



معرفی انواع سقف

(مخصوص سازه بتنی)

سقف وافل



احسان بهلولی

پاییز ۱۳۹۷



معرفی سقف وافل

سقفوف مشبک، کاسه ای و یا همان سقف های وافل نوع دیگری از سقف ها هستند که برای پوشاندن قسمت زیادی از سقف که بار کمتری به آن اعمال می گردد اجرا می شود. این سقف که مانند دال دو طرفه عمل می کند، دارای هزینه اجرای نسبتا کمتری نسبت به انواع روش های مرسوم سقف های دال مجوف از جمله کبیاکس، یوبوت و نیز هزینه بسیار پایین تر نسبت سازه های عرشه فولادی می باشد. در این نوع سقف نیازی به میلگردهای تقویتی و اتصال آنها به تیرها نمی باشد بنابراین میتواند از زمان اجرای کمتری نیز برخوردار باشد.

سیستم قالب بندی این نوع دال کاسه ای است و این سقف دارای وزن کمتری نسبت به بقیه دال ها می باشد. این نوع دال برای پوشاندن دهانه های وسیع مناسب است و چون دو طرفه میباشد در هر چهارطرف خود دارای تکیه گاه می باشد.

در آیین نامه بتن ایران فصل دالها در مورد این نوع دال بتنی توضیحاتی در مورد خصوصیات و نحوه اجرا ارایه شده است. در این نوع اجرا برای کاهش بار مرده سقف در آن حفره هایی ایجاد میگردد اما در انتهای ستون ها و در بعضی موارد در انتها و در امتداد تیرها نیز تو پر می گردد.

از آنجا که این سقف دال دو طرفه می باشد در دو سو باربری انجام می گردد. برای اجرا زیر سقف در قسمت حفره های مربعی قالب هایی قرار می دهند و پس از بتن ریزی روی سقف و بعد از ۲۸ روز که بتن به مقاومت نهایی خود رسید قالب ها باز می گردند.

همچنین از دیگر مزایای این روش میتوان به بتن ریزی یکپارچه بدون استفاده از هرگونه روان کننده در مقایسه با دیگر روش های دال مجوف همچون یوبوت و کوبیاکس اشاره نمود.

این قالب به عنوان یک قالب غیرماندگار سقف محسوب می شود. یعنی پس از بتن ریزی سقف، از بتن جدا شده و امکان استفاده مجدد از قالب در سقف های بعدی یا پروژه های بعدی را دارا می باشد 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 علاوه بر حفظ منابع ملی به استحکام، سبک سازی و ایمنی بیشتر ساختمان در زمان وقوع زلزله کمک خواهد کرد. با توجه به شکل قالب تمامی تیرچه های پیش ساخته به همراه مشکلات نصب آنها در سقف حذف خواهد شد و به دلیل اجرای تیرچه درجا از نظر فنی بسیار بهتر و راحت تر اجرا می شود.

همچنین به دلیل استحکام قالب هنگام اجرای سقف، نیروهای اجرایی به راحتی می توانند بر روی قالب تردد داشته باشند بدون آنکه نگران شکستن قالب یا در رفتن آن از محل 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. با توجه به عمده ی ساخت و ساز کشور جهت زیر سازی 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.

لازم بذکر است که هزینه تمام شده اجرا با سیستم سقف وافل در حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد از سیستمهای کوبیپاکس و یوبوت ارزانتر تمام میشود . علاوه بر این ، نمای بسیار زیبایی از زیر سقف برای بهره بردار ایجاد نموده که عموماً نیازی به اجرای سقفهای کاذب نبوده و در کاربری هایی چون پارکینگهای طبقاتی ، مراکز اداری و تجاری و تفریحی میتواند از لحاظ ظاهری ، تغییر بسزایی در نوع فضای داخلی ساختمان ایجاد نموده و به جذابیت فضای معماری بیفزاید.





شکل و نمونه قالب سقف وافل

قالب سقف وافل 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. قالب سقف وافل دارای هندسه ای مکعبی شکل و توخالی می باشد که با توجه به نیاز پروژه و الزامات طرح، ابعاد مختلفی دارند.

ضخامت سقف وافل بسته به نوع سازه از ۳۰ سانت تا ۵۰ سانت متغیر است. در روند اجرای دال های مجوف با استفاده از وافل، ابتدا قالبها در کنار یکدیگر چیده شده و مابین آنها آرماتور بندی شده و سپس سقف بتن ریزی می شود. در نهایت مقطع دال به صورت T شکل در آمده و عملکرد بهتری نسبت به مقطع مستطیل سقف های دال تخت خواهد داشت. آن چه مزایای این دال شمرده می شود، عدم حضور تیر در دال حاصله می باشد که البته با توجه به نیاز طراحی، ممکن است تمهیدات خاصی جهت تأمین تیرهای پنهان انجام شود.





روش اجرای سقف وافل

زیرسازی سقف

ابزار مورد نیاز برای اجرای سقف وافل مشابه ابزار اجرای سقف تیرچه می باشد. جهت پایه های زیرین هم می توان هم از جک و هم از اسکافلد استفاده نمود. در اجرای سقف های وافل عموماً نیازی به فرش کردن سقف توسط پلی وود و یا قالب فلزی نمی باشد و می توان قالب های وافل را مستقیم بروی قوطی، لوله و یا چهارتراش هایی که در فواصل مناسب کار گذاشته شده اند قرار داد.



چیدن قالب های وافل

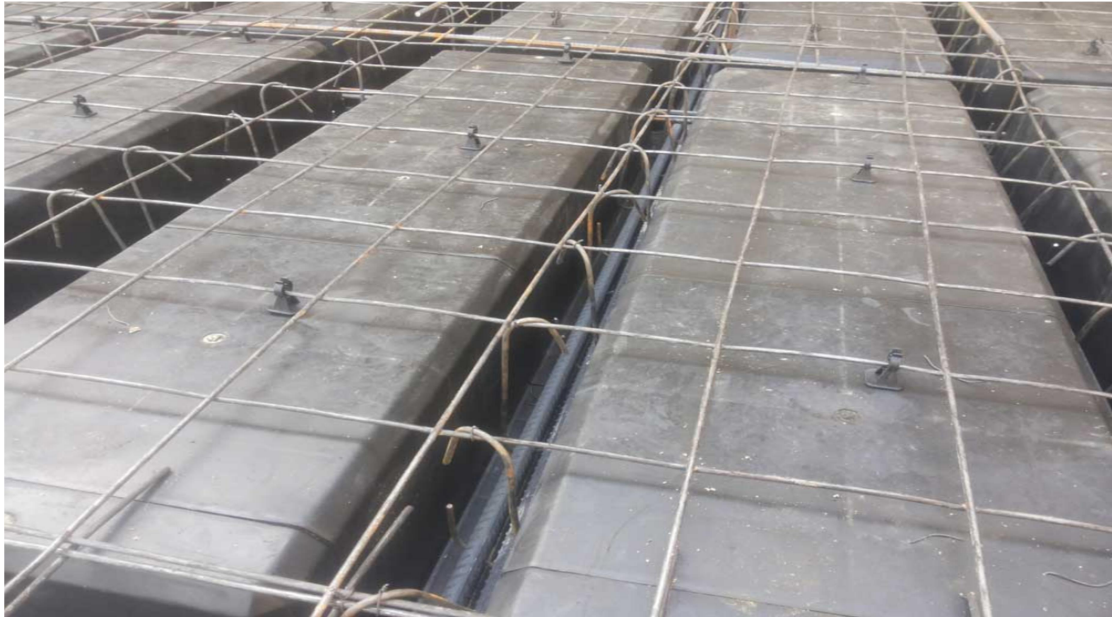
پس از زیرسازی، قالب های وافل در مناطق مشخص شده مطابق نقشه سازه قرار داده می شود. به دلیل استحکام بالای قالب های وافل عبور و مرور بروی آنها به آسانی صورت می پذیرد. همچنین این قالب ها جهت جداسازی نیاز به روغن کاری ندارد.





آرماتور بندی سقف

شبکه سراسری متعامد آرماتورهای تحتانی و فوقانی به همراه آرماتورهای تقویتی مطابق نقشه اجرا می گردد. همچنین می بایست در مناطقی از سقف آرماتورهای برشی محاسباتی و حداقل را مطابق نقشه سازه کار گذاشت.



بتن ریزی

بتن ریزی سقف وافل مطابق دستورالعمل ها و دستور کارهای اجرایی انجام می پذیرد. با توجه به اینکه در سقف وافل نیاز به نفوذ بتن به زیر قالب ها نمی باشد، بتن ریزی سقف وافل از سهولت بسیار بالایی برخوردار می باشد.





قالب برداری

قالب برداری ابزار اجرا و قالب های وافل پس از طی شدن حداقل زمان لازم آیین نامه ای مطابق مقررات ملی ساختمان می تواند انجام می پذیرد.



ویژگی های سقف وافل

طراحی دهانه های بلند تا ۱۸ متر و کاهش تعداد ستون ها

وجود حفره های منظم در سقف وافل موجب کاهش قابل توجه بار مرده سقف و در عین حال حفظ ممان اینرسی مقطع سقف می شود. از این رو سقف های وافل دارای سختی خمشی قابل توجه می باشند و با توجه به رفتار دوطرفه آنها می توان دهانه های بزرگ تر و کنسول های بلند تری را با استفاده از سقف های وافل پوشش داد.

امکان جانمایی نامنظم ستون ها و تعبیه بازشوهای بزرگ و نامنظم

در سقف وافل برخلاف سیستم های سنتی سقف نیازی به ستون گذاری منظم نمی باشد. این امر بدلیل امکان حذف تیرهای میانی از سازه و یکپارچگی در اجرای سقف می باشد. انعطاف پذیری بالای این سقف ها در جانمایی ستون ها آزادی عمل گسترده ای را در اختیار طراح معمار قرار می دهد.



ایجاد گشایش در معماری و تامین فضا و افزایش تعداد پارکینگ ها

قابلیت سقف های وافل در پوشش دهانه های بلند موجب گشایش در طرح های معماری می شود. در این سیستم می توان با حذف ستون های مزاحم و یا بازنگری در ستون گذاری دهانه های بلند تری را پوشش و تعداد بیشتری پارکینگ را تامین نمود.

حذف تمامی تیرهای میانی از سازه و کاهش ارتفاع تمام شده ساختمان

در سقف های وافل با توجه به یکپارچگی سقف و مقاومت و سختی قابل توجه می توان تیرهای میانی را از سازه حذف نمود و سقفی با ضخامت یکسان ایجاد نمود. حذف تیرها منجر به کاهش ضخامت تمام شده سقف ها می شود و در نتیجه می توان با حفظ ارتفاع مفید طبقات ارتفاع کلی بنا را کاهش داد .

صرفه جویی در مصرف مصالح کلیه اعضای سازه

این سیستم نسبت به دیگر سیستم های مشابه همچون سیستم سقف یوبوت، سقف تیردال، سقف دال تخت معمولی و پیش تنیده صرفه جویی قابل توجهی در مصرف بتن خواهد داشت. کاهش مصرف بتن در دال منجر به کاهش قابل توجه بار مرده ساختمان و به تبع آن کاهش مصرف مصالح و کوچک شدن ابعاد در دیگر بخش های اسکلت مانند فنداسیون و ستون ها نیز می گردد.

امکان اجرا در سازه های بتنی و فلزی

سقف های وافل قابلیت اجرا در انواع اسکلت های بتنی و فلزی را دارا می باشد.

عدم نیاز به نیروی کار متخصص و کاهش هزینه قالب بندی و آرماتوربندی

در سقف های وافل با توجه به سادگی آرماتور بندی و مدولار بودن قالب بندی و همچنین حذف تیرهای میانی از سقف به تجهیزات اجرایی کمتری نسبت به دیگر سیستم های سقف همچون سقف های تیردال، سقف یوبوت و یا سقف های پیش تنیده نیاز می باشد. همین امر موجب افزایش سرعت اجرا و کاهش هزینه های اجرای اسکلت می گردد. همچنین مقدار آرماتور مصرفی در ساختمان های با سیستم **سقف وافل** کمتر از سیستم های مشابه می باشد و این مسئله موجب کاهش هزینه اجرای اسکلت می شود.



کاهش هزینه اجرای تاسیسات به جهت عدم وجود آویز تیرها

حذف آویز تیرها از سقف موجب دست یابی به سطح صاف زیرین می گردد. این مزیت منجر به سهولت در اجرای تاسیسات در سقف های وافل می گردد. همچنین در سقف های وافل امکان عبور تاسیسات از داخل ضخامت سقف نیز فراهم می باشد.



بهبود عملکرد لرزه ای به دلیل کاهش وزن سازه و نیروی زلزله

کاهش وزن سقف ها منجر به کاهش بار مره سازه و تبع آن کاهش تقاضاهای لرزه ای می گردد. این امر موجب بهبود عملکرد لرزه ای و صرفه جویی در مصرف مصالح آرماتور و بتن می گردد.

ایمنی در برابر آتش و کاهش ضریب انتقال صوت و حرارت

اسکلت های بتنی از ایمنی بالاتری نسبت به اسکلت های فلزی در برابر آتش سوزی برخوردار می باشند. همچنین در سقف های وافل به سبب عدم استفاده از یونولیت امکان گسترش حریق در ساختمان وجود ندارد. همچنین وجود حفرات در سطح زیرین دال منجر به ایجاد عایق مناسب صوت و حرارت می باشد.



حذف انواع بلوک و تیرچه های پیش ساخته

در سقف های وافل قالب های وافل جایگزین انواع بلوک سیمانی یا پلی استایرن می شود و به علت اجرای تیرچه ها بصورت درجا و عدم محدودیت در استفاده از سایز میلگرد در تیرچه ها، نیازی به استفاده از تیرچه های پیش ساخته یا دوبل نمی باشد. در نتیجه هزینه ساخت، حمل، انبار کردن و انتقال تیرچه ها به طبقات نیز حذف می گردد.

نظارت دقیق به مصرف و آرایش میلگردها تا لحظه قبل از بتن ریزی

با توجه به اجرای درمحل میلگرد سقف، مشکلات روش های مرسوم ساخت سقف ها مانند کیفیت پایین تیرچه و یونولیت و ایجاد درز سرد اجرایی منتفی و امکان نظارت دقیق بر کیفیت اجرای سقف مهیا می گردد.





معایب سقف وافل

- قالب بندی این سقف به دلیل نیاز به ابزارهای خاص بسیار پرهزینه است.
- ارتفاع طبقه بیشتر است و در نتیجه تعداد طبقات کاهش می یابد.
- اگر از تأسیسات عبور داده شده در دال وافل به خوبی نگهداری نشود، دال دچار آسیب دیدگی خواهد شد.
- برای ساخت آن نیاز به کارگران ماهر می باشد.
- برای سطوح شیب دار مناسب نیست، اگر سطح شیب داری داشته باشیم باید با پر کردن آن را مسطح کنیم، برای پر کردن نیاز به خاک مناسب داریم.
- به دلیل سبک بودن برای مناطقی با بادهای خیلی شدید و یا مناطقی با جریان های سیکلونیک مناسب نخواهد بود.

