



مقدمه

شرکت مهندسی وافل سنتر به عنوان یکی از پیشگامان صنعت ساختمان در به کارگیری فناوری های نوین ساختمانی، فعالیت خود را به صورت متمرکز در راستای توسعه فناوری دال های مجوف و سیستم وافل قرار داده است. این مجموعه با داشتن سابقه ای ارزنده در زمینه مشاوره و اجرای سازه، از سال ۱۳۹۰ اقدام به ورود در زمینه طرح و اجرای دال های مجوف وافل در ایران و برداشتن گام هایی موثر در راستای بسط و توسعه فنی این سیستم در کشور نمود.

همچنین در سال ۱۳۹۳ با تکیه بر دانش فنی و تجربیات کسب شده در اجرای این سیستم و در جهت بهینه سازی، اقدام به نوآوری در طرح و تولید این قالب ها در سطح ملی و بین المللی نمود و قالب های نوین کانتراس وافل را تولید و روانه بازار نمود.

شرکت وافل سنتر در زمینه مشاوره، طراحی و اجرای سازه و تامین قالب های وافل ماندگار و غیر ماندگار آماده خدمت رسانی میباشد.



سقف وافل (شبكة)

سقف وافل یا شبکه (waffle slab) نوعی دال دوطرفه می‌باشد که از تیرچه‌های بتنی متعامد تشکیل شده و با دالی به ضخامت ثابت پوشیده می‌شود.

سقف وافل از اوایل دهه ۱۹۴۰ میلادی تاکنون، در آمریکا و کشورهای اروپایی به کثرت مورد استفاده قرار گرفته است. سقف وافل به دلیل زیبایی منحصر به فرد، همواره از گزینه‌های مورد علاقه معماران در سازه‌های مختلف نظیر ترمینال‌های مسافری، پارکینگ‌ها، ساختمان‌های مسکونی، برج‌ها، هتل‌ها، آمفی‌تئاترها، سالن‌های اجتماعات و مانند آن بوده است.



۱

کاهش وزن مرده و جرم لرزه‌ای

عامل تعیین کننده بار مرده و جرم لرزه ای ساختمان ها، سیستم سقف سازه میباشد. کاهش بتن مصرفی در سقف ها علاوه بر صرفه جویی در هزینه بتن مصرفی، موجب کاهش بارهای وارد بر ساختمان شده و در نتیجه ابعاد و حجم مصالح مصرفی اعضتی باربر سازه نظیر فونداسیون، تیرها و ستون ها نیز کاهش میابند. سقف وافل به گونه ای طراحی شده که حداکثر صرفه جویی در بتن مصرفی انجام شود و بتن ناحیه کششی عمدتا حذف شده است.

۲

امکان اجرای دهانه‌های بلند

با توجه به وزن کم و سختی خمشی زیاد سقف وافل، امکان اجرای دهانه های بلند در سازه های مختلف میسر است. به عنوان مثال، سقف وافل با ضخامت حدود ۴۵ سانتی متر و وزنی معادل دال تخت ۲۵ سانتی متری، قابلیت پوشش دهانه هایی به طول ۱۵ متر را دارد. با توجه به تنوع موجود در قالب های وافل شرکت وافل سنتر و بکارگیری طرح های سازه ای خلاقانه این شرکت، دهانه هایی به طول ۲۰ متر کاملاً تخت و بدون آویز با این سیستم سقف اجرا شده است.

۱ کاهش وزن مرده و جرم لرزه‌ای

۲ امکان اجرای دهانه‌های بلند

۳ ضخامت ثابت سقف

۴ مقاوم در برابر آتش‌سوزی

۵ سرعت اجرا

۶ عدم نیاز به بتن پرمقاومت

۷ امکان اجرا در سازه‌های بتنی و فلزی

۸ آزادی عمل در طراحی فضا و چیدمان ستون‌ها

۹ زیبایی معماری و بی‌نیاز از پوشش زیر سقف

۱۰ کنترل ارتعاش

۱۱ کنترل تغییر شکل

۱۲ امکان اجرای مدولار و ساده سقفهای کاذب

۱۳ کنترل بهینه سر و صدا و آکوستیک بودن سقف

۱۴ امکان استفاده از فضای توخالی سقف

۱۵ سهولت تعبیه و اجرای بازشو قبل و یا پس از اجرای سقف





۵

سرعت اجرا

با توجه به مدولار بودن قالب ها و پوشش هر متر مربع سقف وافل با حدود دو قالب و همچنین حجم اندک میلگردهای به کار برده شده در سقف، سرعت اجرای آن مشابه با دال تخت و بسیار سریعتر از سایر سیستم های دال بتنی میباشد.

در مقایسه با سقف های کامپوزیت و عرشه فولادی در سازه های فلزی، با توجه به حذف تیرهای فرعی، عدم وجود آویز در زیر سقف، حذف مراحل کنترل و تایید نصب تیرهای فرعی و حذف ورق و گل میخ، اجرای سقف وافل بسیار سریع تر خواهد بود.

۶

عدم نیاز به بتن پرمقاومت

سقف وافل بر خلاف سقف های پس تنیده نیاز به بتن با مقاومت بالا نداشته و از لحاظ مقاومتی، عموماً بتن معمولی کفایت لازم را دارد.

۳

ضخامت ثابت سقف

با توجه به شبکه بودن سقف وافل، در نواحی اطراف ستون که نیاز به مقاومت برشی بیشتری میباشد، به سادگی با پر کردن چشمه های وافل میتوان الزامات سازه ای را بدون تغییر در ضخامت سقف برآورده کرد. این در حالی است که در دال های تخت، افزایش مقاومت سقف در نواحی مذکور، عموماً با تعبیه کتیبه در اطراف ستون تامین میشود که منجر به افزایش ضخامت سقف در این نواحی میگردد.

۴

مقاوم در برابر آتش سوزی

سقف وافل مقاومت قابل قبولی در برابر آتش سوزی دارد، که با تغییر ضخامت دال فوقانی و عرض تیرچه میتوان مدت زمان مقاومت در برابر آتش سوزی را به میزان دلخواه افزایش داد. در سقف های کامپوزیت و عرشه فولادی به دلیل وجود تیرهای فلزی فرعی و اصلی، سیستم سقف در مقابل حریق بسیار آسیب پذیر بوده و بدون اعمال پوشش ضد حریق بر روی عناصر فلزی، این نوع سقف ها مقاومت بسیار اندکی در برابر آتش سوزی خواهند داشت و در صورت اعمال پوشش ضد حریق، هزینه های اجرای پروژه افزایش قابل توجهی خواهد داشت.



مقایسه دال تخت و دال وافل از لحاظ تغییر در ضخامت در اطراف ستون



۹

زیبایی معماری و بی‌نیاز از پوشش زیر سقف

نمای چشم نواز سقف وافل این امکان را فراهم می‌سازد که در اغلب فضاها بدون نیاز به هرگونه آماده‌سازی و یا عملیات پرداخت، از بتن نمایان به عنوان سطح نهایی استفاده شود. در مقابل، با توجه به وجود تیرهای فرعی در زیر سقف‌های کامپوزیت و عرشه فولادی، استفاده از سقف کاذب در آن‌ها اجتناب‌ناپذیر است.



۷

امکان اجرا در سازه‌های بتنی و فلزی

امکان بکارگیری سقف وافل و استفاده از مزایای متعدد آن، در هر دو نوع سازه بتنی و فولادی وجود دارد. در طبقات زیر زمین با دیوار حایل پیرامونی، امکان حذف کلیه تیرهای فرعی و اصلی سازه فلزی وجود دارد.

۸

آزادی عمل در طراحی فضا و چیدمان ستون‌ها

نظر به اینکه سقف وافل در نحوه چیدمان قالب‌ها در پلان انعطاف‌پذیری بالایی دارد، مهندس معمار بدون وجود محدودیت خاصی از لحاظ ابعاد دهانه و یا شکل هندسی چشمه‌ها، قادر به آرایش ستون‌ها برای تطبیق هرچه بیشتر با نیازهای معماری فضا می‌باشد.

کنترل ارتعاش

سختی خمشی منحصر به فرد سقف وافل، نقش بسیار مهمی در کنترل ارتعاشات سقف ناشی از راه رفتن و دویدن افراد، حرکت ماشین آلات و ضربه های ناشی از سقوط اشیا دارد. در مقابل، اکثر سقف های دیگر به دلیل سختی خمشی اندک، رفتار مناسبی در برابر ارتعاشات نداشته که این مورد موجب سلب آسایش بهره برداران سازه میگردد.

کنترل تغییر شکل

به علت حذف هوشمندانه بتن ناحیه کششی در سقف وافل، سختی خمشی سقف وافل نسبت به دال تخت با وزن معادل، حدود ۴ برابر بیشتر میباشد. این امر کمک شایانی در کاهش تغییر شکل های سقف خصوصا در دهانه های بلند میکند. به علاوه مشکلات ناشی از تغییر شکل های بلند مدت ناشی از خزش و جمع شدگی که چالش بزرگی در طراحی سایر دال ها میباشد، در سقف وافل به دلیل وزن کم حل شده است.

امکان اجرای مدولار و ساده سقفهای کاذب

فاصله مرکز به مرکز ۶۰ سانتی متری الی ۱۱۰ سانتی متری سقف وافل، امکان نصب سریع مدول های مربعی سقف های کاذب را در نواحی که نیاز به پوشش دارند فراهم میکند.



کنترل بهینه سر و صدا و آکوستیک بودن سقف

چشمه های تو خالی زیر سقف وافل باعث عدم انعکاس صوت شده و این امر در پارکینگ ها، آمفی تئاترها، سالن های اجتماعات و ... بسیار مفید بوده و به کارایی بهتر و آرامش محیط بسیار کمک میکند.

امکان استفاده از فضای توخالی سقف

از فضای توخالی زیر سقف وافل میتوان به منظور نور پردازی، تعبیه دوش های سیستم اطفای حریق، تعبیه سیستم روشنایی، کاهش ارتفاع کف سازی طبقه استفاده کرد.

سهولت تعبیه و اجرای بازشو قبل و یا پس از اجرای سقف

با توجه به اینکه تیرچه های سقف وافل نقش اصلی در باری سقف را ایفا میکنند، اجرای بازشو در محل چشمه ها به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتی متر، حتی بعد از بتن ریزی و بدون ایجاد کوچکترین خللی در باربری سقف میسر است. همچنین در صورت نیاز به اجرای بازشوهای بزرگتر، این امر با تقویت اندک میلگردهای اطراف بازشو میسر بوده و به صورت کی محدودیتی در ابعاد و موقعیت بازشو برای این سقف وجود ندارد.



روش اجرای مدولار

- ♦ اجرا بدون نیاز به پلایوود
- ♦ نیاز به ابزار کمتر
- ♦ نیاز به دقت بیشتر حین اجرا
- ♦ مناسب برای اجرای ساختمان‌های کوچک و برای ارتفاع کم سقف



روش اجرای تخت

- ♦ اجرا بر روی پلایوود
- ♦ سرعت بیشتر
- ♦ افزایش ایمنی کارگران حین کار
- ♦ چیدمان دقیق تر قالب‌ها و کیفیت بهتر بتن زیر سقف

























































