



به نام خدا

## مقدمه

قبل از معرفی سقف گرین 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 ای 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- 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 .



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

۳. 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 .

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

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



۷. به دلیل ماندگار بودن بلوک و عدم نمایان شدن بتن تیرچه بعد از بتن ریزی، در خیلی از موارد ویریه زدن بتن تیرچه به درستی صورت نمی گیرد و در نتیجه بتن تیرچه ممکن است کرمو شود ولی از آنجایی که این عیب مشهود نمی باشد متاسفانه نادیده گرفته شده و در هنگام زلزله اثر خود را آشکار میکند.



۸. هنگام قراردادن تیرچه بر روی سقف در اغلب موارد بتن سر تیرچه تخریب می گردد، به شکلی که میلگرد تیرچه نمایان است و معمولاً 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 .



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



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



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



۱۲. 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 .



۱۳. 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

ISNA/PHOTO:AMIN KHOSROSHAHI



ISNA

ISNA/PHOTO:AMIN KHOSROSHAHI



ISNA

ISNA/PHOTO:AMIN KHOSROSHAHI

# معرفی سقف گرین وافل

## معرفی سیستم سقف "گرین وافل" Green Waffle

سیستم سقف "گرین وافل"، پس از چندین سال تحقیق و بررسی نیازهای صنعت ساختمان کشور و بررسی سقف‌های متعارف سنتی و با در نظر گرفتن مفاد آیین نامه‌های ساختمان پا به عرصه ساخت و ساز کشور گذاشته است. در واقع این نوع سقف بروزآوری روشهای متداول در حال اجرا با قالب‌هایی به همین نام می‌باشد، که بدون برهم زدن ابزار و روشهای موجود و تحمیل هزینه‌های سنگین با اصلاح الگوی مصرف مصالح و روش اجرا از دفن مصالح گران مانند تیرآهن، میلگرد، بتن، سفال، پلی استایرن (فوم) و پرت مصالح و منابع ملی جلوگیری می‌کند.

## سقف گرین وافل جایگزین مناسبی برای روشهای معمول ساخت و ساز در ایران

از خصوصیات مهم این نوع سقف می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد: صنعتی سازی اجرای سقفهای بتنی، کاهش وزن و هزینه، حفظ محیط زیست، افزایش ایمنی و مقاومت در برابر زلزله و آتش سوزی، کاهش مصرف سوخت و مواد اولیه، افزایش عمر سازه‌ها، کنترل کیفیت اجرا، افزایش سرعت، حذف مرحله ساخت، تولید و حمل هر نوع تیرچه و بلوک.

## مشخصات کلی قالب سقف و روش اجرا:

این قالب به عنوان یک قالب غیرماندگار سقف محسوب می‌شود. یعنی پس از بتن ریزی سقف، از بتن جدا شده و امکان استفاده مجدد از قالب در سقف‌های بعدی یا پروژه‌های بعدی را دارا می‌باشد و پس از اتمام عمر مفید آن قابل بازیافت است. با این خصوصیت، تمامی بلوک‌های سقفی را می‌توان 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 تیرچه‌های 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 می‌شود. همچنین به دلیل استحکام قالب هنگام اجرای سقف، نیروهای اجرایی به راحتی می‌توانند 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 می‌باشد. با توجه به عمده‌ی ساخت و ساز کشور جهت زیر سازی سقف می‌توان از وسایل معمول اجرای سقف مثل چهار تراش، قوطی فلزی، لوله داربست و جک‌های معمول سقف استفاده کرد. اجرای این سقف بسیار مشابه سقف تیرچه بلوک بوده و نیاز به نیروهای تخصصی با آموزش‌های ویژه ندارد.



قالب سقف گرین وافل به صورت مدولار و در دو ارتفاع ۲۵ و ۳۰ سانتیمتر تولید میگردند .  
قالبهای ارتفاع ۲۵ دارای عرض ۶۰ سانت بوده و شامل قطعاتی به طول ۵۰ و ۱۵ و ۱۰ سانتیمتر و درپوش میباشند و  
قالبهای ارتفاع ۳۰ دارای عرض ۷۵ سانت بوده و شامل قطعاتی به طول ۴۵ و ۱۳ و ۲۵ سانتیمتر میباشند که این  
قطعات بصورت فلنچی بوسیله پیچ و مهره به یکدیگر متصل شده و در نهایت به طولی که مورد نظر است میتوان  
رسید.



نحوه مونتاژ قالب های گرین وافل

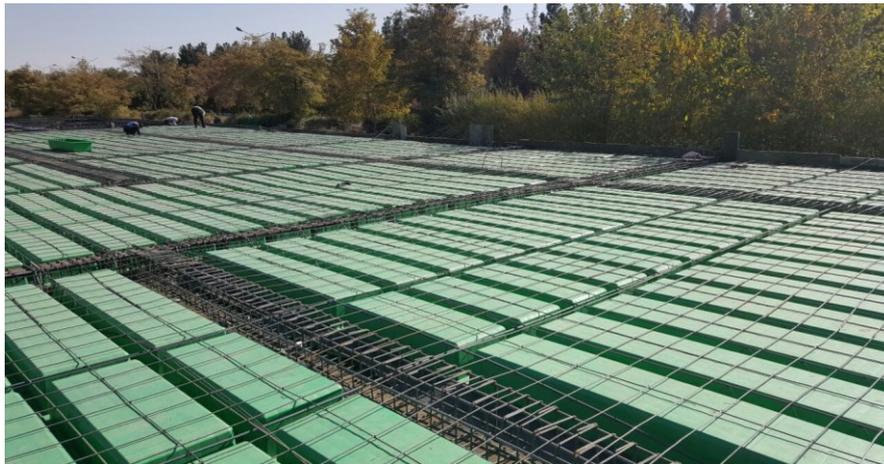
قالب سقف گرین وافل به دلیل مدولار بودن به دو صورت یکطرفه و دوطرفه قابل مونتاژ بوده و امکان اجرای هر دو  
نوع سقف وافل یکطرفه و دوطرفه با آنها فراهم می باشد .

### 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.  
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.

### 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 یک طرفه



وافل دو طرفه بدون تیر



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 .  
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

## روشهای زیرسازی سقف گرین وافل:

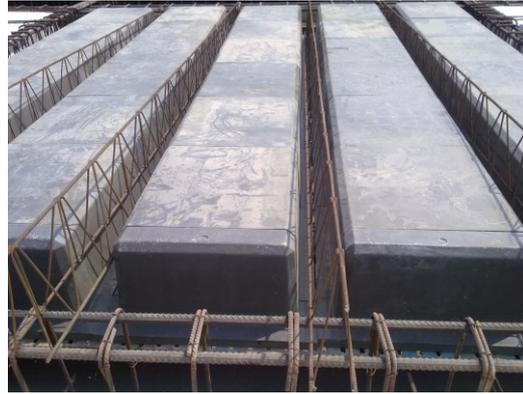
زیر سازی این نوع سقف تقریبا شبیه سقف های تیرچه بلوک بوده و می توان با لوازم معمول موجود در کارگاههای ساختمانی از قبیل: چوب و چهار تراش، قوطی فلزی، لوله داربست و لوازم مشابه دیگر استفاده کرد.



## 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. با توجه به عدم محدودیت در طراحی تیرچه، با این روش می توان تیرچه های دویل 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 (مثلا ۱۲ سانتی متر) در سقف "گرین وافل" می توان اعمال کرد که این امر به سبک سازی سازه کمک زیادی خواهد کرد.

از محاسن دیگر اجرای تیرچه درجا، عدم نیاز به جابجایی خاموت در تیرهای اصلی هنگام بستن 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 می توان نظارت و کنترل دقیق بر سائز آرماتور و آرایش آن تا زمان قبل از بتن ریزی انجام گیرد.



اجرای تیرچه درجا با استفاده از خرپای آماده



اجرای آسان تیرچه و امکان کنترل سایز و آرایش میلگرد تا قبل از بتن ریزی



اجرای تیرچه درجا با حذف خرپا



عدم نیاز به جابجایی خاموت ها هنگام اجرای تیرچه درجا

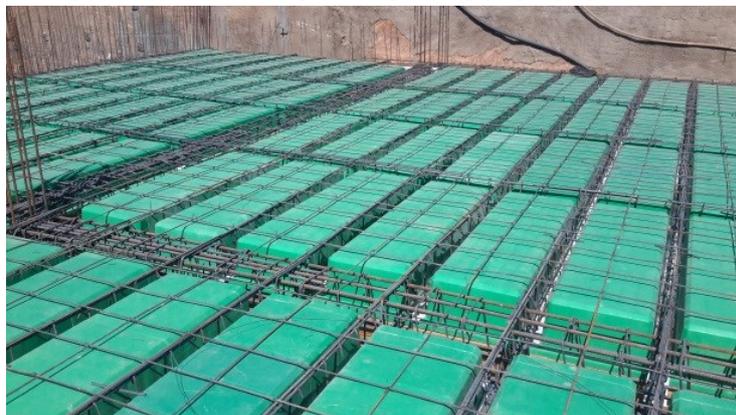


اجرای مناسب و با کیفیت بتن تیرچه در سقف گرین وافل

### چیدمان قالب:

سقف "گرین وافل" در انواع اسکلت های بتنی و فلزی قابل استفاده است، همچنین می توان با تغییر نحوه مونتاژ قالب، سقف را به صورت دال یک یا دوطرفه اجرا کرد. نکته ای که لازم است عنوان شود این است که قالب ها با توجه به دهانه های مختلف یک بار به وسیله پیچ و مهره تا سایز مورد نظر مونتاژ می گردد و در انتهای قالب، قطعه ای به صورت درپوش بسته می شود، 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 جان 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 می توان تا زمان باز کردن قالب از عمل آوری بتن اطمینان حاصل کرد.





کیفیت بالای بتن ریزی در سقف گرین وافل



تامین دقیق عرض تیرچه با استفاده از قالب گرین وافل



اجرای وافل دوطرفه

## 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 محل هایی برای عبور تاسیسات در نظر گرفت. عبور تاسیسات از داخل یا زیر سقف باعث سبک شدن وزن کف سازی و در نتیجه بار مرده خواهد شد، همچنین می توان به افزایش ارتفاع مفید سقف و نیز تعمیرات راحت تاسیسات در زمان بهره برداری اشاره کرد.



## 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.



سقف وافل در پارکینگ های طبقاتی



## در پایان مزایای سقف و قالب "گرین وافل" به صورت خلاصه جمع بندی می گردد.

برای اجرای یک سازه در ابتدا می بایست امکان سنجی فنی و اقتصادی درخصوص انتخاب یک سیستم بهینه انجام شود. بدین منظور لازم است با در نظر گیری پارامترهای مختلف یک مقایسه دقیق از سیستم های مورد نظر برای اجرای سازه انجام گردد. در اینجا مزایای سقف گرین وافل در ۵ گروه شامل مزایای معماری، مزایای اجرایی، مزایای فنی، مزایای اقتصادی و مزایای محیط زیستی ارائه شده است .

### مزایای معماری

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

### مزایای فنی

- بهبود عملکرد لرزه ای به دلیل صلبیت بالای سقف
- کاهش انتقال صدا بدلیل لرزش و ارتعاش کمتر سقف
- امکان حذف تیرهای میانی و اجرای دال تخت دوطرفه بدون تیر میانی
- عدم نیاز به جابجایی خاموت و شکستن بتن سر تیرچه و سهولت در میلگرد گذاری سقف
- نظارت دقیق بر مصرف و آرایش میلگرد تیرچه ها تا لحظه قبل از بتن ریزی
- امکان نصب ورق برای ساپورت های تاسیساتی در کف تیرچه، قبل از بتن ریزی
- عدم جذب آب بتن توسط قالبها و حفظ رطوبت بتن و عمل آوری کامل بتن
- یکنواخت بودن مقاطع تیرچه ها و تای بیم ها و ویرنه شدن کامل آنها
- قابل استفاده در انواع اسکلت بتنی و فلزی
- ایمنی بالا در برابر آتش سوزی
- مطابق با آیین نامه های معتبر ایران و جهان و مورد تایید مرکز تحقیقات ساختمان و نظام مهندسی

## مزایای اجرایی

- افزایش سرعت و کیفیت اجرا
- آرماتوربندی تیپ و سریع
- اجرای آسان و سریع توسط نیروی بومی هر منطقه
- عدم نیاز به ماشین آلات و تجهیزات خاص اجرایی
- اجرای آسان بازشو و داکت برای عبور تاسیسات
- آسان‌ترین و سبک‌ترین مصالح سقف از نظر حمل و نقل
- عبور راحت‌تر تاسیسات از زیر سقف
- امکان تردد ایمن و آسان کارگران در حین ساخت
- سبک بودن قالب که در کارگاه توسط یک نفر قابل حمل است
- کاهش آلودگی صوتی حین تولید، انتقال و نصب و اجرا
- عدم محدودیت استفاده در مناطق با آب و هوای مختلف

## مزایای زیست محیطی

- کاهش مصرف مصالح از قبیل سیمان، شن و ماسه، آب و میلگرد و حذف انواع بلوک سقفی
- کاهش مصرف انرژی در تولید و حمل و نقل و اجرا
- کاهش انتشار گازهای آلوده حاصل از تولید و حمل و نقل، به خصوص گاز CO<sub>2</sub>
- 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
- حذف بلوک و تیرچه بتنی و همچنین حذف هزینه های حمل و انتقال به طبقات
- کاهش زمان اجرا و کاهش زمان خواب سرمایه
- افزایش طول عمر مفید سازه و کاهش هزینه های حاصل از تغییر در سازه
- حذف تیرچه دابل به دلیل اجرای تیرچه درجا و عدم محدودیت در استفاده از سایز میلگرد در تیرچه
- اجرای اقتصادی دهانه های بزرگ نسبت به سایر روشهای مشابه
- استفاده از سقف سازه ای به عنوان سقف نمایان (اکسپوز) و حذف نازک کاری در مشاعات و پارکینگ
- ایجاد مزیت رقابتی در بازار فروش بدلیل بکارگیری فن آوریهای نوین ساختمانی