

طراحی سقف عرشه فولادی



سقف عرشه فولادی نوعی سیستم سقف سازه‌ای است که از ورق‌های فولادی موجدار و بتن مسلح ساخته می‌شود. به دلیل مزایای فراوان سیستم عرشه فولادی، استفاده از این نوع سقف‌ها در بسیاری از پروژه‌های بزرگ امروزی رواج یافته است. علت محبوبیت این نوع سقف‌ها، اجرای سریع، عدم نیاز به قالب‌بندی و شمع‌بندی، نمای یکپارچه و زیبا، کاهش پرت مصالح و ایمنی بالای آن است.

سقف عرشه فولادی یا متال دک به دلیل سبکی، اثر چشمگیری در کاهش وزن ساختمان‌های بلندمرتبه و افزایش مقاومت آن‌ها در برابر زلزله دارد. البته همه این موارد منوط به این است که کلیه الزامات و ضوابط آیین‌نامه‌ای در زمان طراحی و اجرای المان‌های مختلف سقف عرشه فولادی رعایت گردد. در این مطلب به طراحی سقف عرشه فولادی و اجزای آن می‌پردازیم.

مقاله مرتبط: [سقف عرشه فولادی چیست؟](#)

طراحی سقف عرشه فولادی شامل طراحی چه مواردی میشود؟



سقف عرشه فولادی سیستمی است که از قرارگیری ضابطه مند اجزای مختلف و عملکرد یکپارچه آن‌ها تشکیل شده است. برای هر کدام از این اجزا در آیین‌نامه‌های طراحی، روابط خاصی بیان شده و ضروری است که تحمل هر المان در برابر نیروهایی که به سقف وارد می‌شود، به طور مجزا بررسی و کنترل گردد. در این جا با الزاماتی که برای هر عضو در سقف عرشه فولادی وجود دارد، آشنا می‌شویم.

طراحی ورق فولادی

ورق‌های فولادی در دو گروه ورق گالوانوم و گالوانیزه جای می‌گیرند و برای استفاده در عرشه، مقاومت تسلیم آن‌ها باید حداقل ۲۳۰ مگاپاسکال باشد. ضخامت ورق گالوانیزه از ۰/۸ تا ۱/۲ میلی‌متر تغییر می‌کند و ارتفاع کنگره‌های آن نباید بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر باشد. عرض متوسط کنگره‌ها نیز حداقل ۵ سانتی‌متر است و با بتن پر می‌شود.

ورق‌های گالوانیزه می‌توانند نقش سازه‌ای در سیستم عرشه فولادی داشته باشند و به عنوان یک المان کششی، مقاومت خمشی مقطع را افزایش دهند. در برخی موارد نیز ورق‌های گالوانیزه

نقش سازه‌ای ندارند و تنها به عنوان قالب ماندگار در سقف به کار می‌روند. هر کدام از این حالات، روش طراحی مخصوص به خود را دارد. ورق فولادی به عنوان قالب باید در برابر وزن بتن، ابزارآلات و افرادی که بر روی آن کار می‌کنند، مقاومت کافی داشته باشد و از مقاومت کششی آن صرف نظر می‌شود.

در حالت بعدی ورق فولادی در ترکیب با دال بتنی، نوعی سیستم کامپوزیت را ایجاد می‌کند که در آن از فولاد مسطح به منظور جبران ضعف بتن در کشش استفاده می‌گردد. وقتی در اثر خمش مثبت، ناحیه زیرین دال به کشش می‌افتد، ورق‌های فولادی که در این قسمت قرار گرفته‌اند برعکس بتن، مقاومت خوبی از خود نشان می‌دهند. درگیری ورق و بتن در این حالت باید به گونه‌ای باشد که به صورت کاملاً یکپارچه در برابر برش و لنگر عمل کنند و هیچ گونه لغزشی بین آن‌ها ایجاد نشود.

در ایران از ضوابط آیین‌نامه فولاد (مبحث دهم مقررات ملی ساختمان) و استاندارد سقف‌های مرکب عرشه فولادی جهت طراحی اجزای این نوع سیستم سازه‌ای سقف استفاده می‌شود. استاندارد SDI نیز به عنوان نخستین مرجع طراحی این نوع سقف‌ها در جهان شناخته می‌شود.

بیشتر بدانید: [سقف های مرکب عرشه فولادی](#)

طراحی دال بتنی

طراحی دال بتنی بر روی سیستم عرشه فولادی، باید با ضوابط آیین‌نامه بتن (مبحث نهم مقررات ملی ساختمان) انطباق داشته باشد. مقاومت مشخصه فشاری بتن در محدوده ۲۰ تا ۴۰ مگاپاسکال قرار دارد و حداقل پوشش بتن روی سطح عرشه فولادی نباید از ۵ سانتی‌متر کمتر شود. مهندسان مربوطه با توجه به روابطی که آیین‌نامه در خصوص مقاومت برشی یک‌طرفه و دوطرفه دال مرکب عرشه فولادی اعلام کرده است، مشخصات و ابعاد دال را به دست می‌آورند.



طراحی گلمیخ

گلمیخ در سقف عرشه فولادی، نقش انتقال تنش‌های برشی را بر عهده دارد تا پایداری جانبی سازه حفظ گردد. مقطع این میخ‌های سرپهن حداکثر ۲ سانتی‌متر قطر دارد و از آن جا که گلمیخ‌ها به عرشه جوش داده می‌شود علاوه بر ضوابط طراحی باید الزامات جوشکاری را نیز در خصوص آن‌ها رعایت کرد.

بر اساس آیین‌نامه، ارتفاع گلمیخ‌ها از بالای ورق فولادی شکل داده شده نباید کمتر از ۴ سانتی‌متر باشد و حداقل پوشش بتن روی آن‌ها ۱۵ میلی‌متر اعلام شده است. مقاومت برشی اسمی برشگیرهایی از نوع گلمیخ بر اساس رابطه‌ای که در آیین‌نامه فولاد ارائه شده، محاسبه می‌شود. در مبحث دهم همچنین به جزئیاتی مانند حداقل و حداکثر فاصله مرکز تا مرکز برشگیرها نیز اشاره شده است.

بیشتر بدانید: [هزینه اجرای سقف عرشه فولادی](#)

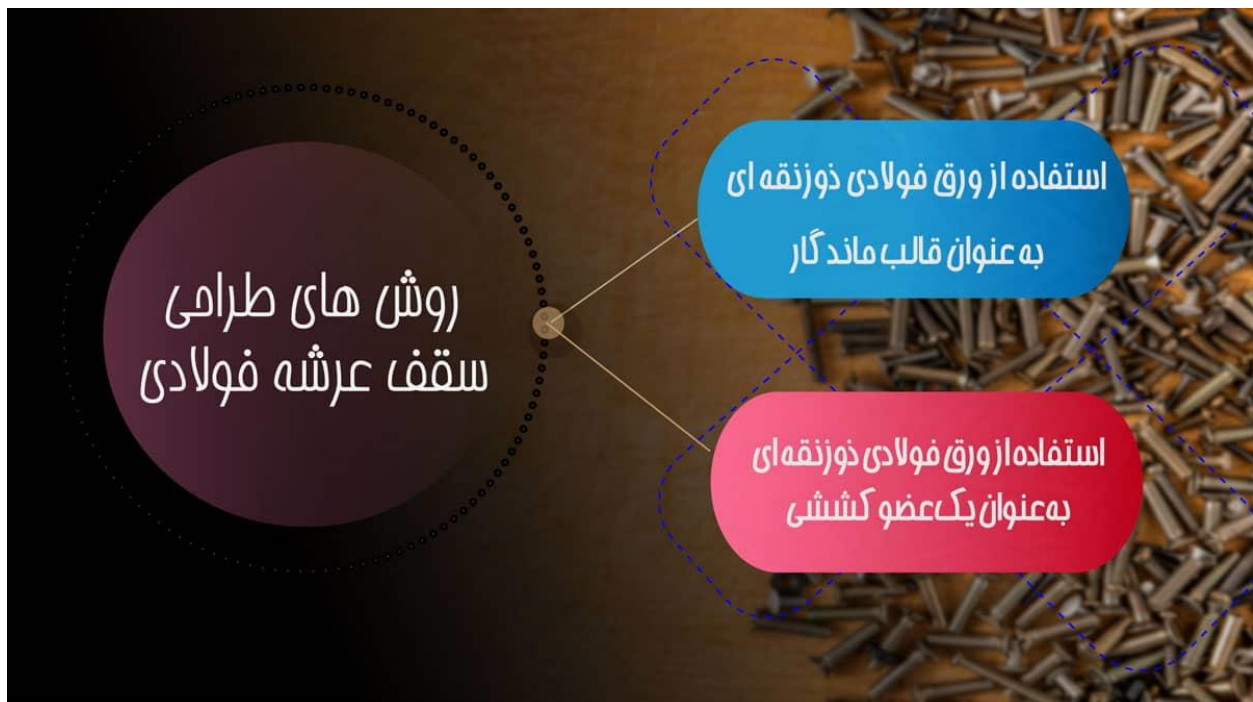
طراحی میلگرد

در زمانی که از ورق فولادی به عنوان قالب استفاده و از عملکرد کششی آن صرف نظر می‌شود، میلگردهای فولادی در ناحیه تحتانی بتن قرار می‌گیرند تا مقاومت دال را در برابر لنگر مثبت افزایش دهند. همچنین در کنسول‌ها و دهانه‌های ممتد که لنگر منفی ایجاد می‌گردد، به منظور تقویت ناحیه موردنظر آرماتوربندی انجام می‌شود. استفاده از آرماتورهای افت و حرارت نیز جهت مقابله با تنش‌هایی که در اثر تغییرات دمایی در بتن ایجاد می‌شوند، لازم است.

طراحی فلاشینگ

فلاشینگ عضوی با مقطع L شکل است که جهت جلوگیری از خروج بتن در لبه آزاد دهانه‌ها استفاده می‌شود. در طراحی و مهار فلاشینگ با تسمه‌های مخصوص، باید به پایداری آن در مقابل نیروی جانبی وارده از سوی بتن روان و تازه توجه نمود.

روش های طراحی سقف عرشه فولادی



روش های مختلفی برای طراحی سقف های عرشه فولادی وجود دارد، که باید بعد از انجام آزمایشات زیاد و در نظر گرفتن الگوریتم های مختلف و در نهایت گرفتن نتیجه قابل استفاده، انجام پذیرد، اما به طور کلی برای این سقف ها، معمولا از دو روش استفاده میگردد.

۱- استفاده از ورق فولادی دوزنقه ای به عنوان قالب ماندگار

در این روش ورق های دوزنقه ای را به عنوان قالبی در نظر می گیرند که باید بتواند وزن ابزارآلات و همچنین نفراتی که در حال اجرای سقف هستند را متحمل شود، این ورق فولادی تنها وزن های بارهای موجود تا مرحله بتن ریزی و وزن بتن را تحمل می کند و از مقاومت کششی ورق فولادی صرف نظر می شود. در واقع عملکرد سازه ای ورق فولادی در این روش نادیده گرفته می شود و سقف به عنوان دال بتنی دیده می شود.

۲- استفاده از ورق فولادی دوزنقه ای به عنوان یک عضو کششی

ورق فولادی به عنوان عضو کششی دومین روش طراحی این سقف ها می باشد. در این روش از ورق به عنوان یک المان کششی استفاده شده و درگیری بین بتن و ورق بیشتر می باشد. همچنین در این روش کافی است که بتن و ورق در برابر لنگر و برش ها با هم عمل کنند و نسبت به هم دچار لغزش نشوند.

نکاتی که باید در رابطه با طراحی استاندارد سقف عرشه فولادی بدانید!



- عرض ورق عرشه فولادی فرم شده گام 6 سانتیمتر باید حداکثر 100 سانتیمتر باشد.
- عرض ورق عرشه فولادی فرم شده گام 6/5 سانتیمتر باید حداکثر 98 سانتیمتر باشد.
- عرض ورق عرشه فولادی فرم شده گام 7/5 سانتیمتر باید حداکثر 94 سانتیمتر باشد.
- ورق های فولادی دارای مقاومت تسلیم بین 3000 تا 3500 می باشند، بنابراین در محاسبات حداقل تنش مجاز برای عرشه ها 3000 در نظر گرفته شود.

طراحی اصولی و کاربردی سقف عرشه فولادی در چند مرحله اجرا می‌گردد؟



برای اینکه بهترین مقطع ورق عرشه فولادی را برای اجرا داشته باشیم، قبل از اجرا باید طراحی سقف عرشه فولادی را انجام دهیم. این کار علاوه بر داشتن وزن حداقلی و باربری حداکثری، باعث کم شدن وزن بتن مورد استفاده نیز می‌گردد. یعنی سقف عرشه فولادی با کمترین سطح ورق بیشترین بار را تحمل می‌کند. طراحی اصولی و کاربردی سقف عرشه فولادی در سه مرحله اجرا می‌گردد.

- طراحی در زمان اجرا
- طراحی سقف مرکب پس از سفت شدن بتن
- طراحی کاربردی برای مقاومت در برابر آتش سوزی

حداکثر دهانه سقف عرشه فولادی

به منظور یکسان‌سازی طراحی سازه‌ها، نظام مهندسی هر منطقه بر اساس میزان ضخامت سقف، حداکثر دهانه سقف عرشه فولادی را تعیین می‌کند. در واقع هر چقدر سقف ضخامت بیشتری داشته باشد، می‌توان فواصل میان تیرها را نیز افزایش داد. حداکثر دهانه باید طوری تعیین شود که در شرایط بارگذاری مختلف سازه دچار ارتعاش نشود.

پیشنهاد: [محاسبه آنلاین قیمت عرشه فولادی](#)

آزمون عملکرد

از آنجایی که در طراحی سقف عرشه فولادی، تست های عملکرد ضروری است، مکانیسم انتقال و برش منحصر به فردی را دارا می باشد. هدف از آزمایش ها ، ارائه دادن داده ها برای معادلات طراحی مقاومت نهایی است. به طور خلاصه، یک سری آزمایش خاص برای ارائه طرح نهایی مورد نیاز است که باید قبل از اجرای سقف حتما با دقت بررسی شوند. زیرا کوچکترین ایراد در طراحی و اجرای سقف عرشه فولادی موجب ریختن سقف و ایجاد خسارت های زیادی می گردد.

جمع بندی

طراحی سقف عرشه فولادی نیاز به تخصص بالایی دارد و اگر توسط مهندسان خبره انجام نشود، مزایای بسیاری که در خصوص استفاده از این سیستم سازه‌ای سقف گفته شده، محقق نخواهند شد. توجه به الزامات آیین‌نامه‌ای و ضوابط گفته شده در مراحل تولید، طراحی و نصب اجزا می‌تواند تضمینی برای ایمنی و پایداری ساختمان در هنگام وقوع بلایای طبیعی باشد.