل از رد شدن چرخ فرغون را داشته باشد و همچنین باید مقاومت کافی برای تحمل نیروهای حاصل از حمل و نقل و دیو نمودن را داشته باشد. شکل بلوک با توجه به موارد یاد شده طراحی می شود و بلوک توخالی معمولاً" از مواد مختلف تولید می شود. مانند : ۱- بتن با مصالح سنگی معمولی ۲- بتن با مصالح سبک وزن ۳- سفال ۴- مصالح چوبی یا مقوایی ۵- یونولیت و مشابه یا نی

مواد تشکیل دهنده بلوک نباید روی بتن درجا اثر شیمیایی داشته باشند. ارتفاع و طول بلوک ، تابع ضخامت کل سقف و فاصله تیرچه ها از همدیگر می باشد. عرض بلوک ، معمولاً" ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر است. وزن بلوک باید طوری باشد که به آسانی با دست در روی سقف جا به جا گردد. بلوکهای سفالی باید عاری از ترک و دانه های آهکی باشند ، و رنگ آنها کاملاً" یکنواخت بوده و به طور یکسان پخته شده باشند. سطوح بلوک سفالی باید صاف و عاری از انحنا و خمیدگی و دارای لبه های تیز و مستقیم بوده و بافت ریز و متراکم داشته باشند. سطح خارجی بلوک ، به جهت ایجاد چسبندگی لازم به بتن بالایی و همچنین به نازک کاری زیر سقف شیاردار می باشد.

۳- میلگردهای افت حرارتی : جهت مقابله با تنشهای متفرقه در بتن پوششی و به منظور جذب تنشهای ناشی از افت و تغییر حرارت ، میلگردهایی در دو جهت عمود برهم و در قسمت بالایی تیر نواری T و روی بلوکها نصب می گردند ، که میلگرد افت و حرارتی نامیده می شوند.

در صورتی که ارتفاع تیرچه خرابایی به حدی باشد که میلگرد نصب (بالایی) در محل تعبیه میلگرد افت قرار گیرد ، می توان از میلگرد مزبور به عنوان میلگرد افت و حرارتی در جهت طولی تیرچه استفاده کرد.

قطر میلگرد افت حرارتی بر ای میلگرد ساده ، دست کم ۵ میلیمتر ، و برای میلگرد با مقاومت بالا ۴ میلیمتر و حداکثر فاصله بین دو میلگرد افت حرارتی ۲۵ سانتیمتر است.

۴- بتن پوششی (بتن درجا) : بتن پوششی ، قسمتی از تیر مرکب است که در محل کارگاه پس از جاگذاری تیرچه ها و بلوکها بتن ریزی می گردد و پس از حصول مقاومت لازم به کمک عضو کششی بار وارد بر سقف را تحمل می کند.

محدودیتها و ویژگیهای فنی سقف تیرچه و بلوک

سقفهای اجرا شده با تیرچه بلوک ، دارای محدودیتهای اجرایی به شرح زیر هستند :

۱ - فاصله محور تا محور تیرچه ها نباید از ۷۰ سانتیمتر بیشتر باشد.

۲ - بتن پوششی قسمت بالایی تیر (بتن روی بلوک) نباید از ۵ سانتیمتر ، یا ۱/۱۲ فاصله محور به محور تیرچه ها کمتر باشد.

۳- عرض تیرچه نباید از ۱۰ سانتیمتر کوچکتر باشد و همچنین نباید از ۱/۳,۵ برابر ضخامت کل سقف کمتر باشد.

۴ - حداقل فاصله دو بلوک دو طرف یک تیرچه ، پس از نصب نباید کمتر از ۶,۵ سانتیمتر باشد.

۵ - ضخامت سقف برای تیرهای با تکیه گاه ساده نباید از ۱/۲۰ دهانه کمتر باشد. در مورد تیرهای یکسره نسبت ضخامت به دهانه ، به ۱/۲۶ کاهش می یابد. در سقفهایی که مسئله خیز مطرح نباشد ، این مقدار تا ۱/۳۵ دهانه نیز کاهش می یابد.

۶- حداکثر دهانه مورد پوشش سقف (در جهت طول تیرچه پیش ساخته خرابایی) با تیرچه های منفرد ، نباید از ۸ متر بیشتر شود. توصیه می شود برای اطمینان بیشتر ، دهانه مورد پوشش ، بیشتر از ۷ متر نباشد و در صورت وجود سربارهای زیاد ، و یا دهانه بیش از هفت متر ، از تیرچه های مضاعف استفاده شود. تکیه گاههای موقت اجرایی

سازه فولادی سبک (LSF)

Lightweight Steel Framing

سازه فولادی سبک که به اختصار به آن سازه (LSF) گفته می شود، یکی از سیستم های نوین ساختمانی است که برای اجرای ساختمان های با طبقات محدود که معمولا تا 5 طبقه می باشد استفاده می شود .



این سازه از ورق های فولادی نورد شده برای تامین پایداری ساختمان، صفحات و تخته های گچی به عنوان پوشش درونی و قطعات دیواره خارجی به عنوان نما تشکیل شده است. این سیستم به صورت اجرای خشک و اغلب با استفاده از اتصالات پیچ و به روش تولید صنعتی به کار گرفته می شود .

این سیستم توانایی ترکیب با سیستم های سازه ای دیگر را دارا می باشد. می توان از این سازه در ساختمان های تجاری کوچک، واحدهای صنعتی و سالن های

ورزشی یک طبقه استفاده کرد .

استفاده از این سیستم وزن سازه را تا پنجاه درصد کاهش می دهد و این بزرگترین امتیاز در برابر زلزله می باشد.



بخش های مختلف سازه فولادی سبک

1-پی: برای انتقال بار یک سازه به خاک، نیاز به یک سازه میانی می باشد که این بار را بدون ایجاد تغییر شکل های زیاد به زمین منتقل کند. در سیستم قاب فولادی سبک، به دلیل وزن کم سازه و دیوارها، از پی های نواری و در صورت ضعیف بودن خاک از پی های گسترده استفاده می شود. مقدار ضخامت پی در این سازه به دلیل سبک بودن، بسیار کم است و مقدار حداقل در نظر گرفته می شود.

اتصال سازه سبک به پی، با استفاده از دو روش زیر انجام می شود.

الف: نصب ستونک (اعضای عمودی سازه) به پی، که به صورت مستقیم از طریق میله های اتصال به پی وصل می شوند.

ب: اتصال لاوک (اعضای افقی سازه) به پی، که در این روش ابتدا لاوک ها به میله های اتصال پی بسته شده و سپس ستونک ها به لاوک ها متصل می شود.

2-کف کاذب: این سیستم برای بالاتر قرار گرفتن کف تمام شده ساختمان و ایجاد یک فضای خالی در زیر سازه استفاده می شود و با ایجاد یک فضای خالی در کف سازه علاوه بر تهویه طبیعی در زیر ساختمان، در مناطق مرطوب و از جمع شدن رطوبت و آب جلوگیری می کند و همچنین باعث اجرای ساده شبکه

فاضلاب و جلوگیری از ورود حشرات و حیوانات موذی می شود.

3-سازه کف: در این بخش از سازه، تیرچه هایی به تیرهای اصلی متصل می شوند و قاب کف را تشکیل می دهند. پوشش نهایی سازه کف میتواند از بتن یا روکش های دیگر باشد.

4-دیوار: در سازه فولادی سبک، بار جانبی و بار ثقلی را دیوارها تحمل می کنند. دیوارها به صورت توخالی هستند و می توان این فاصله خالی را با بتن سبک یا فوم پلی استایرن پر کرد.

5-سقف: برای اجرای سقف در این سازه از دو روش میتوان استفاده کرد: سقف قاب بندی شده و سقف خرپایی.

روش های اجرا

1:مونتاژ در محل اجرا (stick-built): در این روش، مقاطع فولادی به صورت برش خورده و شماره گذاری شده به محل اجرای طرح منتقل می شوند و در محل اجرا با اتصالات سرد (پیچ ومهره) به یکدیگر متصل می شوند. میتوان یک دیوار را به صورت افقی روی زمین اجرا کرد و سپس آن را بلند کرد و در محل خود نصب نمود. این روش از دقت بالایی برخوردار است.

2:سیستم برافراشتن (Tilt up): در این روش ابتدا قطعه موردنظر مانند دیوار، قاب و قطعات نما در محل پروژه به صورت افقی اجرا می شود و سپس به وسیله جرثقیل به مکان موردنظر حمل و در محل مورد نظر نصب می شود.

3:سیستم جعبه ای (Box system): این روش برای ساخت فضاهای ساختمانی محدود و کوچک مانند سرویس ها یا کانکس ها استفاده می شود. در این روش، قاب فولادی سبک به صورت جعبه های پیش ساخته پس از انتقال به کارگاه کنار هم چیده شده و به یکدیگر متصل می شوند. در مرحله بعد، قطعات دیواره و سقف و دیوارهای خالی اجرا می شوند.



مزایای سازه فولادی سبک

1- **حفظ محیط زیست:** اکثر متریال مورد استفاده در این سازه، قابل بازگشت به طبیعت است.

2- **کاهش وزن سازه:** میزان فولاد مصرفی در این سیستم، حدود پنجاه درصد وزن فولاد مصرفی در سازه های فولادی معمولی است.

3- **اجرای آسان تاسیسات:** به دلیل امکان ایجاد سوراخ و یا حفره هایی در اعضا، تاسیسات به راحتی از داخل اعضا عبور می کنند.

4- **حمل و نقل آسان:** تمام اجزای سازه را می توان به صورت یک دسته مرتب کرد و به راحتی حمل کرد.

5- **دوام و پایداری مناسب:** این سازه نسبت به مصالح سنتی دارای دوام بیشتری است و در برابر حشرات و جانوران موذی مقاومت خوبی دارد.



معایب سازه فولادی سبک

1: در ابعاد دهانه محدودیت وجود دارد.

2: تعداد طبقات قابل ساخت با این سیستم محدود است.

3: به نیروی کار متخصص و خیره نیاز دارد.

4:تامین قطعات فلزی گالوانیزه تولید شده در کارخانه هزینه نسبتاً بالایی دارد.

سیستم سازه ای فولادی سبک (LSF) ، یک سیستم سازه ای پیشرفته است که در انواع ساخت ها و سازه ها ، تک خانوار و چندخانوار، ساختمانهای مسکونی و اداری یک ، دو و سه طبقه ، هتل ها و هتل آپارتمان ها ، ساختمانهای مدارس و دانشگاهی ، رستورانها و... دارای کاربرد می باشد.

مزایای سیستم LSF در ساخت و ساز:

۱- برای طراحان

- انعطاف در طراحی:

وجود تنوع زیاد در شکل مقاطع فولادی جدار نازک و اجزایی که برای تکمیل این سیستم ساختمانی تولید می گردد، امکانات نامحدودی را برای طراح جهت ارائه ایده های مختلف طراحی ایجاد می نماید. لذا طراح می تواند از این سیستم در انواع پروژه های ساختمانی با کاربری های متنوع ، بدون نیاز به تولید مقاطع و مصالح خاص ، استفاده نماید.

- تنوع در مصالح نما:

سطوح بیرونی ساختمان با سیستم LSF، می تواند با انواع مصالح نمایی که معمار پروژه می خواهد، پوشش داده شود. از نماهای قابل استفاده می توان به مصالح بنایی و آجر، انواع سنگ های نما، نماهای آلومینیومی، نماهای چوبی ، مصالح سرامیکی، نمای PVC و... اشاره نمود. در سطوح داخلی ساختمان، پانل های گچی (Gypsum Wallboard) مستقیماً بر روی المانهای فولادی جدار نازک دیوار متصل می گردند.

- برآورده نمودن الزامات استانداردهای مربوط به عملکرد ساختمان:

سیستم سازه های فولادی سبک (LSF) به راحتی می تواند بالاترین ضوابط استانداردهای مربوط به طراحی سازه، انرژی، مقاومت در برابر آتش و عملکرد صوتی را برآورده نماید.

۲- برای سازندگان

- سرعت در اجرای سیستم:

سیستم LSF یک سیستم سریع و آسان است و بدون استفاده از نیروهای کاری با تخصص بالا قابل اجرا می باشد. به دلیل سبک بودن وزن اجرای سازه های فولادی سبک نسبت به مصالح مرسوم دیگر، المان ها به راحتی قابل حمل و نصب بوده، در نتیجه سرعت کار بسیار بالاست. به طور معمول در سیستم های متداول یک تیم باتجربه چهار نفره قادر هستند تمام دیوارهای یک خانه سه اتاق خوابه را در یک روز نصب نمایند. این سرعت باعث می گردد که زمان اتمام پروژه به حداقل ممکن برسد.

- زمان توقف کم:

به دلیل این که این سیستم قابلیت نصب در تمام شرایط جوی مانند هوای خشک و سرمای شدید را دارا می باشد و از طرفی زمان اندکی را برای نصب در کارگاه نیاز دارد، لذا به طور معمول می توان در تمام فصول سال و در تمام شرایط جوی این سیستم ساختمانی را نصب نمود.

- فعالیت های موازی و بدون وقفه در بخش های دیگر ساختمان:

به دلیل این که سیستم سازه ای ساختمان و پوشش خارجی آن بسیار سریع نصب می گردد، لذا بقیه فعالیت های ساختمان مانند تاسیسات مکانیکی و برقی و نازک کاری سطوح داخلی، می توانند به طور مستقل و به موازات تکمیل شدن نمای بیرون انجام گیرند.

- سهولت در نصب سیستم های تاسیساتی:

کلیه کابل های برق، لوله های آب و داکت های تاسیساتی می توانند قبل از نصب پانلهای گچی سطوح داخلی به راحتی در فضای خالی موجود در داخل دیوارها اجرا گردند.

- نیاز کم به تجهیزات:

به دلیل این که قطعات ساختمانی سیستم LSF در قطعات سبک و قابل حمل توسط افراد، به کارگاه منتقل می گردد، لذا برای جابجایی و نصب این سیستم، نیاز به ماشین آلات خاص نمی باشد. تجهیزات مورد نیاز برای نصب این سیستم محدود به یک سری تجهیزات پایه ای قابل حمل است.

- نیاز به فضای کم کارگاهی:

به دلیل تحویل قطعات ساختمانی در زمان مقرر مورد نیاز و نیز آماده بودن اغلب قطعات برای نصب ، فضای بسیار محدودی برای نگهداری قطعات نیاز بوده و اتلاف مصالح نیز، حداقل ممکن می باشد. بنابراین اجرای سیستم در سایتهای کوچک و محدود به راحتی انجام می گیرد.

- ایمنی در محل کارگاه:

بدلیل سبک بودن قطعات ، نیاز به تجهیزات و ماشین آلات خاص نبوده و سطح مورد نیاز برای کار نیز فضای محدودی می باشد . این موضوع باعث می شود تا امنیت افراد و کارکنان به طور کامل در کارگاه تامین باشد.

- کاهش هزینه ها:

علاوه برمزیت های فوق که باعث کاهش هزینه های اجرا می گردد، به دلیل عملکرد حرارتی خوب سیستم LSF حجم موتورخانه و ظرفیت سیستم گرمایش و سرمایش کم شده و باعث کاهش در هزینه های سیستم های تاسیساتی می گردد.

۳- برای ساکنین

- هزینه های بهره برداری کمتر:

سیستم LSF هزینه های بهره برداری کمتری را به ساکنین تحمیل خواهد کرد. به دلیل دوام بالای مصالح و نیز عملکرد حرارتی خوب این سیستم ، ساکنین هزینه کمتری را برای تعمیرات و نیز سرمایش و گرمایش محیط ساختمان پرداخت خواهند نمود.

- عملکرد صوتی خوب:

عایق های صوتی موجود در سیستم LSF ، باعث کاهش شدت ضربات (Sound Impact) شده و نیز عایق های صوتی تعبیه شده در فضاهای داخلی دیوار باعث کاهش صوت منتقل شده در فضاهای داخلی ساختمان می گردند. در این سیستم فضاهای داخلی ساختمان دارای آرامش و راحتی بالایی می باشند.

- سلامت محیط زیست:

به دلیل سازگار بودن مصالح مورد استفاده در این سیستم با محیط زیست انسانی، و بی اثر بودن مصالح، هیچ گونه بخارات سمی در محیط وجود نخواهد داشت. با کنترل و مسدود نمودن روزنه های ورود هوا، در این سیستم کیفیت هوای داخلی ساختمان قابل کنترل و مطبوع می باشد. مشکلاتی مانند جمع شدگی، کپک زدگی بر روی اجزای دیوارها، در این سیستم وجود نخواهد داشت.

- عدم اشتعال:

تمام مصالحی که در سیستم ساختمانی LSF مورد استفاده قرار می گیرد قابل اشتعال نبوده و دارای مقاومت بالا در برابر آتش می باشد. سیستم های ساختمانی LSF کلیه ضوابط استانداردهای معتبر را در زمینه عملکرد آتش برآورد نموده و تائیدیه های لازم در این زمینه را دارا می باشند.

- مقاومت در برابر زلزله و طوفان های شدید:

تجربه های قبلی در طوفان ها و زلزله های گذشته نشان می دهد که سازه های LSF، دارای عملکرد بهتری در برابر بارهای زلزله و طوفان نسبت به سیستم های ساختمانی دیگر می باشند. به دلیل سبک بودن این سیستم ساختمانی، نیروی زلزله کمتری به آن اعمال می گردد.

۴- برای محیط زیست

- قابل بازیافت بودن اتلاف مصالح:

در هنگام ساخت ساختمان با سیستم LSF، کمترین اتلاف در مصالح وجود دارد و در انتهای عمر مفید ساختمان نیز، مصالح به کار برده شده در این سیستم قابل بازیافت می باشند.

- ترافیک و حمل و نقل کمتر:

بدلیل استفاده از مصالح پیش ساخته در این سیستم و کوتاه بودن زمان نصب آن، ترافیک و حمل و نقل کمتری در محل ساخت پروژه ایجاد خواهد شد.

ضمناً در مورد قواعد مربوط به ساخت و ساز با این سیستم نوین، می توان به این موارد اشاره کرد:

- در مناطق با خطر نسبی کم، متوسط و زیاد، مطابق با آیین نامه ی ۲۸۰۰ ایران، استفاده از این سیستم به عنوان قاب ساختمانی ساده به همراه دیوار برشی بتنی تا پنج طبقه یا ارتفاع ۱۸ متر از تراز پایه بلامانع است. در صورت استفاده از مهاربندی قطری ، این ارتفاع به ۷،۲ متر یا ۲ طبقه کاهش خواهد یافت.
- استفاده از این سیستم در مناطق بسیار زلزله خیز مجاز نمی باشد.
- استفاده از این سیستم با بکارگیری دهانه ی ۵ متر و حداکثر ارتفاع ناخالص ۳،۶ متر برای هر طبقه مجاز است.
- کنترل سازه در برابر بار باد براساس مقررات ملی ساختمان و مبحث ششم صورت می گیرد.
- کلیه ی اتصالات قائم به اجزای افقی به گونه ای خواهند بود که یکپارچگی اعضا در ارتفاع سازه تامین گردد.

- ملاحظات کامل هوابندی در جداره های داخلی و خارجی با توجه به اقلیم مورد نظر صورت می گیرد.

سیستم ساخت قاب سبک فولادی Lightweight Steel Framing که به اختصار LSF می نامند، یک سیستم ساختمانی است، که برای اجرای ساختمان های عمدتاً کوتاه مرتبه و میان مرتبه (حداکثر تا ۵ طبقه) استفاده می شود.

این سیستم که شباهت زیادی به روش های ساخت ساختمان های چوبی دارد، بر اساس کاربرد اجزایی به نام استاد (Stud) یا وادار و تراک (Track) یا رانر شکل گرفته است و از ترکیب نیمرخ های فولادی گالوانیزه سرد نورد شده، ساختار اصلی ساختمان برپا می شود. مقاطع مورد استفاده در این سیستم U, C و Z است، که معمولاً با اتصالات سرد به یکدیگر متصل می شوند. هر دیوار از تعدادی اجزای عمومی C شکل (استاد) به فواصل ۴۰ تا ۶۰ سانتی متر، که در بالا و پایین به اجزای افقی ناودانی U یا C شکل (تراک یا رانر) متصل شده اند، تشکیل می شود. در صورتی که از مقاطع C شکل به عنوان تراک (رانر) استفاده شود، لازم است برش هایی در محل نصب استاد انجام گیرد.

این سیستم در اکثر موارد با سقف سبک و به صورت موردی با انواع دیگر سقف اجرا می شود. تیر و تیرچه های این نوع سقف های سبک، همانند استاد و تراک های دیوار ها است.

سقف نهایی معمولاً از نوع شیب دار و با استفاده از خرپاهای فلزی ساخته شده از پروفیل های سرد نورد شده در نظر گرفته می شود (شکل زیر). قسمت های دیگر ساختمان (<http://www.civilmaster.ir/>) نیز با استفاده از پروفیل های سرد نورد شده اجرا می شوند و با انواع مختلف تخته (گچی، سیمانی، چوبی، ...) پوشیده می شوند.

جزئیات سقف مستوی یا شیب دار

پوشش نهایی این سیستم می تواند با انواع تخته های ساختمان از جمله تخته سیمانی، چوب، تخته گچی و یا مصالح بنایی، سفال و آردواز صورت گیرد.

بررسی نقاط قوت و ضعف سیستم قاب سبک فولادی

http://www.civilmaster.ir/fa/images/stories/88_07/08_09.jpg عوامل مربوط به هزینه

این سیستم ساخت، نیازمند نیروی انسانی ماهر، ولی به تعداد کم و در زمان کم است. لذا مجموعه هزینه نیروی انسانی در این سیستم، کمتر از روش های سنتی است. ابزار مورد استفاده نیز نسبتاً کم هزینه هستند، ولی هزینه های بالای تامین مصالح، به خصوص در دوره ای که رواج چندانی نیافته است، این سیستم را جزو سیستم های گران قیمت دسته بندی می کند. این سیستم نیاز به مخارج ادواری خاصی ندارد و هزینه تعمیرات احتمالی آن بسته به نوع خرابی، می تواند خیلی متفاوت باشد.

سیستم LFS از سیستم هایی است که شعاع مصرف اقتصادی بالایی دارد. در صورتی که این سیستم به روش اجرای درجا (Stick – Built) برپا شود، مصالح اولیه را، که بسیار سبک و کم حجم است، می توان به فواصل دور و حتی مناطق صعب العبور نیز منتقل کرد. این مصالح معمولاً به راحتی در حمل آسیب پذیر نیستند، ولی در صورت بروز آسیب در قطعات، در ساختمان قابل استفاده نخواهند بود، و نیاز به تولید مجدد قطعه است. این در حالی است که چند کاره بودن قطعات و قابلیت جایگزینی قطعه خراب شده با سایر قطعات، سیکل ساخت را تا رسیدن مجدد قطعه متوقف نمی سازد. هزینه های انبارداری این مصالح چندان قابل توجه نیست، زیرا ورق گالوانیزه در برابر شرایط جوی مقاوم است و به علاوه، فضای زیادی برای انبارداری این مصالح لازم نیست.

عوامل مربوط به زمان

از نظر سرعت اجرا، تجربیات سایر کشور ها نشان داده است که این سیستم در زمان کمی برپا می شود و سرعت اجرا نسبت به شیوه های سنتی و حتی صنعتی سنگین بسیار بالاتر است. نسبت فراوری محصول در کارخانه نسبت به سایت در این سیستم ساخت، بر اساس نوع اجرا و مقدار پیش ساخته سازی، می تواند بسیار متغیر و متفاوت باشد. این سیستم قابلیت اجرا در تمام شرایط جوی را دارد و با تغییرات شرایط جوی، مشکلات جدی در اجرا به وجود نخواهد آمد.

عوامل مربوط به قابلیت های اجرایی

اجرای این روش، نیاز به نیروی ماهر و ابزار خاص دارد، ولی چگونگی اجرا و نحوه بکارگیری ابزار، به سادگی قابل آموزش خواهد بود. اقداماتی که برای اجرای این سیستم انجام می شود، تعدد و گوناگونی کمی دارند و برای اجرای هر آیت، یک سری اقدام ساده لازم است، هرچند قطعات اصلی این سیستم از تعدد زیادی برخوردار نیست، ولی در زمانی کوتاه، با استفاده از ابزار های ساده می توان فرم های متنوعی را با آن ها تولید کرد.

استفاده از قطعات از پیش برش خورده یا پانل های پیش ساخته، قابلیت اجرای طرح های مدولار را در این سیستم افزایش می دهد. این سیستم برای تنوع در معماری فضا و اختیار دادن به طراح در ایجاد طرح های مختلف قابلیت بالایی دارد. سهولت اجرای دهانه های متنوع و تغییر ارتفاع، به اضافه سادگی قرار دادن بازشو در جداره ها - که مرهون قابلیت ترکیب آن با سیستم تیر ستون است - این سیستم را از جهت تطابق با طرح های معماری در سطح خوبی قرار داده است. نگهداری این سیستم شرایط خاصی را نمی طلبد و به علت اجرای خشک، تغییرات آن به سادگی صورت می پذیرد. به علت استفاده از مصالحی که فرآوری عمده و خاص در سایت ندارند، می توان این سیستم را با دقت نسبتاً بالایی کنترل کرد.

از نقاط ضعف این سیستم، در صورتی که در اجرا تمامی نکات فنی مورد رعایت قرار نگیرد، خطر ایجاد صدا در حالت های انقباض و انبساط است.

وزن کم این سیستم ساختمانی (در حدود ۶۰ درصد وزن واحد سطح سیستم های رایج ساخت و ساز) باعث می شود نیرو های اعمال شده در صورت وقوع زمین لرزه به طور قابل توجهی نسبت به ساختمان های متداول کمتر باشد، تا حدی که در اکثر موارد، اثر نیرو های اعمال شده توسط باد بیشتر و تعیین کننده تر از نیرو های ناشی از زمین لرزه است. در ضمن، وزن کم این سیستم باعث می شود به عنوان گزینه ای مناسب برای مناطق با مقاومت خاک کم، تلقی شود. اینرسی حرارتی کم این سیستم، آن را برای استفاده دائم مانند مسکونی، با مشکلاتی رو به رو می سازد. ولی در عین حال، عملکرد آن را برای ساختمان های اداری، تجاری و دیگر ساختمان های با کاربری منقطع، بسیار مناسب می سازد.

مواد تشکیل دهنده LSF بار حریق ندارند، ولی پروفیل های سرد فرم داده شده مقاومت کمی در برابر حریق دارند و باید به خوبی محافظت شوند. یکی از دلایل اصلی کاربرد گچ به عنوان پوشش داخلی این سیستم ها دستیابی به این هدف است.



سقف طاق ضربی

یکی از قدیمی ترین و سنتی ترین نوع سقف‌های رایج در ایران می‌باشد. در بعضی شهرستان‌های ایران مانند یزد طاق ضربی با خیز بلند در حدود نیم دایره روی دهانه‌های تا حدود ۶ متر هم اجرا می‌کنند.^[۱] در دهه‌های اخیر و به دلیل ضعف این نوع سقف در هنگام زلزله و ایمن نبودن آن، سیستم‌های جدید سقف مانند تیرچه‌بلوک جایگزین این نوع از سقف‌ها گشته‌اند. استفاده از طاق ضربی در ساختمان‌های بزرگ و چند طبقه مناسب نمی‌باشد.^[۲]

مزایا

سهولت استفاده، پایین بودن هزینه ساخت و امکان تغییر بخش‌هایی از ساختمان بعد از استفاده از سقف طاق ضربی، از دلایل رواج این سقف بوده است.

معایب

- یکپارچه نبودن، عدم انسجام کافی، خوردگی آهن در تماس با سیلیکات گچ، لرزش در اثر محرکات محیطی و ایجاد ظاهر نامناسب در سقف

- سنگینی بسیار زیاد، عدم صلبیت دایافراگم سقف و تخریب در هنگام زلزله به شکل آوار که برای ساکنین خطرناک است.

- امکان رد شدن تاسیسات مثل لوله از روی سقف امکان‌پذیر نیست مگر با افزایش ضخامت سقف که باعث سنگینی می‌شود از معایب استفاده از سقف‌های طاق ضربی می‌باشد. .

اجرای طاق ضربی

روی دهانه اتاق در فاصله‌های حدودا ۱ متر تیر آهن مناسب که نمره آن با توجه به دهانه اتاق و بار وارده بوسیله محاسبه تعیین شده است قرار می‌دهند آنگاه بین آنها را به وسیله آجر فشاری و گچ و خاک پر می‌کنند.^[۱]

نکاتی در باره اجرای طاق ضربی

- آجر استفاده شده در طاق نباید کاملاً زنجاب شده باشد باید در هنگام استفاده در آب زده شود و به بلافاصله در محل مناسب نصب شود

- از آجر جوش یا خام در طاق نباید استفاده کرد طاق فرو می‌ریزد

- پس از اتمام کار دوغابی از گچ روی طاق ریخته تا کلیه منافذ آن بسته شود و به صورت جسمی توپر و یک پارچه در آید و انسجام آن افزایش یابد

- در فصل بارندگی باید از اجرای این طاق خوداری کرد زیرا اگر قبل اجرای پوشش‌های عایقی روی سقف باران بیاید گچ موجود در طاق فاسد شده و طاق فرو می‌ریزد

- خیز طاق ضربی باید در حدود ۲ سانتی‌متر باشد اگر بیشتر از این مقدار باشد برای آن که زیر سقف باید صاف و مسطح باشد باید ملات زادی استفاده کرد و در نتیجه طاق سنگین شده فرو می‌ریزد و اگر کمتر از این مقدار باشد مولفه‌های عمودی را خنثی نمی‌کند طاق فرو می‌ریزد

- برای آنکه تیر آهن‌ها از داخل معلوم نباشد روی آن را با کرباس و چسب می‌پوشانند.

-مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ ایران تیر آهن‌ها بوسیله میلگرد یا تسمه فولادی بصورت ضربدری به یکدیگر بسته می‌شوند، بصورتی که اولا طول مستطیل ضربدری شده بیش از ۱.۵ برابر عرض آن نباشد و ثانیا مساحت تحت پوشش هر ضربدری از ۲۵ متر مربع تجاوز ننماید.^[۱]

میله مهار

در اجرای طاق ضربی معمولا توصیه می‌شود چن دهانه را با هم شروع کنند زیرا طاق‌ها به تیر آهن‌های کناری ضربه وارد کرده آن‌ها را به خارج متمایل می‌کنند در نتیجه فاصله تیرها زیاد شده آجرها فرو می‌ریزند حال اگر چند دهانه با هم اجرا شود این نیروها هم دیگر را خنثی کرده و تیر آهن‌ها جا به جا نمی‌شود اما در در آخرین دهانه طاق این نیروها خنثی نمی‌شود بنابر این با استفاده از میلگرد این آخرین تیر آهن را به تیر قبلی خود جوش می‌دهند نمره این میلگرد توسط محاسب تعیین می‌شود ولی برای دهانه‌های ۱ متری میلگرد ۱۰ تا ۱۲ مناسب است بهتر است میلگرد روی لبه پایینی تیر جوش بخورد تا طول جوش کافی داشته باشد.^[۱]

بالشک بتنی زیر سر پل‌ها

در ساختمان‌های آجری سقف آن‌ها به وسیله تیر آهنی و طاق ضربی اجرا شده باشد گاهی اتفاق می‌افتد که وزن چند تیر روی یک شاه تیر اصلی قرار گرفته است برای آن که این شاه تیر فشار کمتری را بر دیوار وارد کند از بالشک بتنی استفاده می‌کنند

زیر سر این تیر آهن قطعه بتنی به پهنای دیوار و ضخامت ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر و طول ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متر می‌سازند و شاه تیرها را روی آن قرار می‌دهند اگر در قسمت پایین این بالشک چند عدد میلگرد ۸ یا ۱۰ به صورت شبکه قرار دهند بهتر است زیرا در این صورت تارهای پایینی بالشک که در معرض نیروی کششی قرار دارند بار وارده را بهتر تحمل می‌کند باید توجه نمود که گذاشتن تیر آهن روی بالشک بدون جوش در صورتی مجاز است که تکیه گاه ساده فرض شده باشد.^[۱]

نتیجه‌گیری:

این سقف بار وارده به خودش را به صورت یک طرفه منتقل می‌کند. در این نوع سقف ایده قوسی چیدن آجرها خوب است ولی این سقف بسیار سنگین است چون قوس‌ها را باید با پوکه پر کرد.

همچنین عدم وجود یک دیافراگم صلب در این نوع سقف عملکرد آن را در برابر نیروهای زلزله پایین آورده است سرعت اجرای عملیات در این نوع سقف بسیار پایین است و هزینه‌های بالایی دارد و تخریب در سقف طاق ضربی به صورت آوار است و برای ساکنین خطر زیادی دارد.

این نوع سقف در برابر بارهای قائم عملکرد خوبی از خود نشان می‌دهد اما در مقابل بارهای جانبی عملکرد ضعیفی دارد و برای مقابله با این موضوع باید یک دیافراگم صلب به وجود آوریم. (اتصال صلب ربطی به دیافراگم صلب ندارد)

بنابراین برای جبران ضعف در صلبیت و عملکرد مناسب در زلزله از میلگردهایی که به صورت بادبندی به تیرها جوش می‌شوند باید استفاده کرد.^[۳]