به نام خدا

ZAGROS BANA MANA

سقف وافل چیست؟ و هر آنچه باید درباره آن بدانید.

زاگرس بنا مانا

https://zagrosbana.com

بهار ۹۹

فهرست:

۱-۱ با تاریخچه سقف وافل آشنا شوید ۳
۱-۲ انواع سقف وافل ۴
۱-۲-۱ سقف وافل یک طرفه ۴
1-2-2 حداکثر دهانه سقف وافل یک‌طرفه ۵
۱-۲-۳ سقف وافل دو طرفه ۶
1-2-4 حداکثر دهانه سقف وافل دو طرفه ۷
۱-۳ مقایسه سقف وافل یک طرفه و دو طرفه ۸
1-4 روش اجرای سقف وافل ۱۰
۱-۴-۱ مرحله اول: شمع بندی یا اسکفولد ۱۰
1-4-2 مرحله دوم: قوطی کشی یا شاسی کشی ۱۱
۱-۴-۳ مرحله سوم: قالب گذاری ۱۳
۱-۴-۴ مراحل اجرای سقف وافل : قالب گذاری و بست U شکل ۱۳
۱-۴-۵ مرحله چهارم: آرماتور بندی ۱۵
۱-۴-۶ مرحله پنجم: بتن ریزی ۱۶
۱-۴-۷ مرحله پایانی اجرای سقف وافل : بازکردن قالب ها ۱۶
۱-۵ مزایایی که سقف وافل دنبال می کند ۱۶
1-6 سازه های مهمی که از این نوع سقف استفاده کرده اند ۱۷
۱-۷ طراحی سقف وافل با استفاده از نرم افزارهای کاربردی ۱۸
۱-۷-۱ طراحی سقف وافل در Safe ۱۸
۱-۷-۲ طراحی سقف وافل در Etabs ۱۹

بزرگراه حقانی_خیابان گاندی شمالی – پلاک ۶ – واحد ۱
www.zagrosbana.com
+۹۸ (۰) ۲۱ ۸۸۸۸ ۹۹ ۷۳ – ۵

۱-۸ کاربردهای سقف وافل در دنیا مهندسی ۲۰
۱-۹ کاربرد سقف وافل در کاهش مصرف بتن ۲۰
۱-۱۰ کاربرد سقف وافل در معماری ۲۱
۱-۱۱ نقش سقف وافل در اجرای تاسیسات ۲۲
1-12 کاربرد سقف وافل در مقاوم سازی در برابر زلزله ۲۳
۱-۱۳ کاربرد دال وافل به عنوان فونداسیون ۲۳
۱-۱۴ قیمت سقف وافل و عوامل تعیین کننده آن ۲۴
۱-۱۵ عوامل تاثیر گذار بر روی قیمت سقف وافل ۲۴
۱-۱۵-۱ عوامل تاثیرگذار روی کاهش قیمت ۲۵
۱-۱۵-۲ عوامل تاثیرگذار بر روی افزایش قیمت ۲۶

بزرگراه حقانی_خیابان گاندی شمالی – پلاک ۶ – واحد ۱
www.zagrosbana.com
+۹۸ (۰) ۲۱ ۸۸۸۸ ۹۹ ۷۳ – ۵

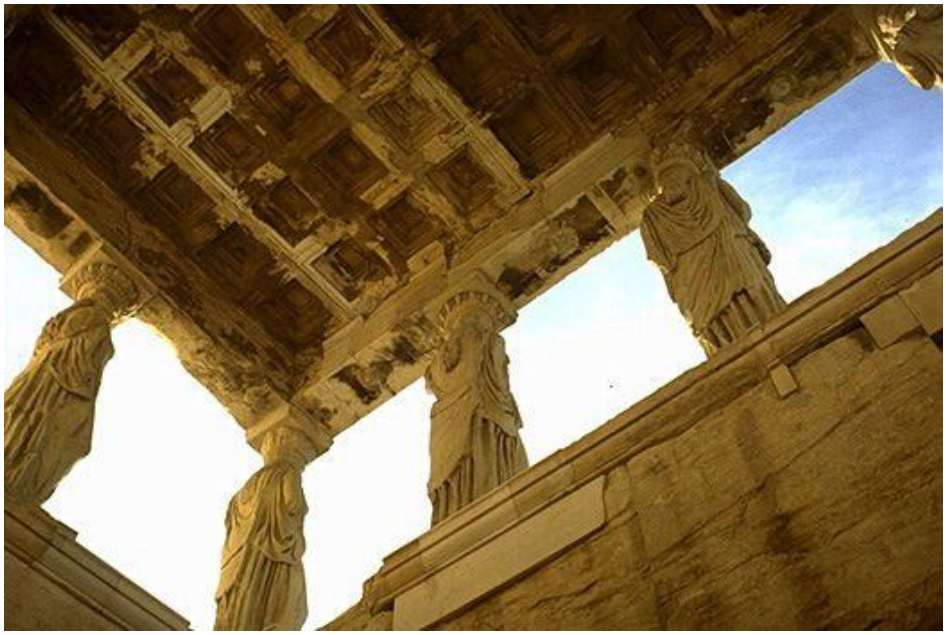
هر آنچه باید درباره سقف وافل بدانید

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. در سایت زاگرس بنا ضمن آشنایی با پیشینه تاریخی سقف وافل با روش اجرا، نحوه طراحی، مزایا و معایب آن آشنا می شوید و به سوال سقف وافل چیست پاسخ داده می شود. در انتها نیز سازه های بزرگی که از این روش استفاده کرده اند، مرور می گردند.

۱-۱ با تاریخچه سقف وافل آشنا شوید

برای اینکه به سوال سقف وافل چیست پاسخ دهیم باید به تاریخ خود رجوع کنیم. جالب است بدانید ایده باربری دو طرفه سقف ها به دوره هخامنشیان یعنی حدود ۲۵۰۰ سال پیش برمی گردد. طبق آثار بجا مانده و مطابق تحلیل باستان شناسان، سقف تخت جمشید از الوارهای چوبی متعامد تشکیل شده بوده است. همچنین ایده بکار گیری عملکرد سقف وافل را در بنای آکروپولیس یونان، هم دوره با هخامنشیان می توان دید.

بزرگراه حقانی_خیابان گاندی شمالی – پلاک ۶ – واحد ۱
www.zagrosbana.com
+۹۸ (۰) ۲۱ ۸۸۸۸ ۹۹ ۷۳ – ۵



اما سقف وافل به معنی امروزی به اوایل قرن 19 بر می گردد. زمانی که صنعت در حال رشد بود، ساخت و سازها گسترش پیدا کرده بود و مسائل معماری بیش از پیش مهم شده بود. در این دوران نیاز به دهانه های وسیع تر برای اجرای طرح های معماری نامنظم چالش شده بود که استفاده از این نوع سقف برای تامین دهانه های گسترده بدون نیاز به ستون مورد توجه قرار گرفت. اما اینکه چه کشوری و چه ساختمانی برای اولین بار از سقف وافل استفاده کرده مشخص نیست.

۲-۱ 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 بدانید.

۱-۲-۱ سقف وافل یک طرفه

سقف وافل یک طرفه یک دال است که توسط تیرها در دو جهت مخالف پشتیبانی می شوند تا بتواند بار را در یک جهت حمل کند. به دلیل اینکه اختلاف بین طول ها زیاد است، بار به تیرهایی که کوتاه تر هستند منتقل نمی شود. به عنوان مثال می توان گفت که تیرچه ها از یک عملکرد یک طرفه برخوردار هستند و سقف وافل نیز عملکردی مشابه با تیرچه یونولیت و یا تیرچه بلوک دارد. خم شدن دال یک طرفه به جهت تیرچه ها بستگی دارد. این خم شدن در یک جهت اتفاق می افتد و تیرچه ها وظیفه کنترل خم شدن را بر عهده دارند.

۲-۲-۱ حداکثر دهانه سقف وافل یک‌طرفه

سقف وافل یک‌طرفه، به صورت مدولار و در طول های مختلف قابل استفاده است. ممکن این سقف را با نام مهانیت و گرین وافل نیز شنیده‌باشید. با استفاده از قالب ها می‌توان طول تیرچه‌ها را تعریف کرد؛ البته این مورد بستگی به طول دهانه دارد. می‌توان قالب های مختلف را در کنار هم قرار داد و به طول دلخواه رسید. در سقف وافل یک طرفه قالب ها در آکس به آکس های ۶۰ و ۷۰ وجود دارد که در طول های مختلف بسته شده و ارتفاع حفره ای که ایجاد می‌کنند ۲۵ سانتی‌متر بوده و طول آن به ابعاد ۵۰، ۱۰ (فیلر) و ۱۵ (درپوش) سانتی‌متر هستند. برای هر طولی که مورد

بزرگراه حقانی_خیابان گاندی شمالی – پلاک ۶ – واحد ۱
www.zagrosbana.com
+۹۸ (۰) ۲۱ ۸۸۸۸ ۹۹ ۷۳ – ۵

نیاز است این قالب‌ها در کنار یکدیگر قرار گرفته و در نهایت به طولی که مد نظر است، می‌توان رسید. اما نکته‌ی حائز اهمیت آن است که سقف وافل یک‌طرفه به دلیل عملکرد و جلوگیری از خم شدن، در دهانه های کوتاه استفاده می‌شود. حداکثر دهانه سقف وافل یک طرفه ۸ و نهایتا ۹ متر توصیه می گردد.

زاگرس بنا به عنوان یک شرکت فعال و خوش‌نام در زمینه اجرا و طراحی سقف وافل، آمادگی همکاری با پیمانکاران و کارفرمایان را دارد. همیشه می‌توان بر روی سابقه و تخصص حساب کرد؛ چیزی که در زاگرس بنا پایه و اساس فعالیت است.

۳-۲-۱ سقف وافل دو طرفه

سقف وافل نوعی دال دو طرفه است که به دو صورت عملکرد خود را نشان می دهند. یکی از این عملکردها بدین صورت است که در چهار سمت توسط تیرها پشتیبانی می شوند که همیشگی و دائمی نمی باشد و یا از چهار طرف بار را به چهار ستون اطراف منتقل می کنند. به دلیل اینکه در سقف وافل دو طرفه، بار از هر دو جهت منتقل می شود پس تقویت اصلی نیز در هر دو جهت برای

بزرگراه حقانی_خیابان گاندی شمالی – پلاک ۶ – واحد ۱
www.zagrosbana.com
+۹۸ (۰) ۲۱ ۸۸۸۸ ۹۹ ۷۳ – ۵

دال دو طرفه فراهم می شود و نوع دیگر به این شکل که بارها را مستقیما به ستون ها منتقل میکند.

۴-۲-۱ حداکثر دهانه سقف وافل دو طرفه

سقف وافل دوطرفه به سقف های قابلمه‌ای نیز معروف هستند و به‌صورت دال دوطرفه عمل می‌کنند.

آکس به آکس قالب های سقف وافل دو طرفه، ۶۰،۸۰ ، ۸۶ و ۹۰ می‌باشد و پرکاربردترین آن، آکس به آکس ۸۰ در ارتفاع ۲۸ است.

نمایی که سقف از روی زمین ارائه می‌کند مربعی و زیباست و امکان انجام تزییناتی مانند نورپردازی را فراهم می‌کند.

در سقف وافل دو طرفه، انتقال بار در دو جهت بوده و بار به تمام تیر هایی که اطراف چشمه سقف هستند، انتقال پیدا می‌کند.

سقف وافل دو طرفه، نسبت به خم شدن مقامت و استحکام بیشتری از خود نشان می‌دهد؛ به‌همین 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 ناظر تا ۱۵ و نهایتا ۱۶ متر نیز قابل اجراست.

بزرگراه حقانی_خیابان گاندی شمالی – پلاک ۶ – واحد ۱
www.zagrosbana.com
+۹۸ (۰) ۲۱ ۸۸۸۸ ۹۹ ۷۳ – ۵

در سقف وافل دوطرفه، تیرچه‌ها به صورت عمود بر یکدیگر قرار دارند؛ به همین علت، تیر به عنوان تکیه‌گاه مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. در این شرایط، بار های وارده توسط تیرچه هایی که عمود بر هم هستند، به ستون هایی که در چهار طرف قرار دارند منتقل می‌شود.

شرکت زاگرس بنا ، با اجرای سقف وافل به صورت دوطرفه، در زیبا به نظر رسیدن نمای داخلی ساختمان و سقف کمک فراوان می‌کند. مساله ای که از اهمیت زیادی برخوردار است، کیفیت و تجربه به همراه قیمتی مناسب است که برای فعالیت در هر زمینه، داشتن این سه فاکتور بسیار مهم است. ما بنای کار را رضایت شما قرار داده‌ایم و با ارائه خدماتی که شایسته وجود شماست، به این هدف والا دست پیدا کرده ایم.

ممکن است سوال پیش آید که سقف وافل یک طرفه بهتر است یا دوطرفه؟ برای پاسخ این سوال باید به نقشه و پلان ساختمان مراجعه کرد. تیرریزی و چینش ستون‌ها در کنار یکدیگر در نقشه ساختمان به‌خوبی مشخص شده‌است. انتخاب اینکه سقف به صورت وافل یک‌طرفه اجرا شود یا به صورت دوطرفه، مساله‌ای است که باید با توجه به طول دهانه و شکل پانل های سقف تعیین شود.

در دهانه های بلند، بهتر است اجرای سقف وافل ، به‌صورت دوطرفه انجام شود. اما اگر محاسبات انجام گرفته نشان می‌دهد که وزن بارمرده افزایش پیدا می‌کند بهتر است اجرای این سقف با دقت و وسواس بیشتری صورت گیرد.

۳-۱ مقایسه سقف وافل یک طرفه و دو طرفه

هر کدام از سقف‌های وافل یک طرفه و دو طرفه دارای ویژگی ها و کاربردهای متفاوتی هستند. همین ویژگی ها هستند که زمینه ساز تفاوت های بین این دو نوع دال می باشند. این تفاوت ها به صورت زیر هستند:

در سقف وافل یک طرفه تیرها در دو جهت مخالف و در سقف هایی که به صورت دو طرفه می باشند صفحات توسط چهار تیر مجزا و یا ستون های اطراف کنترل و پشتیبانی می شوند.

تکیه گاه اصلی در سقف های وافل یک طرفه به دلیل خم شدن در فاصله کوتاه تری تامین می شود. تکیه گاه اصلی برای سقف های وافل یک طرفه تنها در یک جهت فراهم می گردد در حالی که برای نوع دو طرفه آن این تکیه گاه در دو جهت وجود دارد.

در سقف وافل یک طرفه بارها تنها در یک جهت به تیر و یا تکیه گاه های کناری انتقال می یابند اما در نوع دو طرفه آن شاهد حمل بارها در هر دو جهت هستیم.

کاربرد سقف وافل دو طرفه به صورت گسترده تر و کاربردی تر بوده است. به همین علت می توان از آن برای پروژه های معماری بیشتری بهره برد. به طوری که پیش از به کار گیری این نوع سقف نیاز است تا ستون های مزاحمی که وجود دارند، حذف گردند. این کار موجب می شود تا فضای بیشتری برای اجرای پلان ها و یا برنامه های موجود در پروژه ایجاد شود. این موضوع یک مزیت ویژه به حساب می آید که افراد مختلف را به سمت استفاده از این نوع سقف وافل می کشاند.

دهانه ای که برای وافل دو طرفه انتخاب می شود، باید از ویژگی خمشی بودن برخوردار باشد. در سقف وافل یک طرفه امکان حذف تیرها وجود ندارند و وجود این قسمت ها بسیار ضروری بوده است. ولی در سقف وافل دو طرفه می توان این تیرها را حذف نمود. این مورد مزیت دال دو طرفه را نشان می دهد. در سقف وافل یک طرفه تیرها یک عملگر اصلی هستند. عملکرد آن ها را می توان به عنوان تکیه گاه مشاهده نمود که وظیفه مهار نمودن و انتقال دادن بار را بر عهده دارند. وجود این تیرها بسیار ضروری بوده و امکان حذف آن ها وجود نداشته است.

دو جهت متعامد حالتی است که در آن تیرچه های سقف وافل دو طرفه تشکیل می شوند. به همین علت این نوع وافل بدون نیاز به هیچ گونه تکیه گاهی می تواند با استفاده از ستون موجود به راحتی تعادل خود را حفظ نماید.

بزرگراه حقانی_خیابان گاندی شمالی – پلاک ۶ – واحد ۱
www.zagrosbana.com
+۹۸ (۰) ۲۱ ۸۸۸۸ ۹۹ ۷۳ – ۵

۱-۴ روش اجرای سقف وافل

۱-۴-۱ مرحله اول: شمع بندی یا اسکفولد

اولین مرحله در اجرای اغلب سقف ها عملیات شمع بندی است. شمع بندی برای سقف تا ارتفاع ۳ الی ۳,۵ مناسبت است و بیش از این ارتفاع می بایست از اسکفولد (scaffold) یا جک بلند

برای پوشش سطح زیر سقف استفاده می شود.

۲-۴-۱ مرحله دوم: قوطی کشی یا شاسی کشی

اولین مزیت اجرای سقف وافل نسبت به دیگر روش های اجرای سقف مجوف مانند یوبوت یا کوبیاکس، در تخته بندی زیر سقف است. در اجرای سقف وافل هیچ نیازی به تخته بندی زیر سقف نیست و خود قالب ها نقش نگه دارنده بتن تازه را انجام می دهند. در حالی که برای اجرای دیگر انواع سقف مجوف به دلیل اینکه قالب درون سقف قرار می گیرد، عملیات تخته بندی و هزینه های مرتبط با آن نیاز است. در این حالت علاوه بر این که یک مرحله به مراحل اجرایی اضافه می کند، به همان نسبت نیز زمان اجرای پروژه طولانی تر می شود.

با حذف مرحله تخته بندی، دومین مرحله اجرایی با قوطی کشی یا قوطی گذاری آغاز می شود. قوطی ابزاری فلزی است که بر روی شمع بسته می شود و نقش تکیه گاه را برای قالب های وافل دارد. قوطی کشی به دو روش انجام می شود. در یک روش همان طور که در تصویر زیر دیده می شود، قوطی ها طوری قرار می گیرند که دو لبه دو ردیف قالب وافل بر روی یک قوطی قرار بگیرد. این روش گرچه اقتصادی تر و ساده است اما از ایمنی کمتری برخودار است.

مراحل اجرای سقف وافل : قوطی کشی ویژه

در روش دیگر مطابق تصویر زیر، به ازای هر ردیف قالب یک قوطی قرار داده می شود به عبارت دیگر لبه هر ردیف قالب بر روی یک قوطی تکیه دارد. در این روش کمی هزینه و زمان اجرا بیشتر می شود اما ایمنی و اطمینان مناسبت تری ایجاد می کند.

۳-۴-۱ مرحله سوم: قالب گذاری و بست U شکل

پس از قوطی کشی و اطمینان از اتصال مناسب قوطی ها به شمع ها نوبت به قالب گذاری می رسد. بسته به روش اجرای قوطی ها همان طور که در بخش قبل توصیف شد، قالب ها می توانند روی قوطی مختص خود قرار بگیرند یا به صورت اشتراکی روی یک قوطی گذاشته شوند.

در روش معمولی که در حال حاضر همه پیمانکاران استفاده می کنند پس از جایگذاری قالب ها مابین قوطی ها، از میلگردهای U شکل برای اتصال دو قالب مجاور به همدیگر استفاده می شود. که علاوه بر مصرف میلگرد، زمان بر بوده و از دقت و ایمنی خوبی برخودار نیست. ضمن اینکه ممکن است در حین بتن ریزی، شیره بتن از لابه لای قالب ها نشت کند. علاوه بر این در مواقعی که باد شدید می وزد ممکن است قالب ها از جا درآیند.

۴-۴-۱ : قالب وافل قفل دار

بزرگراه حقانی_خیابان گاندی شمالی – پلاک ۶ – واحد ۱
www.zagrosbana.com
+۹۸ (۰) ۲۱ ۸۸۸۸ ۹۹ ۷۳ – ۵

روش جدیدی که شرکت زاگرس بنا ابداع کرده و به کار می گیرد، استفاده از قالب وافل قفل دار است. در این نوع روش، برای هر قالب بست هایی تعبیه شده که پس از جایگذاری قالب ها، به سهولت می توان قالب های مجاور را به همدیگر قفل کرد. استفاده از قالب قفل دار علاوه بر کاهش هزینه و صرفه جویی در زمان، کیفیت اجرای سقف را به مراتب افزایش داده و احتمال نشت شیره بتن تازه از مابین قالب ها را از بین می برد. ضمن اینکه با استفاده از قالب وافل قفل دار امنیت جانی کارگران تامین شده و همچنین با اطمینان بیشتری می توان از روش اجرایی قوطی به شکل مشترک استفاده کرد.

۱-۴-۴-۱ قالب وافل قفل دار

روش جدیدی که شرکت زاگرس بنا ابداع کرده و به کار می گیرد، استفاده از قالب وافل قفل دار است. در این نوع روش، برای هر قالب بست هایی تعبیه شده که پس از جایگذاری قالب ها، به سهولت می توان قالب های مجاور را به همدیگر قفل کرد. استفاده از قالب قفل دار علاوه بر کاهش هزینه و صرفه جویی در زمان، کیفیت اجرای سقف را به مراتب افزایش داده و احتمال نشت شیره بتن تازه از مابین قالب ها را از بین می برد. ضمن اینکه با استفاده از قالب وافل قفل دار امنیت جانی کارگران تامین شده و همچنین با اطمینان بیشتری می توان از روش اجرایی قوطی به شکل مشترک استفاده کرد.

۵-۴-۱ مرحله چهارم: آرماتور بندی

پس از قالب گذاری نوبت به اجرای آرماتورها مطابق با نقشه طراحی سقف وافل می رسد. در این مرحله آرماتورهای کششی مابین قالب ها با فواصل و تعداد مشخص گذاشته می شوند و آرماتورهای حرارتی نیز به شکل یک مش گسترده بر روی قالب ها با رعایت فاصله از قالب، تنیده می شود.

۱-۴-۶ مرحله پنجم: بتن ریزی

مرحله پنجم اجرای سقف وافل بتن ریزی است. قبل از بتن ریزی لازم است که از تمام سطوح نگه دارنده سقف بازدید چشمی شود تا از نشت بتن اطمینان حاصل گردد. در این مرحله بتن تازه مطابق با مقاومت و مشخصات طرح به محل اجرای پروژه منتقل می گردد و به صورت یکپارچه بر روی سقف ریخته می شود. معمولا در بتن ریزی سقف وافل نیازی به ویبراسیون نیست به این دلیل که فضای بتن ریزی کاملا باز و قابل دسترس است بر خلاف بتن ریزی سقف های یوبوت یا کوبیاکس که فضای زیرین قالب ها به سهولت قابل دسترس بتن تازه نیست و با ویبراسیون، بتن تازه به سمت این فضاها هدایت می شود.

۱-۴-۷ مرحله پایانی اجرای سقف وافل : بازکردن قالب ها

پس از سخت شدن بتن سقف و رسیدن آن به مقاومت نهایی، قالب های وافل باز شده و پس از پاکسازی در محل دیگری قابل استفاده هستند.

۱-۵ مزایای سقف وافل

مهمترین مزیت سقف وافل حذف ستون های متعدد است. ستون های اضافه علاوه بر تاثیر منفی در معماری سازه، وزن و هزینه تمام شده آن را نیز افزایش می دهد. سقف وافل با پوشش دهانه های طولانی

تر، این امکان را ایجاد می کند که تعداد ستون های مورد نیاز سازه کمتر شود. علاوه بر این، ساختار مشبک سقف وافل ظرفیت باربری آن را نسبت به دال های معمولی افزایش می دهد.

افزایش ظرفیت باربری به همراه حذف ستون و کاهش وزن مرده برابر است با صرفه جویی اقتصادی و کاهش هزینه تمام شده پروژه.

از بعد معماری نیز سقف وافل به کمک انواع قالب ها، فضای مناسبی را برای پیاده سازی طرح های معماری فراهم می کند. از فضای مشبک ایجاد شده برای نورپردازی و یا اجرای نماهای جذاب استفاده می گردد.

از مزایای اجرایی سقف وافل می توان به حذف تیرچه های پیش ساخته اشاره کرد که علاوه بر هزینه حمل و نقل و انبار کردن، فرآیند اجرا را نیز دردسر ساز می کند.

از لحاظ فنی نیز، در اجرای این نوع سقف به دلیل جنس پلاستیکی قالب ها، جذب آب بتن بسیار کاهش یافته و ویبراسیون بتن به راحتی انجام می شود. در نتیجه کیفیت بتن در حد مطلوبی خواهد بود.

۶-۱ سازه های مهمی که از این نوع سقف استفاده کرده اند

همان طور که گفته شده به دلیل مزایای فنی، اقتصادی و زیبایی شناسی، از سقف وافل در صد سال اخیر در بسیاری از سازه های مهم استفاده شده است.

تئاتر ملی بریتانیا یکی با شکوه ترین مکان های هنری است که از این روش برای اجرای بخشی از سقف آن استفاده شده است. این بنا در سال ۱۹۷۶ در شهر لندن ساخته شده و بیش از ۲۰۰۰ نفر ظرفیت دارد.

متروی واشنگتون نیز از آثار بی نظیر مهندسی است که در بخشی از آن سرتاسر سقف تونل به شکل سقف وافل اجرا شده است که علاوه بر صلبیت و یکپارچگی، منظره باشکوهی را ایجاد نموده است.

از دیگر نمونه های بکارگیری سقف وافل در دنیا به موارد زیر می توان اشاره کرد:

ساختمان لجستیک و ارتباطات مادرید، اسپانیا

خانه برانگارو، سیدنی، استرالیا

سالن گالبریس،کالیفرنیا، آمریکا

۱-۷ طراحی سقف وافل با استفاده از نرم افزارهای کاربردی

دو نرم افزار بسیار کاربردی وجود دارند که به واسطه آن ها می توان سقف وافل را طراحی نمود. Safe و Etabs دو نرم افزار بسیار رایج هستند که آمار استفاده بالاتری را نسبت به دیگر برنامه های طراحی دارند. از این رو یادگیری آن ها و آشنا شدن با نحوه طراحی سقف وافل در Safe و Etabs می تواند بسیار کارآمد باشد. به همین علت در ادامه قصد داریم به بررسی هر دو برنامه سیف و ایتبس بپردازیم.

۱-۷-۱ طراحی سقف وافل در Safe

برای اینکه به طراحی سقف وافل در Safe بپردازیم، بد نیست با معنای کلی خود سقف آشنا شویم. وافل ها در حقیقت نوعی از دال های دو طرفه بوده اند که تشکیل شده از چندین تیرچه های بتنی می باشند. ضخامتی که این نوع از سقف ها را می پوشاند، در سرتاسر آن ثابت بوده است. یکی از نرم افزارهایی که توسط آن می توان سقف وافل را تعریف نمود، Safe می باشد. در این برنامه با استفاده از یک مسیر می توان دال از نوع وافل (Waffle) را تعریف نمود. این مسیر به صورت Define menu > Slab Properties بوده است. با استفاده از این مسیر دال ها که به صورت عمودی بوده اند، تعریف می گردند. پس از انتخاب این مسیر، نوبت آن است که شروع به ترسیم کنید. البته نکته ای که در این مورد قابل ذکر می باشد، این است که نوع ترسیم تان را باید انتخاب کنید. همانطور که از موضوع مشخص است، از نوع

بزرگراه حقانی_خیابان گاندی شمالی – پلاک ۶ – واحد ۱
www.zagrosbana.com
+۹۸ (۰) ۲۱ ۸۸۸۸ ۹۹ ۷۳ – ۵

Waffle بوده است. در تعریف سقف وافل چیزی که از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است این می باشد که به طور کامل بخش های مختلف را مشخص کنید. مقیاس ها و مشخصاتی که در Safe باید آن را به درستی تعریف نمایید، شامل موارد زیر می باشند:

عمق کلی

ضخامت دال بالایی

عرض ریب در بخش بالایی و پایینی

فاصله بین ریب ها در جهت محورهای اصلی

عمق کلی در بخشی به نام overall depth مشخص می گردد. ضخامت بالایی را نیز می توان در قسمتی به نام slab thickness وارد نمود. width of the stem top and bottom مسیری است که به واسطه آن می توان عرض ریب را در دو بخش بالایی و پایینی مشخص کرد. همچنین اگر می خواهید فاصله بین ریب ها را در جهت محورهای اصلی که به طور پیش فرض x و y گرفته می شوند، مشخص کنیم، می توانید از pacing of the ribs parallel to the slab 1 axis and the spacing of the ribs parallel to slab-2 axis بهره ببرید و مشخصات مربوطه را وارد نمایید. نکته ای که در مورد این برنامه وجود دارد این است که قبل از وارد نمودن مشخصات باید واحد اندازه گیری را بر روی کیلوگرم و متر تنظیم کنید. عرض تیرچه در سقف وافل در قسمت پایین کمتر می باشد و در بخش بالایی عرض بیشتری را به خود اختصاص داده است. چیزی که ابعاد عرض را مشخص می کند، نوع قالبی است که در سقف به کار می رود. نوع طراحی این سقف ها به صورت شیبدار بوده است. طراحی به صورت شیبدار به سقف این امکان را می دهد تا قالب ها بتوانند آزادانه و سالم در میان آن ها به حرکت بپردازند.

فاصله ای که بین ریب ها باید وجود داشته باشد، بسیار حائز اهمیت می باشد. شرکت زاگرس بنا ارائه دهنده فواصل مختلفی برای طراحی سقف وافل بوده است. با مراجعه به وبسایت می توانید این فواصل را مشاهده فرمائید.

۲-۷-۱ طراحی سقف وافل در Etabs

یکی دیگر از برنامه هایی که می توان از آن برای طراحی سقف وافل استفاده کرد Etabs می باشد. این برنامه همانند نرم افزار Safe دارای شباهت های زیادی با یک دیگر می باشند اما به دلیل اهمیت بالایی که این موضوع به خود اختصاص داده است، باید به طور کامل به تشریح هر آنچه در آن وجود دارد، پرداخت. برای اینکه بتوانیم مقطع وافل را در منوی برنامه Etabs تعریف کنیم، نیاز

است تا از مسیر Define>Section properties>slab Section استفاده کرد. در این برنامه نیز نیاز است تا برخی از ویژگی ها و مشخصات را برای آن در قسمت هایی از خود نرم افزار تعریف و وارد نمود. این مشخصات همانند برنامه Safe به شرح زیر می باشند:

عمق کلی

ضخامت دال

عرض ریب و یا تیرچه

فاصله بین ریب ها

برای وارد کردن مشخصات عمق کلی از مسیر Overall depth استفاده می کنیم. اگر بخواهیم ضخامت دال را که در قسمت بالایی وجود دارد را وارد نماییم، بخش slab thickness مورد استفاده قرار می گیرد. ریب ها در دو بخش بالا و پایین قرار دارند که برای وارد نمودن اطلاعات مربوط به آن می توان از width of the stem top and bottom بهره برد. در نهایت از pacing of the ribs parallel to the slab 1 axis and the spacing of the ribs parallel to slab-2 axis برای وارد نمودن مشخصات مربوط به فاصله بین ریب ها استفاده می شود.

۱-۸ کاربردهای سقف وافل در دنیای مهندسی

با گذر زمان اهمیت بتن بیش از پیش بر مهندسان مشخص شد و علاوه بر تلاش های بسیار در جهت افزایش کیفیت بتن، در زمینه کاهش مصرف آن نیز تلاش های بسیاری صورت گرفته است. یکی از محل های مصرف بتن در دال سقف ساختمان ها است که حجم بالایی از بتن را مصرف می کند و تاثیر زیادی در هزینه تمام شده سازه دارد. مهمترین کاربرد سقف وافل را می توان در کاهش مصرف بتن و در نهایت کاهش هزینه ساخت، دانست. در ادامه با دیگر کاربرد سقف وافل آشنا خواهید شد.

۱-۹ کاربرد سقف وافل در کاهش مصرف بتن

در عملیات اجرای سقف وافل با به کار گیری قالب های وافل، حجم چشم گیری از بتن مصرفی کاهش می یابد. به عبارت دیگر با جایگذاری قالب وافل، حجمی از بتن که عملا عملکرد سازه ای

ندارد از دال بتنی حذف می شود. حذف بتن غیر سازه ای مزایای زیادی دارد. اول اینکه هزینه قابل ملاحظه ای برای تهیه، انتقال و اجرای بتن حذف می شود. از سوی دیگر وزن کلی سازه و به ویژه وزن مرده سقف کاهش می یابد که در نهایت موجب کاهش ابعاد دیگر اعضای سازه ای مانند تیرها و ستون ها می گردد.

از طرف دیگر در دنیای امروز کاهش در مصرف بتن تاثیر مثبتی در حفظ محیط زیست خواهد داشت. به عبارت دیگر ساخت بتن، مساوی است با نیاز به تولید سیمان بیشتر و فرآیند تولید سیمان فرآیندی است که به میزان قابل توجهی دی اکسید کربن را در جو رها می کند. دی اکسید کربن یکی از عوامل اصلی در گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی به شمار می رود. هرچه میزان مصرف سیمان و بتن در یک سازه کمتر باشد، آن سازه از لحاظ زیست محیطی پایدارتر و مطلوب تر است. بنابراین می توان سقف وافل را یک روش سازگار با محیط زیست دانست چراکه با به کارگیری قالب وافل حجم بتن ناکارمد به حداقل می رسد.

۱۰-۱ کاربرد سقف وافل در معماری

کاربرد دیگر سقف وافل در تامین دهانه های مورد نیاز طرح های معماری است. طراحان معماری امروزی به دنبال استفاده هرچه بیشتر از فضاها هستند و همچنین از تمام ابزارهای موجود برای جلوه دادن فضاهای کوچک به فضایی بزرگ و وسیع کمک می گیرند. ستون ها علی رغم اینکه از دید مهندسان سازه، اعضای حیاتی سازه هستند اما در نظر مهندسان معمار اغلب المان هایی مزاحم و دردسرساز می باشند و همیشه برای اجرای طرح های معماری خود و جلوه دادن فضاها، به دنبال حذف ستون ها هستند.

سقف وافل هم به نیاز مهندسان عمران و مهندسان معمار پاسخگو است. بدین صورت که با ایجاد عملکرد دو طرفه در سقف و کاهش همزمان وزن مرده آن، باعث می شود که تعداد ستون های مورد نیاز یک سازه کاهش یابد و به عبارت دیگر دهانه های وسیع تا 16 متر نیز بدون نیاز به ستون قابل اجرا باشد.

علاوه بر آن سطح زیرین سقف وافل، سطحی مشبک را ایجاد می کند که فضای مناسبی برای اجرای انواع طرح های معماری شامل نورپردازی، گچبری و آیینه کاری ایجاد می کند.

۱-۱۱ نقش سقف وافل در اجرای تاسیسات

یکی از مشکلات اجرای تاسیسات ساختمان تعبیه مسیرهایی برای عبور لوله های آب و فاضلاب و کابل های برق و تلفن است. مسیر عبور تاسیسات باید به گونه باشد که به مقصد برسد و در عین حال در معرض دید نباشد. علاوه بر این از اعضای سازه ای ساختمان عبور نکند.

سقف وافل به دلیل ایجاد فضایی شبکه مانند این امکان را می دهد که کانال های تاسیسات از درون تیرچه های درجا عبور کنند بدون اینکه در معرض دید باشند و یا از لحاظ سازه ای مشکلی ایجاد کنند. البته برای تامین مسیرهای عبور تاسیسات باید قبل از بتن ریزی سقف، مسیرها را مشخص کرد و در طول آن مسیر از ابزاری برای قالب بندی استفاده نمود.

۱-۱۲ کاربرد سقف وافل در مقاوم سازی در برابر زلزله

کاربرد سقف وافل در طراحی و اجرای ساختمان های مقاوم در برابر زلزله از جهت سبک سازی سقف اهمیت پیدا می کند. همان طور که گفته شد، یکی از مزایای سقف وافل حذف بتن ناکارآمد است که علاوه بر مزایای اقتصادی در مقاوم سازی لرزه ای نیز تاثیر گذار می باشد. در مباحث لرزه شناسی، کاهش وزن مرده سازه بسیار اهمیت دارد چراکه امواج زلزله متناسب با سختی و وزن سازه، جذب سازه می گردد. به عبارت ساده هرچه وزن یک سازه بیشتر باشد، سهم آن سازه از امواج زلزله بیشتر شده و آسیب بیشتری می بیند. بنابراین در علم مهندسی زلزله هدف اصلی کاهش هرچه بیشتر وزن سازه است که به کارگیری سقف وافل دقیقا همین نقش را در کاهش وزن و در نتیجه مقاوم سازی در برابر زلزله دارد.

۱-۱۳ کاربرد دال وافل به عنوان فونداسیون

یکی دیگر از کاربردهای دال وافل در اجرای فونداسیون بر روی خاک های رسی یا منبسط شونده (expansive) است. خاک های رسی و منبسط شونده در معرض رطوبت مقدار زیادی آب به خود جذب کرده و اصطلاحا متورم می شوند. در اثر افزایش حجم، فشار زیادی را در یک بخش یا در کل فونداسیون وارد می کنند. اما با به کار گیری دال وافل به عنوان فونداسیون، علاوه بر افزایش ظرفیت باربری، فضای مشبک زیرین دال، یک فضای اطمینان برای تورم خاک های منبسط شونده تامین می کند به صورتی که فضای مشبک دال وافل، افزایش حجم خاک های رسی را در خود جای می دهد و فشاری به کلیت فونداسیون وارد نمی شود.

با به کارگیری دال وافل به عنوان فونداسیون نیاز به حفاری های عمیق و شمع گذاری در خاک های رسی مرتفع شده و با هزینه کمتر و سرعت بیشتر عملیات پی ریزی انجام می گردد. این علاوه بر مزایایی مانند کاهش مصرف بتن و کاهش هزینه اجرایی است که پیش از این برای دال وافل بر شمردیم.

۱-۱۴ قیمت سقف وافل و عوامل تعیین کننده آن

سقف وافل، به دلیل سادگی در نحوه اجرا، عدم استفاده از مصالح گران قیمت و هم چنین به دلیل وزن مرده‌ی بسیار کم در مقایسه با سایر سقف‌ها و مقطع بهینه ساختمانی، عملکرد بسیار خوبی از خود به نمایش گذاشته؛ توانسته جای خود را در این صنعت باز کند؛ و چون از نظر اقتصادی بسیار به‌صرفه است، طرفداران زیادی پیدا کرده است. قیمت سقف وافل در هر یک از مراحل انجام کار با یکدیگر و در هر پروژه نیز متفاوت است. شرکت زاگرس بنا، به‌صورت کاملا شفاف و واضح، تمام مراحل اجرای سقف و هزینه‌های آن را در اختیار شما قرار می‌دهد تا با اشراف به همه جزئیات، تصمیم خود را بگیرید.

۱-۱۵ عوامل تاثیر گذار بر روی قیمت سقف وافل

در ادامه به بحث در مورد مواردی خواهیم پرداخت که تاثیر مستقیم بر روی تعیین هزینه سقف وافل دارند. دقت کنید که در اجرای سقف به صورت وافل، عواملی وجود دارد که باعث کاهش قیمت نهایی سقف وافل می‌شوند و بعضی از موارد باعث افزایش قیمت می‌شوند؛ اما در کل و با توجه به آن‌چه از این سقف دیده شد، این سقف از نظر کاربرد و هزینه نسبت به بقیه سقف‌هایی که در صنعت ساختمان به کار گرفته می‌شوند، برتری دارد. عواملی که بر روی تعیین قیمت سقف وافل تاثیر دارند را از دو جهت تاثیر کاهشی و تاثیر افزایشی بر قیمت بررسی می‌کنیم:

۱-۱۵-۱ عوامل تاثیرگذار روی کاهش قیمت

تیرچه، بلوک، یونولیت، قالب‌های یوبوت و قالب‌های ماندگار و هر چیزی که در بقیه قالب‌ها در سقف باقی می‌ماند، در سقف وافل حذف می‌شود؛ در واقع به همین علت است که به سقف وافل، سقف غیر ماندگار گفته می‌شود و حذف این موارد است که باعث کاهش قیمت سقف وافل می‌شود.

قالب سقف وافل، آماده و در دسترس هستند و به‌همین دلیل، هزینه‌ی اجرای قالب‌بندی کاهش یافته و این مورد نیز، در کاهش قیمت نهایی سقف وافل موثر خواهد بود. اما نکته‌ای که قابل توجه آن است که این قالب‌ها، قیمت بالاتری در مقایسه با بقیه قالب‌ها دارند؛ اما چون می‌توان از آن به دفعات استفاده کرد، هزینه‌ای که خرید این قالب برای اولین بار تحمیل می‌کند بین پروژه‌های مختلف تقسیم شده و قیمت نهایی سقف وافل را کاهش می‌دهد.

توخالی بودن قالب‌های سقف وافل، این امکان را فراهم می‌کند که تمام موارد و اجزاء را بتوان از داخل سقف عبور داد. با وجود این مزیت، دیگر لازم نیست که برای پوشاندن سقف، از سقف کاذب استفاده کرد و هزینه‌ای جداگانه به پیمانکار تحمیل نخواهد شد ضمنا استفاده از این سقف ضخامت سقف را در حالت کلی نیز افزایش نخواهد داد و این برتری است که سقف وافل به بقیه سقف‌ها دارد.

برای اجرای این سقف نیازی نیست که از کارگران آموزش دیده و متخصص استفاده شود و به‌دلیل سبکی قالب‌های وافل و راحتی در حمل و نقل آن‌ها به تعداد کارگر کمتری نیاز است و این عامل کمک کننده است تا بتوان قیمت نهایی اجرای سقف را کاهش دهد.

دیوار برشی نیز از عواملی است که باعث می‌شود قیمت نهایی سقف وافل کمتر شود. تاثیر آن نیز به این صورت خواهد بود که هرچه دیوار برشی در نقاط بهتری از ساختمان انجام شود، در کنترل بار جانبی عملکرد بهتری در ساختمان به‌وجود خواهد آمد باری که بر روی ساختمان وارد می‌شود کمتر بوده و طبیعتا هزینه اجرای سقف وافل کمتر برآورد خواهد شد.

در سقف‌هایی مجوف که قالب ماندگار دارند، بتن‌ریزی در دو مرحله صورت گرفته و در نتیجه میزان بتنی که مصرف می شود بیشتر خواهد بود. اما در سقف وافل، ریختن بتن در یک مرحله انجام شده و این امر بر روی عملکرد تاثیر فوق‌العاده‌ای داشته، ضمن اینکه کاهش قیمت تمام شده‌ی پروژه را نیز باعث می‌شود.

تخته‌کوبی یا دال‌کوبی در اجرای سقف‌های یوبوت، نیاز است اما اجرای سقف به صورت وافل به دال‌کوبی نیازی ندارد و می‌توان قالب‌های وافل را بر روی پروفیل یا چهار تراش یا لوله قرار داد و بدین سبب قیمت اجرای آن، کاهش پیدا می‌کند.

در یک جمله می‌توان گفت که نوع پلان، نوع دیوار چینی، تعداد طبقات، ارتفاع کلی هر طبقه، ارتفاع کلی هر ساختمان، وضعیت و تیپ کلی خاک و طول دهانه عوامل مهمی هستند که بر روی قیمت کلی ساختمان تاثیر دارند.

۲-۱۵-۱ عوامل تاثیرگذار بر روی افزایش قیمت

هرچقدر دهانه بزرگتر شود، به طبع آن ضخامت آن بیشتر شده، مصالح بیشتری مصرف شده و اصطلاحا سقف نیز سنگین تر و دستمزد اجرای آن بالاتر می‌رود.

از عوامل بسیار تاثیرگذار دیگر، شکل پلان است. وجود کجی‌هایی در پلان سقف وافل، شکل معماری و اینکه سر راست ، دارای منحنی و یا اشکال دیگر باشد نیز از عواملی هستند که در پلان مورد توجه باید قرار گیرند و باعث می‌شوند قیمت سقف وافل افزایش پیدا کند.

سقف وافل یک‌طرفه به‌صورت مترمربعی به فروش می‌رسند و ضمنا تیرچه در یک جهت بوده و این قضیه قیمت میلگرد و هم چنین هزینه تمام شده‌ی اجرای کل ساختمان را پایین‌تر می‌آورد. اما سقف وافل دوطرفه به‌صورت عددی یا دانه‌ای به‌فروش می‌رسد و به‌دلیل قدرتمندتر بودن، هزینه‌ی بیشتری نسبت به سقف وافل یک طرف دارد.

اما عامل دیگری بر روی قیمت نهایی سقف بسیار تاثیر دارد ارتفاع طبقات یا ارتفاع سقف تا کف است. در ارتفاع‌های بالاتر از سه متر به کفراژ بندی نیاز پیدا می‌شود و در نتیجه، به ازای افزایش ارتفاع طبقات، هزینه نیز بالاتر می‌رود.

۱۶-۱ جمع بندی و نتیجه گیری :

متن ارائه شده خلاصه کوتاهی از مقالات شرکت زاگرس بنا مانا می باشد برای اطلاعات بیشتر و یا نیاز به مشاوره پیمانکاری و یا خرید قالب وافل می توانید با ما تماس بگیرید:

پل های ارتباطی با ما

آدرس

تهران - بزرگراه حقانی - خیابان گاندی شمالی - پلاک ۶ - واحد ۱

info@zagrosbana.com

تلفن

+۹۸ (۰) ۲۱,۸۸۸۸۹۹۷۳-۵

موبایل مدیریت

+۹۸ (۰) ۹۱۲۳۸۶۸۹۸۷

بخش بازرگانی

+۹۸ (۰) ۹۱۰۴۸۰۳۰۰۰

+۹۸ (۰) ۹۱۰۴۸۰۴۰۰۰