

به نام خدا

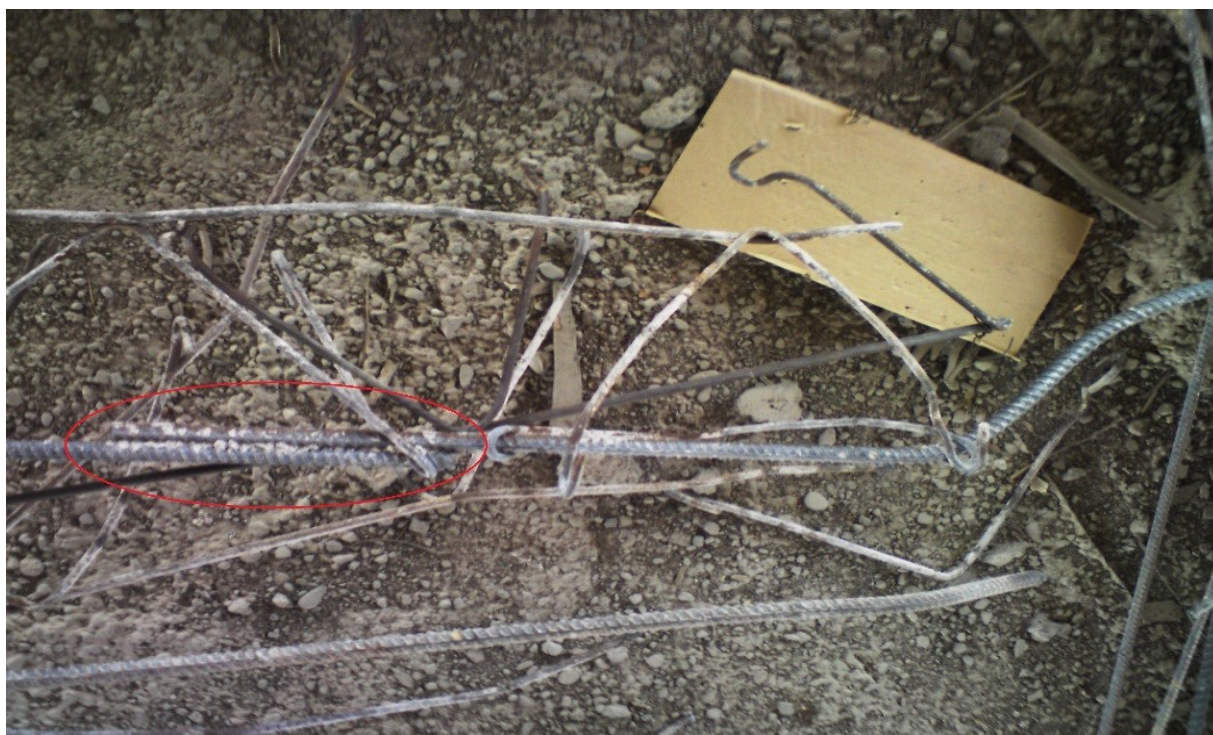
قبل از معرفی سقف وافل و روش اجرای آن، دلایلی که باعث شده تمایل مهندسين به اجرای این نوع سقف افزایش پیدا کند را به صورت مختصر مورد بررسی قرار می دهیم.

امروزه بر خلاف گذشته نه چندان دور، تنوع سیستم های سازه ایی و سقف ها زیاد شده است و جهت انتخاب بهترین گزینه ی سقف ، باید پارامترهای مختلفی از جمله کیفیت، سرعت، نوع اسکلت، قیمت و غیره را مورد بررسی قرار داد و بهترین گزینه را برای اجرای سقف سازه انتخاب کرد.

سیستم سقف در حدود ۷۵ درصد از ساخت و سازهای کشور، از نوع تیرچه بلوک یا تیرچه فوم می باشد. این روش در بدلیل معایب فراوانی که دارد در بیشتر کشورهای جهان منسوخ شده است ولی متأسفانه همچنان در ایران رواج دارد.

سقف های تیرچه بلوک معایب فنی و اجرایی زیادی دارند که به مهمترین آنها اشاره میشود

۱. به دلیل آنکه معمولاً تیرچه در کارگاه هایی جداگانه تولید می شود، نظارت کامل و دایم بر ساخت آن ممکن نیست احتمال استفاده از میلگردهای دوتکه و جوشی وجود دارد .



۲. حمل و نقل تیرچه و بلوک مشکل و پرهزینه بوده و در اثر بی احتیاطی ممکن است بتن پاشنه تیرچه ترک خورده و در موقع نصب نیز ترکها مشاهده نشود و در درازمدت موجب خسارات جبران ناپذیر گردیده و نهایتاً باعث خوردگی میلگردها گردد .



۳. به دلیل عدم استقامت بلوک های پلی استایرن و لیکا در حین اجرای سقف، خطرات فراوانی را برای نیروهای اجرایی به وجود می آورد.

۴. استفاده از بلوک های پلی استایرن و برش کاری آن باعث پخش شدن تکه های آن بر روی سقف میگردد که تمیز کردن محل تیرها و تیرچه ها در این گونه موارد دشوار و هزینه بر است .

۵. دفن هر نوع بلوک سقفی در بتن هدر دادن سرمایه ملی و آسیب رساندن به محیط زیست است .

۶. در هنگام جا زدن تیرچه، آرایش و فاصله خاموت ها از بین می رود و جهت مرتب کردن خاموتها نیاز به صرف هزینه و زمان می باشد.

۷. به دلیل ماهیت بلوک های پلی استایرن و فرو رفتن اسپیسر در آن، معمولاً میلگرد حرارتی به بلوک می چسبد، که این مورد با حذف میلگرد حرارتی تفاوتی ندارد .



۸. به دلیل ماندگار بودن بلوک و عدم نمایان شدن بتن تیرچه بعد از بتن ریزی، در خیلی از موارد وایبره زدن بتن تیرچه به درستی صورت نمی گیرد و در نتیجه بتن تیرچه ممکن است کرمو می شود ولی از

آنجایی که این عیب مشهود نمی باشد متاسفانه نادیده گرفته شده و در هنگام زلزله اثر خود را آشکار میکند.



۹. هنگام قراردادن تیرچه بر روی سقف در اغلب موارد بتن سر تیرچه تخریب می گردد، به شکلی که میلگرد تیرچه نمایان است و معمولا در زمان بتن ریزی این محل نیز خالی می ماند، یعنی تیرچه در محل تکیه گاه به تیر اصلی هیچ پوششی ندارد و به مرور دچار پوسیدگی میگردد .



۱۰. اتصال بتن پاشنه تیرچه با بتن جان به دلیل اتصال سرد به درستی انجام نمی گیرد .



۱۱. به دلیل حرکت بلوک های پلی استایرن حین بتن ریزی معمولا عرض تای بیم(شناژ مخفی) کمتر از عرض طراحی می شود.



۱۲. جابجایی، حمل و انتقال تیرچه و بلوک به محل مصرف و انتقال آنها به طبقات بسیار پرهزینه و خطرناک می‌باشد و ممکن است باعث بوجود آمدن حوادث ناگواری شود.



۱۳. مقطع تیرچه ها خصوصاً در بلوکهای یونولیتی بسیار باریک شده و مقاومت برشی تیرچه بسیار کاهش می یابد و در موقع زلزله مقاومت لازم را نخواهد داشت .



۱۴. آتش سوزی بلوک های پلی استایرن حتی از نوع کند سوز آن بسیار غیر قابل کنترل است، علاوه بر آنکه سرعت انتشار آتش بالا است انتشار گاز های سمی و دود زا نیز بسیار خطر ناک است، بلوک های پلی استایرن در واقع آتش پنهانی است که هر لحظه باید نگران افروخته شدن آن بود.



ISNA/PHOTO:AMIN KHOSROSHAHI



ISNA/PHOTO:AMIN KHOSROSHAHI



ISNA/PHOTO:AMIN KHOSROSHAHI

معرفی سقف وافل

سقف وافل یکی از انواع سقف های بتنی است که علاوه بر ظاهری شکیل، مزایای اقتصادی و فنی بسیاری را نیز داراست. برای اجرای این نوع سقف از قالب وافل استفاده می شود که وزن مرده سازه را به مراتب کاهش می دهد و نمای زیبایی در سطح زیرین سقف ایجاد می کند .

انواع سقف وافل

سقف وافل دارای انواع مختلفی می باشد. سقف وافل یک طرفه و دو طرفه در بین این دسته بندی ها قرار می گیرند. هر کدام از این سقف ها دارای کاربردها و ویژگی های مختلفی می باشند که با توجه به ویژگی خود در زمینه های مختلف مورد بهره وری قرار می گیرند. برای آشنا شدن با کارکرد و مزیت های هر کدام از انواع سقف وافل، در ابتدا نیاز است تفاوت سقف وافل یک طرفه و دو طرفه را بدانیم

وافل یک طرفه

وافل یک طرفه یک دال است که توسط تیرکهایی در یک جهت پشتیبانی می شوند تا بتواند بار را در یک جهت حمل کند. سقف وافل یکطرفه عملکردی مشابه با تیرچه یونولیت و یا تیرچه بلوک دارد با این تفاوت که بلوک حذف شده و بتن پاشنه تیرچه هم زمان با بتن سقف ریخته میشود.



وافل یکطرفه

حداکثر دهانه سقف وافل یکطرفه

قالب سقف وافل یکطرفه، به صورت مدولار و در قطعاتی به طولهای ۵۰، ۱۰، ۱۵ و درپوش هستند که برای هر طولی که مورد نیاز است این قطعات بوسیله پیچ و مهره به یکدیگر متصل شده و در نهایت به طولی که مورد نظر است میتوان رسید.

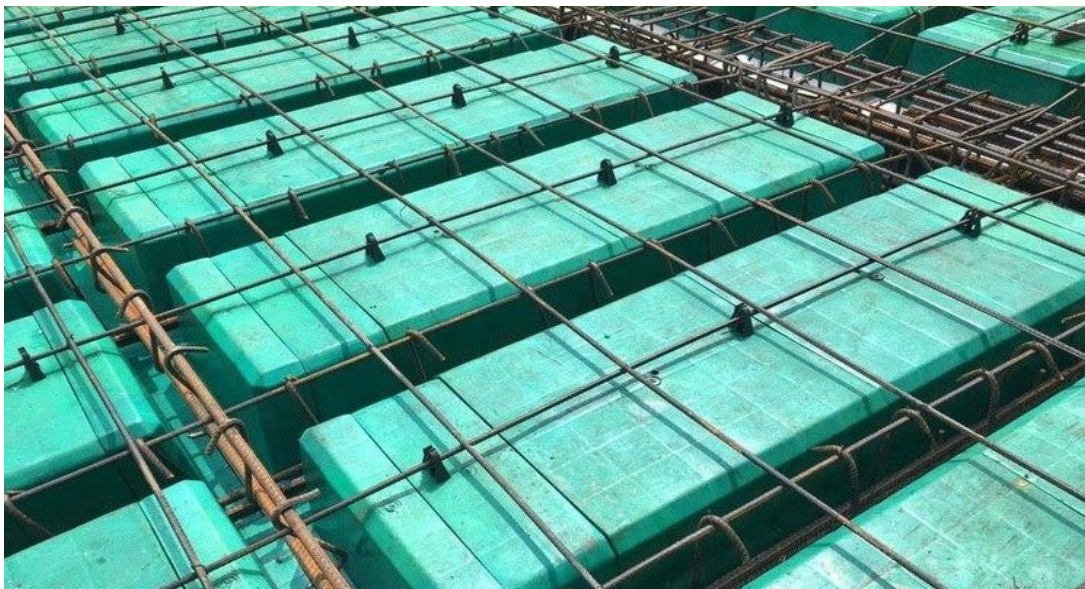
در سقف وافل یک طرفه قالب ها در آکس های ۶۰ و ۷۰ و ۷۵ و ارتفاع ۲۵ و ۳۰ وجود دارند
سقف وافل یکطرفه به دلیل عملکرد ، در دهانه های کوتاه و معمول استفاده میشود و حداکثر دهانه سقف وافل یک طرفه ۸ متر توصیه می گردد.



نحوه مونتاژ قالب های وافل

شکل و نمونه قالب:

قالب سقف از جنس پلاستیک کامپوزیت تهیه شده که بسیار سبک است و سطح صیقلی آن باعث میگردد نمای بتن به صورت اکسپوز (نمایان) مورد استفاده قرار گیرد .



سقف وافل دو طرفه

وافل دوطرفه نوعی دال دو طرفه است که به دو صورت عملکرد خود را نشان می دهند. یکی از این عملکردها بدین صورت است که سقف توسط تیرها پشتیبانی می شوند و تیرها بار را به ستونها منتقل می کنند و نوع دیگر وافل دوطرفه فاقد تیر بوده و بارها مستقیماً به ستون ها منتقل میشوند.



وافل دوطرفه بدون تیر

البته با توجه به دهانه ها میتوان ترکیبی از وافل یکطرفه و دوطرفه را بطور همزمان اجرا کرد



ترکیب وافل یکطرفه و دو طرفه

حداکثر دهانه سقف وافل دو طرفه

سقف وافل دوطرفه به سقف های قابلمه ای نیز معروف است و به صورت دال دوطرفه عمل میکند . آکس به آکس قالب های سقف وافل دو طرفه متفاوت بوده ولی آکسهای ۷۵، ۶۰ و ۸۰ متداول تر میباشد . نمایی که سقف از پایین ارائه میکند مربعی و زیباست و امکان انجام تزییناتی مانند نورپردازی را فراهم میکند .

سقف وافل دو طرفه، نسبت به خم شدن مقاومت و استحکام بیشتری از خود نشان میدهد؛ به همین دلیل میتوان از این سقف در دهانه های بلند استفاده کرد . حداکثر دهانه سقف وافل دو طرفه از لحاظ فنی تا ۱۲ متر قابل تعریف است و در شرایط خاص با نظر مهندس محاسب تا ۱۵ متر نیز قابل اجراست . لازم به ذکر است که با ترکیب سقف وافل دوطرفه و سیستم پس کشیده میتوان دهانه های بلندتر تا ۲۴ متر هم اجرا نمود .



ترکیب وافل دوطرفه و سیستم پس کشیده

مقایسه سقف های وافل با سایر سیستم ها

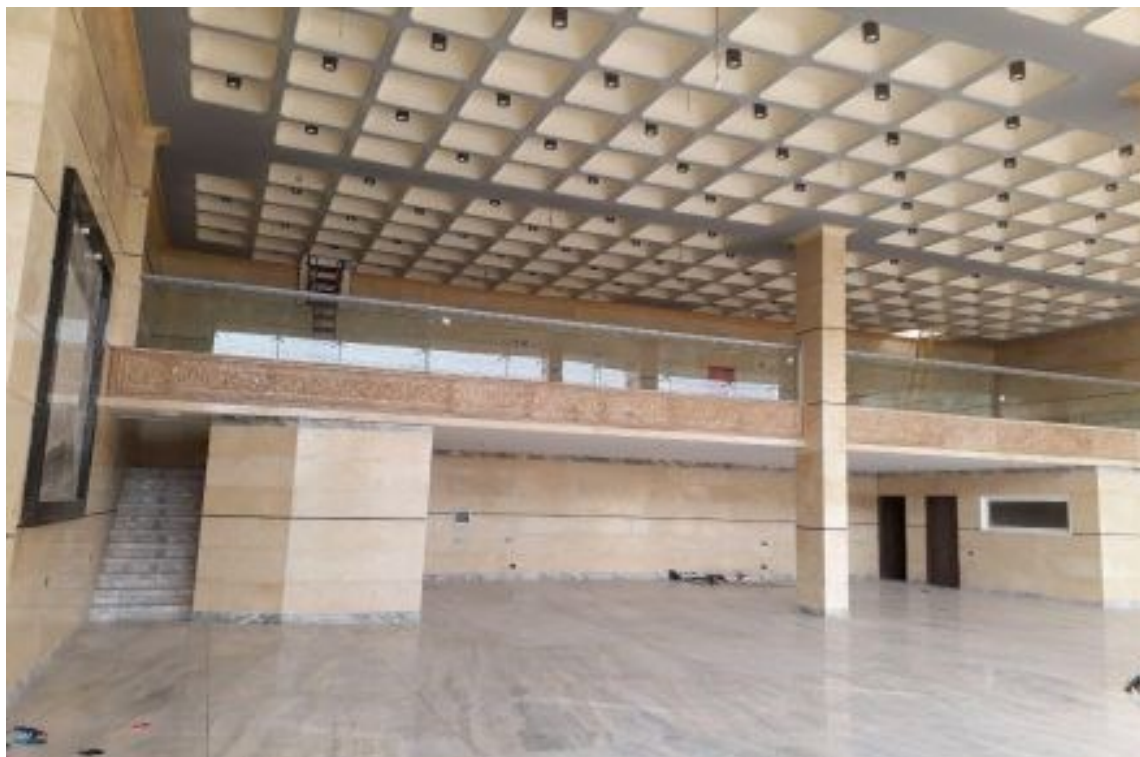
مقایسه مشخصات فنی سقف ها	وافل	یویوت	کامپوزیت و عرشه فولاد	پیش تنیده	تیرچه بلوک	دال با تیر	کوبیکس
امکان پوشش دهانه بلند	●	●	●	●	●	●	حد اکثر 10 متر
مقاومت در برابر انتقال صوت	متوسط	زیاد	کم	متوسط	متوسط	متوسط	زیاد
عدم نیاز به اجرای سقف کاذب	●	●	●	●	●	●	●
سرعت و سهولت اجرا	زیاد	متوسط	زیاد	کم	متوسط	کم	کم
مقاومت در برابر آتش	●	●	●	●	●	●	●
صلبیت سقف	زیاد	زیاد	کم	زیاد	کم	زیاد	متوسط
عدم ارتعاش سقف	●	●	●	●	●	●	●
هزینه اجرا	متوسط	متوسط	متوسط	زیاد	متوسط	زیاد	زیاد

کاربرد سقف وافل در سازه ها

سقف وافل در انواع سازه ها با کاربری های مختلف از جمله پارکینگ های طبقاتی، ایستگاه های راه آهن، فرودگاه، مجتمع های تجاری - اداری، مجتمع های مسکونی، امکان مذهبی و ... استفاده می شود. در صورت اجرای اصولی سقف وافل، می توان از نمای اکسپوز سقف وافل در معماری نهایی سازه استفاده نمود که باعث زیبا شدن هرچه بیشتر آن و همچنین صرفه جویی اقتصادی در ساخت یک سازه میگردد.

نمای زیر سقف وافل

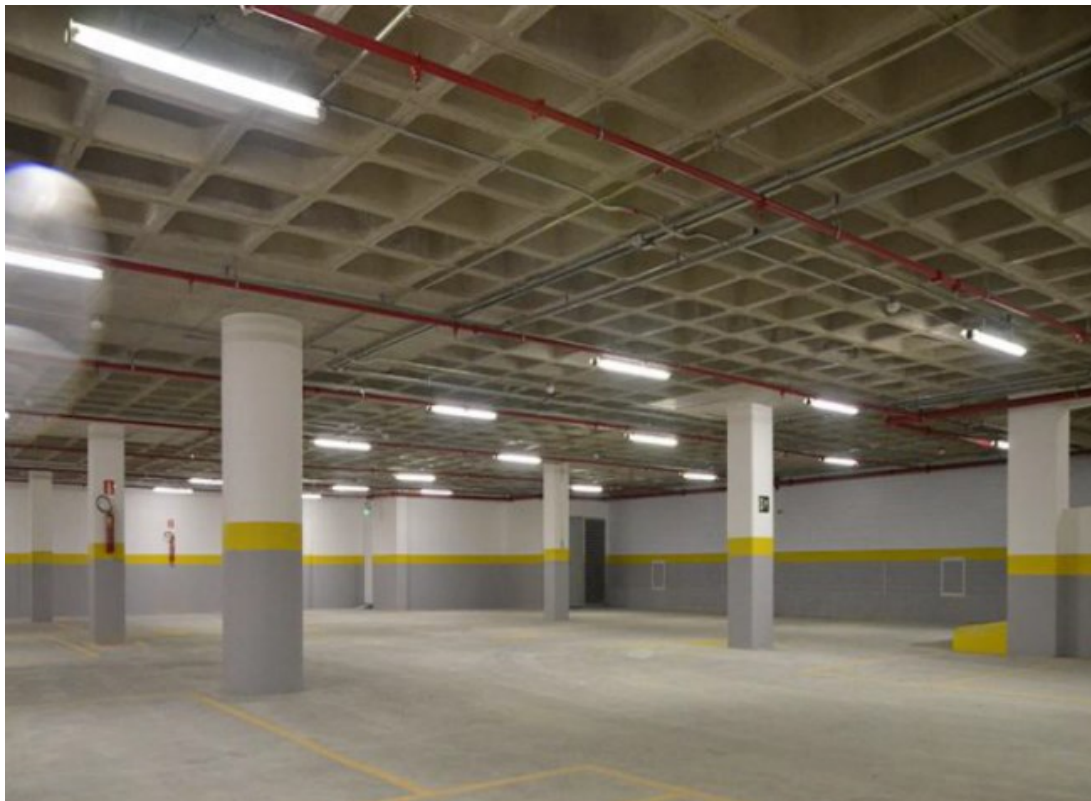
نمای زیر سقف وافل در صورت اجرای اصولی و مناسب توسط پیمانکار کاملاً اکسپوز بوده و می توان از این نما در سقف بدون نیاز به نازک کاری استفاده کرد.



نمای زیر سقف وافل



نمای زیر سقف وافل



سقف وافل دوطرفه در پارکینگ های طبقاتی



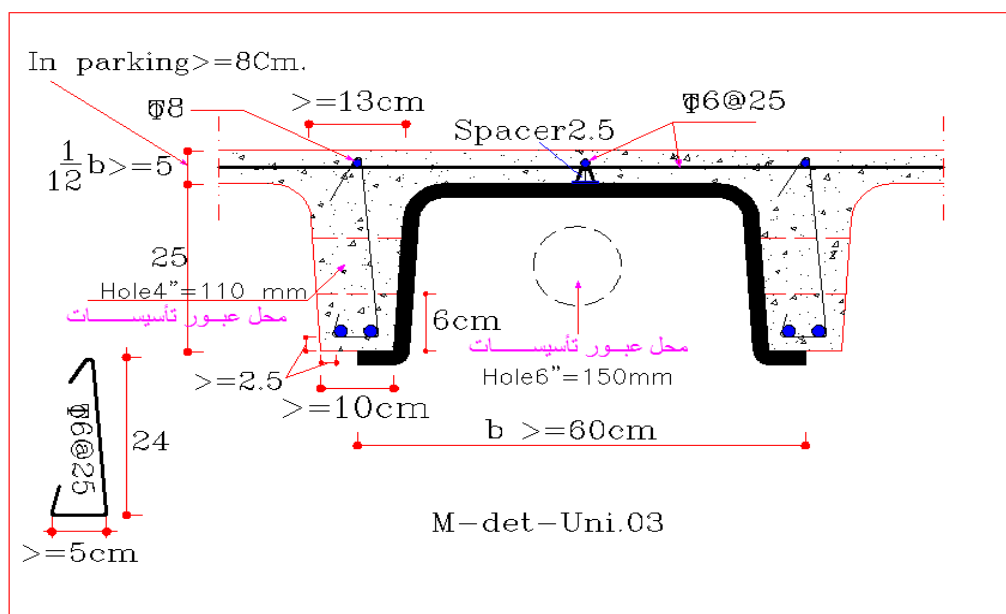
سقف وافل یک طرفه در پارکینگ های طبقاتی

مزایای سقف وافل نسبت به تیرچه و بلوک

قالب وافل به عنوان یک قالب غیر ماندگار سقف محسوب می شود. یعنی پس از بتن ریزی سقف، از بتن جدا شده و امکان استفاده مجدد از قالب وافل در سقف های بعدی یا پروژه های بعدی وجود دارد و پس از اتمام عمر مفید آن قابل بازیافت است. با این خصوصیت، تمامی بلوک های سقفی را می توان از ساختمان حذف کرد و این موضوع باعث حفظ منابع ملی خواهد شد. با استفاده از قالب وافل تمامی تیرچه های پیش ساخته به همراه مشکلات حمل و نقل و نصب آنها در سقف حذف خواهد شد و به دلیل اجرای تیرچه درجا از نظر فنی بسیار بهتر می باشد و به استحکام و ایمنی بیشتر ساختمان در زمان وقوع زلزله کمک خواهد کرد. همچنین به دلیل استحکام قالبها، هنگام اجرای سقف، نیروهای اجرایی به راحتی می توانند بر روی آنها تردد داشته باشند بدون آنکه نگران شکستن قالب باشند و این به امنیت جان کارگران کمک زیادی خواهد کرد.

از خصوصیات دیگر این نوع سقف اجرای آسان آن توسط نیروهای اجرایی می باشد و جهت زیر سازی ساده سقف می توان از وسایل معمول اجرای سقف مثل چهار تراش، قوطی فلزی، لوله داربست و جک های معمول سقف استفاده کرد. اجرای این سقف بسیار مشابه سقف تیرچه بلوک بوده و نیاز به نیروهای تخصصی با آموزش های ویژه ندارد.

جزئیات سقف وافل



جزئیات عمومی سقف

اجرای سقف وافل

روشهای زیرسازی سقف:

زیر سازی این نوع سقف تقریبا شبیه سقف های تیرچه بلوک بوده و می توان با لوازم معمول موجود در کارگاههای ساختمانی از قبیل: چوب و چهار تراش، قوطی فلزی، لوله داربست و لوازم مشابه دیگر استفاده کرد.



چیدمان قالب:

سقف وافل در انواع اسکلت های بتنی و فلزی قابل استفاده است، همچنین می توان با تغییر نحوه مونتاژ قالب، سقف را به صورت وافل یک یا دوطرفه اجرا کرد. نکته ایی که لازم است عنوان شود این است که قالب ها با توجه به دهانه های مختلف یک بار به وسیله پیچ و مهره مونتاژ می گردند و در زمان جدا سازی قالب یا حمل آن دیگر نیاز به باز کردن پیچ و مهره ها نمی باشد و در ادامه کار قالب به صورت یک پارچه در طول های مختلف قابل حمل است.

در این روش، جان تیرچه ها و تای بیم (شناژ مخفی) ها به صورت دقیق اجرا می گردد و دیگر نگرانی از کنترل میلگرد تیرچه در این سقف وجود ندارد. همچنین به دلیل استحکام قالب، عبور و مرور بر روی آن به آسانی انجام میگیرد. این قالب جهت جداسازی نیاز به چرب کردن ندارد و به دلیل جنس آن رطوبت بتن را حفظ میکند و تا زمان باز کردن قالب به عمل آوری بتن کمک میکند.



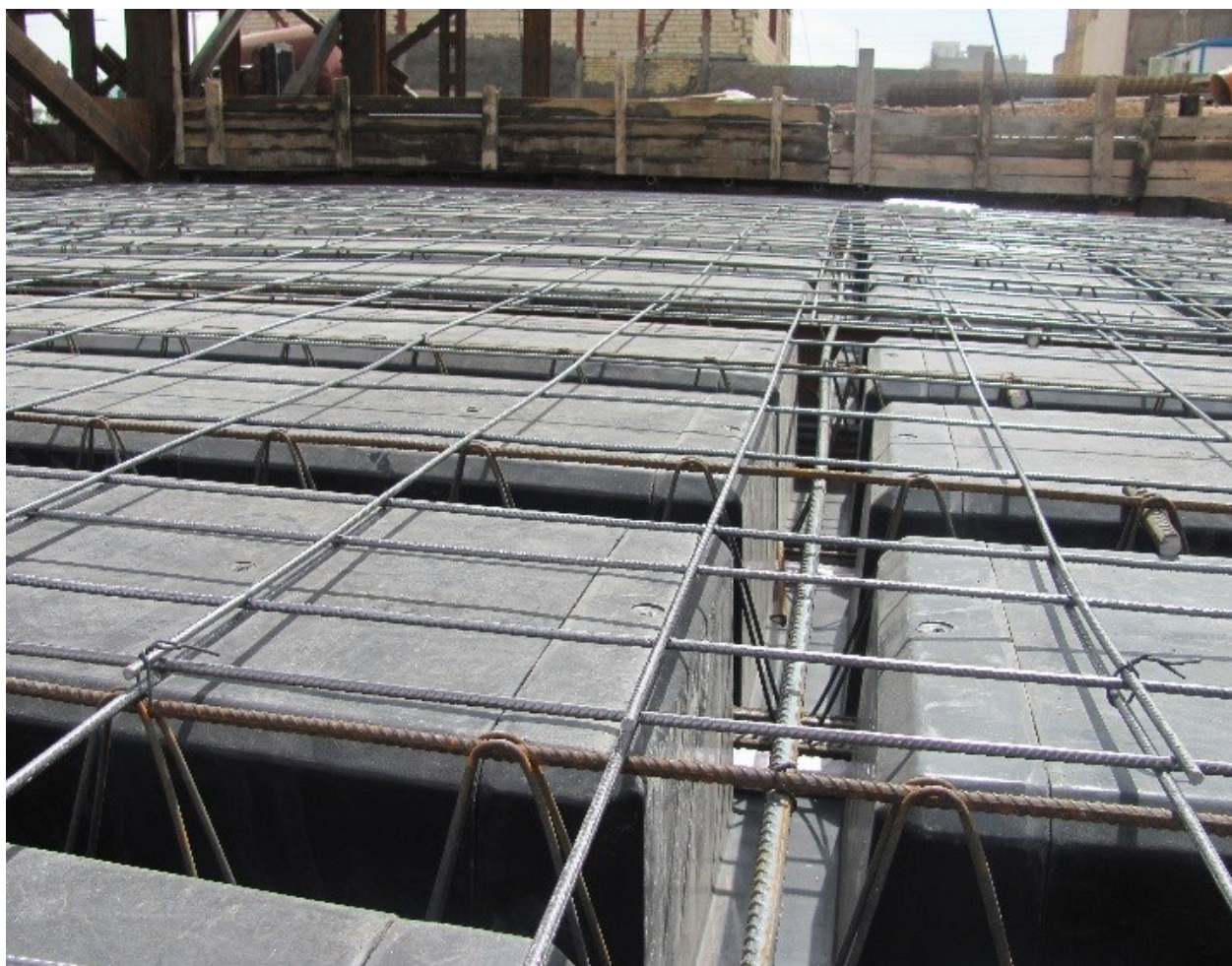
چیدمان قالب

اجرای درجای تیرچه:

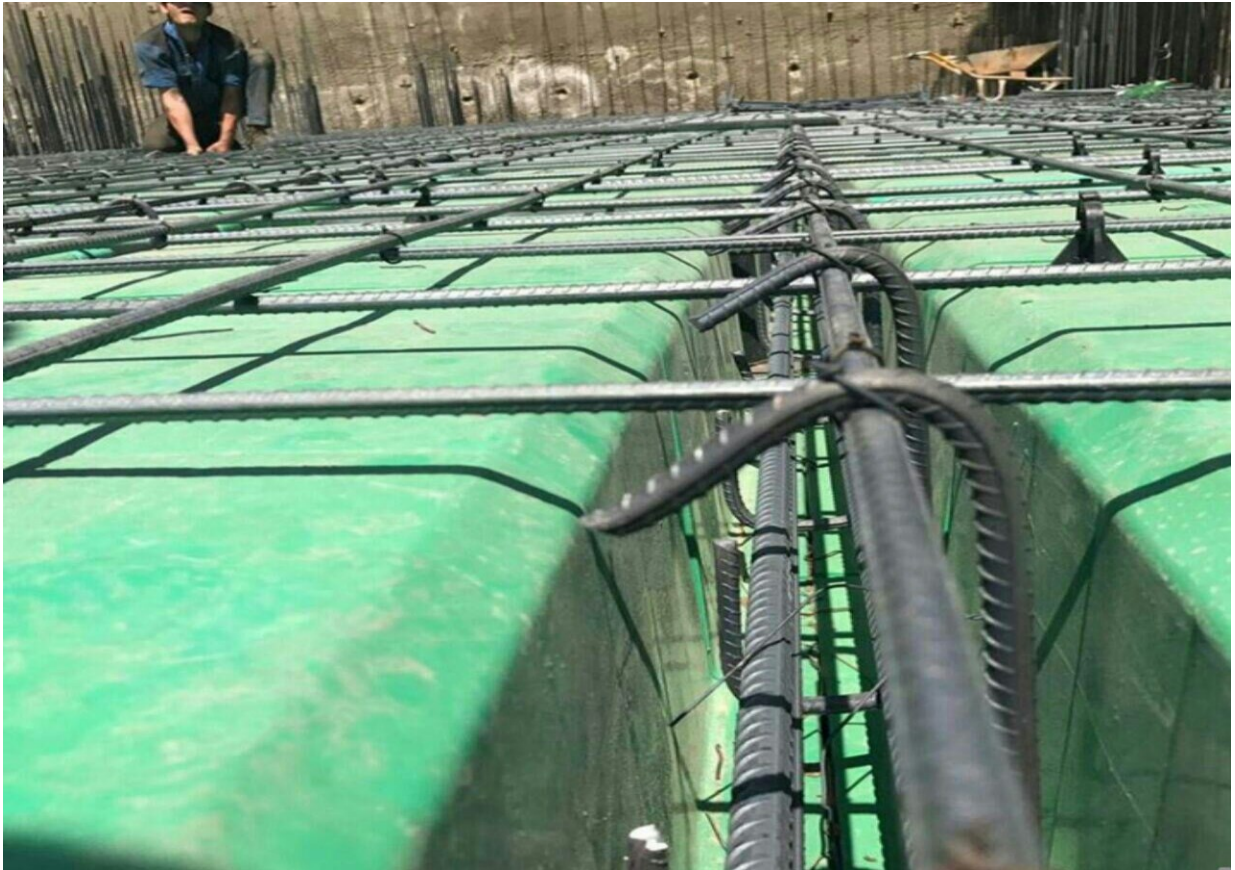
به دلیل طراحی خاص قالب، تیرچه به صورت درجا اجرا می گردد. با این روش تمامی مشکلات ساخت تیرچه و حمل آن نیز حذف می شود و با توجه به عدم محدودیت در استفاده از سائز میلگرد در تیرچه ، با این روش می توان تیرچه های دابل را حذف کرد که این امر سبب می شود به دلیل کاهش وزن بتن، وزن سقف تا ۷۰ کیلوگرم بر متر مربع کاهش یابد.

در صورت نیاز به افزایش جان تیرچه به هر مقدار به راحتی میتوان این افزایش را در سقف وافل اعمال نمود.

از محاسن دیگر اجرای تیرچه در جا، عدم نیاز به جابجایی خاموت در تیرهای اصلی هنگام جاگذاری آرماتور تیرچه است. در اجرای تیرچه درجا پیوستگی بتن و صلبیت سقف به خوبی رعایت می گردد که این امر موجب کاهش لرزش سقف در زمان بهره برداری می گردد. همچنین نظارت و کنترل دقیق بر سائز آرماتور و آرایش آن تا زمان قبل از بتن ریزی انجام میگیرد.



اجرای تیرچه درجا با استفاده از خرپای آماده



اجرای تیرچه درجا با حذف خرپا



عدم نیاز به جابجایی خاموت ها هنگام اجرای تیرچه درجا

امکان عبور تاسیسات از داخل سقف:

با توجه به شکل سقف (دال موجوف) می توان از فضای موجود در زیر سقف با رعایت مباحث آیین نامه ایی محلهایی برای عبور تاسیسات در نظر گرفت. عبور تاسیسات از داخل یا زیر سقف باعث سبک شدن وزن کف سازی و در نتیجه کاهش بار مرده خواهد شد، همچنین می توان به افزایش ارتفاع مفید سقف و نیز تعمیرات راحت تاسیسات در زمان بهره برداری اشاره کرد.



مزایای سقف وافل

برای اجرای یک سازه در ابتدا می‌بایست امکان سنجی فنی و اقتصادی درخصوص انتخاب یک سیستم بهینه انجام شود. بدین منظور لازم است با در نظرگیری پارامترهای مختلف یک مقایسه دقیق از سیستم‌های موردنظر برای اجرای سازه انجام گردد. در اینجا مزایای سقف وافل در ۵ گروه شامل مزایای معماری، مزایای اجرایی، مزایای فنی، مزایای اقتصادی و مزایای محیط زیستی ارائه شده است.

مزایای معماری

- تامین پارکینگ بیشتر، فضای تجاری بیشتر، ایجاد فضاهای خلاقانه
- امکان ایجاد شکل‌ها و بازشوهای بزرگ و نامنظم در سقف
- امکان اجرای دهانه‌های بزرگ‌تر و کاهش تعداد ستونها
- استفاده بهینه از فضا و افزایش متراژ بنا
- افزایش ارتفاع مفید طبقات
- امکان ستون گذاری نامنظم

مزایای فنی

- بهبود عملکرد لرزه‌ای
- عدم محدودیت استفاده در مناطق با آب و هوای مختلف
- ایمنی بالا در برابر آتش سوزی
- امکان حذف تیرها و ایجاد دال تخت
- عدم نیاز به جابجایی خاموت و شکستن بتن سر تیرچه و سهولت در میلگرد گذاری سقف
- نظارت دقیق بر مصرف و آرایش میلگرد تیرچه‌ها تا لحظه قبل از بتن ریزی
- امکان نصب ورق برای ساپورت‌های تاسیساتی در کف تیرچه، قبل از بتن ریزی
- به دلیل جنس قالب وافل، هیچگونه جذب آب بتن انجام نمی‌گیرد و ویراسیون در آن به صورت کامل انجام می‌گیرد
- قابل استفاده در انواع اسکلت بتنی و فلزی
- مطابق با آیین نامه‌های معتبر ایران و جهان و مورد تایید مرکز تحقیقات ساختمان و نظام

مهندسی

مزایای اجرایی

- افزایش سرعت و کیفیت اجرا
- امکان اجرا توسط نیروهای بومی هر منطقه
- عدم نیاز به ماشین آلات و تجهیزات خاص اجرایی
- اجرای آسان بازشو و داکت برای عبور تأسیسات در سقف
- آسان‌ترین و سبک‌ترین مصالح سقف از نظر حمل و نقل
- کاهش آلودگی صوتی حین تولید، انتقال و نصب و اجرا
- امکان تردد ایمن و آسان کارگران در حین اجرا
- عبور راحت‌تر تأسیسات از زیر سقف

مزایای زیست محیطی قالب وافل

- کاهش مصرف مصالح از قبیل سیمان، شن و ماسه، میلگرد و حذف انواع بلوک سقفی
- کاهش مصرف انرژی در تولید و حمل و نقل
- کاهش انتشار گازهای آلوده حاصل از تولید و حمل و نقل، به خصوص گاز CO₂
- به دلیل غیر ماندگار بودن قالب و امکان بازیافت آن، حافظ محیط زیست و سرمایه ملی خواهد بود.

مزایای اقتصادی

- کاهش میلگرد مصرفی در کل سازه بدلیل سبک بودن سقف وافل نسبت به سایر سقفها
- کاهش زمان اجرا و کاهش زمان خواب سرمایه
- کاهش هزینه های اجرا به خصوص برای انبوهسازی و بلندمرتبه سازی
- افزایش طول عمر مفید سازه
- حذف تیرچه دابل به دلیل اجرای تیرچه درجا و عدم محدودیت در استفاده از سایز میلگرد در تیرچه
- اجرای اقتصادی دهانه های بزرگ
- استفاده از سقف سازه ای به عنوان سقف نمایان (اکسپوز) و حذف نازک کاری در مشاعات و پارکینگ