



Namatek
True Education

www.namatek.com

Waffle Roof

دال وافل

فهرست مطالب

۱. دال وافل چیست؟
۲. ویژگی های دال وافل
۳. هدف استفاده از دال وافل چیست؟
۴. کاربردهای دال وافل
۵. انواع دال وافل
۶. روش ساخت دال وافل
۷. طراحی دال وافل
۸. مزایا و معایب استفاده از دال وافل
۹. قیمت سقف وافل

دال وافل نوع خاصی از دال است که در ساخت و ساز ساختمان ها استفاده می شود. از جمله ویژگی های کلیدی سقف های وافل می توان به ساختار توخالی و آجردار آنها اشاره کرد که نه تنها سبب افزایش جذابیت آنها شده؛ بلکه با کاهش وزن خود دال، سبب ایجاد یک هدف ساختاری نیز شده است. در این مقاله به بررسی دال وافل، ویژگی های آن، هدف استفاده از آن، کاربردها، انواع، مراحل ساخت سقف وافل و مزایا و معایب آن می پردازیم.

دال وافل چیست؟



دال وافل یا سقف وافل، یک سیستم دال تیرچه دو طرفه است که با دنده های بتنی عمود بر یکدیگر ساخته و تقویت شده اند و نیازی به میلگردهای آرماتور و اتصال به تیر ندارند. این نوع سقف ها در عمق یکسانی قرار می گیرند و ظاهر دنده ای یکنواختی را ایجاد می کنند. علت به کار بردن کلمه وافل در مورد این نوع سقف، حالت صاف و مشبک بودن این نوع سقف ها است که ظاهری شبیه وافل به آن ها می دهد. این تیرها از چوب یا گچ ساخته می شوند که دال های گچی نسبت به سایرین در خانه های مدرن دارای محبوبیت بیشتری هستند. معمولاً از دال های وافل در مکان هایی

استفاده می شود که به دهانه بزرگ برای جلوگیری از تداخل ستون ها با فضا نیاز داریم. عملکرد اصلی این سقف، تحمل بار زیاد است. همچنین در مواردی که محدودیتی برای عمق تیرها وجود دارد، برای به دست آوردن یک ارتفاع واضح و معین، از این نوع دال استفاده می شود. این نوع دال به نسبت سایر دال ها مانند دال آجردار تو خالی، سقف های گنبدی و دال سقف شیب دار، محکم تر و در عین حال سبک تر هستند. این سقف ها همه کاره هستند که یک مزیت بزرگ برای آن ها محسوب می شود. دال وافل به صورت سفارشی سازی و مطابق با سلیقه خریدار ساخته می شود.

ویژگی های دال وافل



ویژگی های دال های وافل عبارت اند از:

- الگوی مشبک موجود در بخش زیرین سقف که شبیه وافل است، سبب شده تا ظاهری متمایز ایجاد شود.
- برای فضاهایی که به دهانه بزرگ نیاز دارند، مانند سالن ها مناسب است.

- این دال ها به کاهش تداخل ستون ها کمک می کنند و سبب استفاده بهینه از فضا می شوند.
- از دال های ضخیمی که بین تیرهای عریض را می پوشاند، استفاده می شود تا اولویت های زیباشناختی را برآورده کند و از بیرون زدگی تیر جلوگیری کند.
- با قرار دادن استراتژیک آرماتورهای میله فولادی در دنده های دال سبب ایجاد استحکام در سازه ها می شود.
- با برداشتن بخش های بتنی ای که در بخش های زیرین محور خنثی استفاده نمی شوند، وزن کلی دال کاهش یافته است.
- گلدان های سفالی یا اشکال جایگزین را قبل از ریخته گری بتن در قالب قرار می دهند تا بتن های بلااستفاده حذف شوند و کارایی سازه افزایش یابد.

ویژگی های قالب وافل

ویژگی های قالب وافل به صورت زیر است:

- قالب وافل به گونه ای طراحی می شود که پس از عملیات بتن ریزی از سقف جدا شود و می توان از آن در سایر پروژه ها نیز استفاده کرد.
- پس از اتمام عمر مفید آن ها می توان قالب ها را بازیافت کرد.
- استفاده از قالب های کامپوزیتی، دوام و استحکام سازه را افزایش می دهد و آن را سبک تر می کند. این امر سبب ایمن تر شدن سازه در برابر بلایایی نظیر زلزله می شود.

- با استفاده از این نوع قالب ها، امکان حذف بلوک های سقفی از ساختمان فراهم می شود که به نوبه خود سبب سبک تر شدن سازه خواهد شد.

هدف استفاده از دال وافل چیست؟



علاوه بر طبیعت تزئینی ای که دال وافل دارد، این نوع سقف ها اهداف کاربردی زیادی مانند کاهش صدا نیز دارند. از دیگر اهداف ساخت دال وافل می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- سقف های وافل به نسبت سایر سقف های معادل خود، دارای استحکام بیشتر و وزن کمتری هستند.
- به نسبت دال های سنتی، سرعت ساخت این نوع دال ها بسیار بیشتر است.
- به دلیل سبک وزن بودن، مقرون به صرفه هستند.
- در مقایسه با دال قایق، ۳۰ درصد از بتن و ۲۰ درصد از فولاد کمتری برای ساخت آن ها استفاده می شود.
- حداقل میزان انحراف از کف را برای ایجاد پایداری، فراهم می کنند.

- پرداخت های عالی ای دارند و کیفیت ساختاری قوی ای از خود نشان می دهند.
- دارای عمق نسبتاً باریک در کف هستند و در برابر آتش مقاوم هستند.
- ارتعاش را به صورت محسوس، کنترل می کنند.

کاربردهای دال وافل



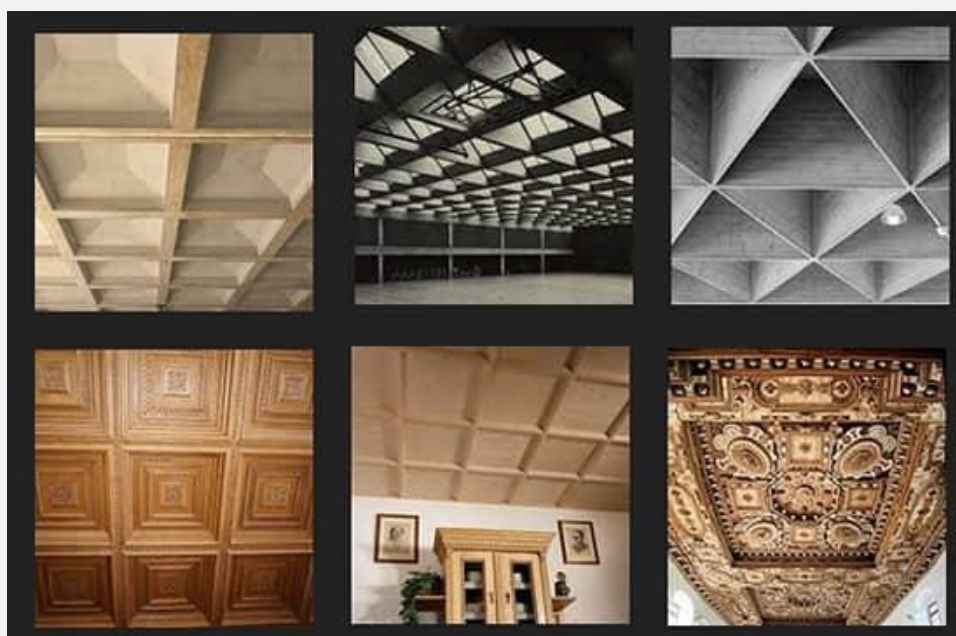
دال وافل در مکان هایی که قرار است دال هایی با دهانه وسیعی ساخته شود و در آن مناطق تعداد ستون ها کم است، استفاده می شود. این نوع دال ها در ساختمان های تجاری و صنعتی استفاده می شود؛ مانند:

- فرودگاه ها
- بیمارستان ها
- سالن ها
- پارکینگ های چند طبقه
- سازه های تجاری
- ساختمان های مسکونی به ویژه در فضای داخلی
- مؤسسات آموزشی

از جمله مکان هایی که در آن از دال وافل استفاده شده، نیز می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تئاتر ملی سلطنتی در لندن
- متروی واشنگتن
- Barangaroo House در سیدنی استرالیا
- GS1 در لیسبون پرتغال

انواع دال وافل



انواع دال وافل را می توان بر اساس روش ساخت و شکل دال دسته بندی کرد. انواع دال وافل بر اساس روش های ساخت به صورت زیر هستند:

- **سر جامد:** سرهای جامد در محل اتصال با ستون ساخته می شوند. این نوع دال به منظور تحمل الزامات برشی که در شرایط بارگذاری ممکن است با آن مواجه شویم، استفاده می شود.
- **تیرهای نواری:** یک تیر عریض توپر در امتداد خط مرکزی ستون قرار می گیرد و کمک می کند تا ساختار عمقی یکنواخت داشته باشد.

دال وافل بر اساس شکل دال (ورقه های پی وی سی) به صورت زیر دسته بندی می شوند:

- ساختار غلاف مثلثی
- ساختار غلاف مربعی

روش ساخت دال وافل



ساخت سقف های وافل به ۳ صورت امکان پذیر است؛ اما روش اصلی در هر سه یکسان است.

این ۳ روش عبارت اند از:

۱. در روش اول، ابتدا قالب بندی کردی و بتن روی آن ریخته می شود. سپس طبق طرح و اندازه مورد نیاز، دال در محل مورد نظر، ریخته گری و پردازش خواهد شد.
۲. در روش دوم، ریخته گری پنل های دال در محل دیگری انجام می شود (به عبارتی پیش ساخته هستند.) و سپس با استفاده از آرماتور و ریختن بتن مناسب، به یکدیگر متصل می شوند.

۳. در سومین حالت، از میلگردهای فولادی پیش ساخته استفاده می شود و در پنل های دال تقویت می شود. صفحات در جای دیگری تولید می شوند و سپس به محل برده و مونتاژ می شوند. در این نوع روش ساخت، نیازی به تقویت داخلی در سایت نیست.

مراحل اصلی ساخت دال وافل

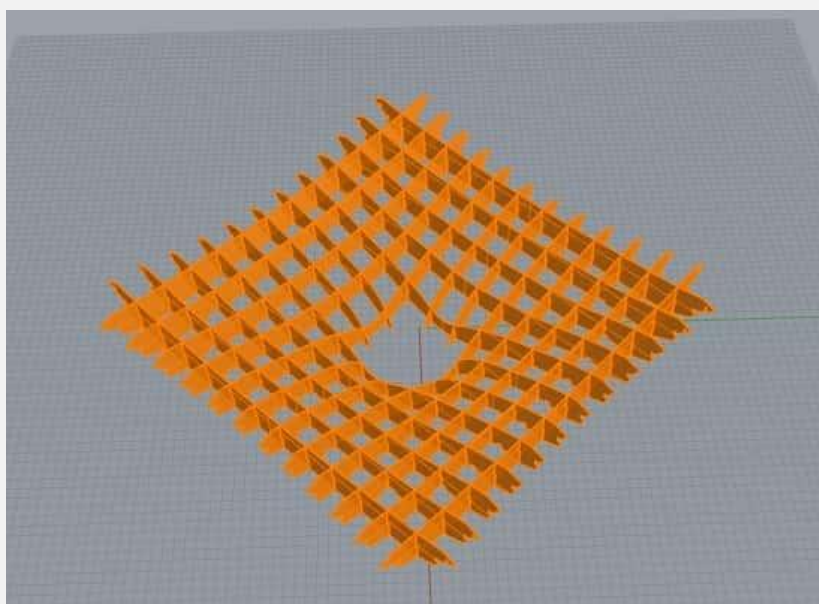
مراحل اصلی ساخت دال وافل به صورت زیر است:

۱. قالب را آماده کنید.
۲. المان های قالب را در آن قرار دهید.
۳. غلاف دال را روی شاتر قرار دهید.
۴. المان های نگهدارنده افقی و عمودی را توسط کانکتورها (Connectors) مرتب کنید.
۵. از یک گوشه کار کنید و غلاف سقف و جدا کننده را به صورت شبکه ای در داخل قالب بگذارید، همان گونه که در طرح قالب مشخص شده است.
۶. از اتصالات مکعبی به منظور ثابت کردن غلاف ها با چارچوب استفاده کنید.
۷. میله های تقویت کننده را روی فاصله ای که بین غلاف های دال وجود دارد، بگذارید.
۸. پس از تثبیت قالب، آرماتور در دو جهت قرار خواهد گرفت.
۹. شبکه یا سوراخ بالایی را با رعایت ویژگی های طراحی چیده و در صورت لزوم ببندید.

۱۰. بتن را بریزید و به خوبی تکان دهید و از پر شدن بخش های متقاطع مطمئن شوید.

۱۱. پس از سفت شدن بتن، غلاف ها و چارچوب ها از قسمت پایینی جدا خواهند شد.

طراحی دال وافل



طراحی دال وافل را می توان با کمک نرم افزار و ضوابط طراحی دال ها انجام داد. در طراحی این نوع دال ها باید موارد زیر را در نظر گرفت:

- ضخامت دال بالایی

- ضخامت شبکه در تیرچه ها

- عرض تیرچه ها

- فاصله بین تیرچه ها

تیرچه های پیش ساخته در دال استفاده نمی شوند و عرض تیرها بر اساس عرض دو لبه قالب وافل تعیین می شود. ویژگی های دال که در طراحی مورد توجه قرار می گیرد، عبارت اند از:

- ضخامت دال بالایی در حدود بین ۷۵ تا ۱۳۰ میلیمتر است. (نسبت ضخامت دال به دهانه ۱ به ۲۴ است.)
- عرض تیرچه ها بسته به عرض لبه های قالب بین ۱۳۰ تا ۱۵۰ میلیمتر است.
- نسبت ضخامت شبکه در تیرچه ها به دهانه دال ۱ به ۲۵ است.

عوامل تعیین کننده طراحی دال وافل

عوامل تعیین کننده طراحی دال به صورت زیر هستند:

- کل مساحت مورد نیاز برای ساخت دال وافل
- ضخامت دال
- عمق کلی سقف وافل
- فاصله بین دو تیر پشت سر هم

مزایا و معایب استفاده از دال وافل



مزایا و معایب استفاده از دال وافل به صورت زیر هستند.

- **بهبود طراحی اتاق:** طرح های دال وافل به گونه ای اند که بسیار چشم نواز و جذاب هستند و بسیار جلب توجه می کنند. این سقف ها می توانند هر اتاقی را بدون توجه به طراحی سبکی که آن اتاق دارد، بسیار جذاب کنند.
- **کاهش صدا:** صدا در اتاق هایی که دارای دال وافل هستند به راحتی به سایر بخش های ساخت منتقل نمی شوند. بنابراین این سقف ها برای اتاق های نشیمن یا سینمای خانگی که سطح سر و صدا در آن ها نسبتاً بالا است بسیار مناسب هستند.
- **پوشاندن بخش های ناخوشایند سقف:** علاوه بر جذابیت و زیبایی، این نوع سقف ها می توانند بخش های ناخوشایند سقف را که آسیب دیده، قدیمی شده یا ظاهر خوبی ندارند، پوشش دهند.
- **افزایش قیمت خانه:** شکی نیست که این ویژگی تزئینی، سبب افزایش زیبایی خانه شده و در صورت تصمیم به فروش، قیمت خانه افزایش خواهد یافت. این سقف ظاهری کلاسیک دارد که به این زودی ها از مد نخواهد افتاد.

از دیگر مزایای دال های وافل می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- نیاز کمتر به بتن
- تقویت شده با میله های فولادی
- عدم نیاز به گودبردای برای نصب تیر
- ساخت سریع تر
- کنترل ارتعاش

- ظرفیت حمل بار بیشتر به نسبت سایر دال ها
- ایجاد دهانه بزرگتر با مواد کمتر
- مناسب مناطق مسطح
- استفاده کمتر از بتن و فولاد
- امکان استفاده از چوب، بتن یا فولاد
- قابل استفاده به عنوان دال سقف یا کف

معایب

- **کاهش ارتفاع سقف:** اگر ارتفاع سقف کمتر از ۲٫۷ متر (۹ فوت) باشد، نصب دال وافل می تواند ارتفاع سقف را کوتاه تر کند. کوتاهی سقف سبب می شود تا اتاق ها شلوغ و کوچک به نظر برسد. ارتفاع سقف وافل حداقل ۳۰ سانتیمتر است که اندازه قابل توجهی برای کاهش سقف خواهد بود. به همین دلیل استفاده از دال وافل برای سقف هایی که ارتفاع بیشتر از ۲٫۷ متری دارند مناسب تر عمل می کند. هر چه عمق فرورفتگی ها بیشتر باشد، به سقف های بلندتری نیاز است تا تیرها بدون به خطر افتادن فضا، سر جای خود قرار گیرند.
- **نیاز به حمایت های سازه ای مستحکم:** ممکن است، سقف اتاقی به تقویت بیشتری نیاز داشته باشد تا بتوان روی آن دال وافل نصب کرد؛ به خصوص در خانه های قدیمی. برای اطمینان از این که سقف مورد نظر از استحکام کافی برخوردار است یا خیر، باید با یک فرد متخصص مشورت کرد و دال وافل توسط افراد ماهر نصب شود.
- **هزینه:** سقف های وافل از مواد طبیعی ساخته می شوند و برای ساخت و نصب آن ها به افراد ماهری نیاز است. هزینه تأمین مواد،

داربست برای سقف های بلند و نیروی کار باعث افزایش هزینه ساخت این سقف ها می شود. همچنین اندازه سقف، نوع مترپال و پیچیدگی طراحی نیز بر هزینه ساخت دال تأثیر می گذارد.

قیمت سقف وافل

عوامل زیادی در تعیین قیمت دال وافل نقش دارند که از جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- زمان اجرای کار
- مترپال مورد استفاده در سقف
- نوع مترپالی که استفاده شده
- هزینه های پیمانکاری
- تعمیرات
- هزینه مواد اولیه ساخت
- نوع تیر
- قالب های یک طرفه یا دو طرفه
- ابعاد سقف