

سیستم ساختمانی قابهای سبک فولادی سرد نورد شده

در هر ساختمان از انواع سیستم های فلزی و غیرفلزی برای ساخت سازه استفاده می شود که هر کدام از این سیستم ها نقش مشخصی برای ساختمان ایفا می کنند. مثلاً بعضی از آن ها نیروهای جانبی و برخی نیروهای محوری سازه را تحمل خواهند کرد. اما هدف تمامی این سیستم ها استحکام و مقاومت هر چه بیشتر ساختمان در برابر انواع نیروهای استاتیکی و دینامیکی می باشد. سیستم قاب فولادی سبک نورد نیز یکی از انواع سیستم های مورد استفاده در ساختمان ها است که در ادامه بیشتر با آن آشنا خواهید شد.



سیستم قاب فولادی سبک نورد چیست؟

سیستم قاب فولادی سبک نورد (LSF) یکی از سیستم های ساختمانی است که معمولاً از آن برای ساخت ساختمان های با طبقات کم و نهایتاً تا ۵ طبقه استفاده می کنند. این سیستم بر پایه ورق های فولادی سرد نورد شده ساخته می شود که به شکل مقاطع سازه ای، باعث افزایش پایداری ساختمان خواهند شد. به علاوه این سیستم دارای صفحات و تخته های گچی برای پوشش های درونی، لایه های عایق صوتی و حرارتی، قطعات دیواره خارجی به عنوان نما و عناصر تکمیل کننده ساختمان می باشد. معمولاً از اجرای کار در شرایط خشک برای اجرای سیستم قاب فولادی سبک نورد استفاده می کنند و اتصالات آن از نوع پیچ است. بیشترین کاربرد این سیستم برای ساختمان های اداری و تجاری

کوچک، دفاتر، واحدهای صنعتی و سالن های ورزشی یک طبقه می باشد. گاهی اوقات برحسب نیاز از این سیستم به صورت ترکیبی با سازه های دیگر مانند دیوارهای سازه ای بتن آرمه نیز استفاده می کنند.

تاریخچه سیستم قاب فولادی سبک نورد

برخلاف تصور بسیاری از افراد که فکر می کنند روش سیستم قاب فولادی سبک نورد یک روش نوین و بسیار جدید است، قدمت بیش از ۱۰۰ سال دارد. این سیستم از سال ۱۸۵۰ میلادی در کشورهای پیشرفته انگلستان و آمریکا مورد استفاده قرار گرفته است. تکنیک خم کردن و شکل دادن ورقه های نازک که اساس ساخت این سیستم می باشد، برای اولین بار در جنگ جهانی اول ابداع شده است. سپس در سال ۱۹۳۳ به صورت رسمی در نمایشگاه بین المللی شیکاگو برای یک خانه به نام "خانه ای برای آینده" به عنوان یک سیستم سازه ای به کار برده شد. این سیستم به سرعت در میان انبوه سازان و مهندسين سازه جایگاه ویژه ای را به خود اختصاص داد، طوری که یک شرکت به نام لوسترون همز در سال ۱۹۴۰ بیشتر از ۲۵۰۰ خانه را با سیستم قاب فولادی سبک نورد ساخته و به فروش رساند.

طراحی سازه های سبک فولادی



معمولاً برای ساخت این نوع نظام ها طبق قواعد مشخص شده در آیین نامه های مربوط به سیستم قاب فولادی سبک نورد عمل می کنند. در این آیین نامه ها استفاده از اشکال مختلف برای ساخت این نوع سیستم ها مجاز است. به همین دلیل سیستم قاب فولادی سبک نورد دارای ابعاد متنوع بوده و ضخامت آن ها معمولاً بین ۰/۶ الی ۲/۵ میلی متر

متغیر خواهد بود. در این نوع سیستم ها، سقف ها و دیوار ها با تکرار قطعات سبک ساخته خواهند شد. مصالح اصلی آن ها ورق های فولادی گالوانیزه نازک است و دیوارهای داخلی را از گچ برگ ها و عایق های معدنی درست می کنند و دیوارهای خارجی نیز با روش های مختلف ساخته می شوند. برخی از اجزای سیستم قاب فولادی سبک نورد، باربر و برخی از اجزای آن غیر باربر هستند. ورق هایی که در سیستم قاب فولادی سبک نورد مورد استفاده قرار می گیرند به وسیله پرس کردن بریده می شوند. معمولاً اجزای قائم این نوع نظام ها برای تحمل بارهای ثقلی در نظر گرفته شده و برخی از اعضای آن نیز نیروهای جانبی را تحمل می کنند. اعضای عمودی این سیستم وادار و ستونک و اعضای افقی آن لاوک نام دارد.

نتایج استفاده از سیستم قاب فولادی سبک نورد

معمولاً اهداف مختلفی برای استفاده از سیستم قاب فولادی سبک نورد در نظر گرفته می شود که مهمترین آن ها عبارتند از:

- کاهش زمان ساخت
- کاهش وزن ساختمان
- کاهش حجم عملیات پی سازی
- افزایش سطح مفید بنا
- کاهش هزینه ی حمل و نقل
- انعطاف پذیری فضاها
- سهولت اجرا
- عدم نیاز به جرثقیل ها و ماشین آلات سنگین متعدد
- کاهش فعالیت های اجرایی ساختمان
- حذف عملیات جوشکاری
- جلوگیری از مشکلات احتمالی ناشی از نواقص جوشکاری، کیفیت ساخت، سرعت و دقت بالا در نصب
- امکان ساخت مقاطع مختلف با ابعاد متفاوت بر اساس نیازهای طرح
- کاهش نیروهای ناشی از زلزله به دلیل کاهش ۵۰ درصدی وزن سازه

لاوک در سیستم قاب فولادی سبک

در قسمت های قبلی به صورت سر بسته به اجزای مورد استفاده در سیستم قاب فولادی سبک نورد اشاره کردیم. اما در اینجا می خواهیم به اختصار هر کدام از اعضای سازه ای این سیستم را توضیح دهیم.

۱. ستونک (وادار): ستونک یا وادار اعضای عمودی در این سیستم هستند که وظیفه آن ها انتقال بارهای قائم به شالوده سازه می باشد.
۲. لاوک: لاوک اعضای افقی سیستم قاب فولادی سبک نورد هستند که ستونک ها روی آن قرار داده می شوند. انتهای ستون ها نیز در تراز سقف با استفاده از لاوک به هم متصل خواهند شد.
۳. تیرچه: وظیفه تیرچه ها انتقال بار کف به لاوک ها است.
۴. اتصال دهنده های داخلی دیوارها: وظیفه این اعضا که به صورت افقی هستند، اتصال ستونک و ایجاد رفتار یکپارچه این اعضا می باشد. تعداد آن ها نیز وابسته به نوع طراحی ستونک بوده و اغلب به دو طرف ستونک در یک تراز مشخص پیچ می شوند.
۵. سخت کننده ی جان: وظیفه این اعضا، افزایش مقاومت و سختی جان تیر یا تیرچه در نقاطی است که بار به صورت متمرکز بر تیر وارد می شود.
۶. نبشی اتصال: اگر اتصال مستقیم برای وصل کردن اعضا به یکدیگر کافی نباشد، از نبشی اتصال بین این قطعات استفاده می کنند.
۷. پیچ های اتصال دهنده: معمولاً کلیه اعضا را با پیچ به هم متصل می کنند. این پیچ ها برحسب نیاز و ابعاد سیستم قاب فولادی سبک نورد در اندازه ها و شکل های مختلفی وجود دارند. برای سوراخ کردن و استفاده از این پیچ ها معمولاً از مته های مخصوص استفاده می شود.

مزایای سیستم قاب فولادی سبک نورد نسبت به سایر سیستم ها

یکی از بهترین مزیت های سیستم قاب فولادی سبک نورد این است که در عملکردهای مختلف معماری محدودیتی ایجاد نخواهد کرد و نیازهای طراحی و معماری انواع ساختمان را برآورده می کند، به همین دلیل در میان معماران از محبوبیت خاصی برخوردار است. همچنین اگر طراحی سازه با توجه به قرار گرفتن اعضا در فواصل معین و مشخص نسبت به همدیگر انجام شود، به طور قابل توجهی هزینه ساخت پروژه کاهش پیدا می کند. از طرفی می توان از این

سیستم برای اجرای دهانه های دلخواه، تعویض، جابه جایی قطعات و ایجاد تغییرات بعد از ساخت نیز استفاده کرد. علاوه بر آن استفاده از این سیستم مزایای بسیار زیاد دیگری نسبت به سایر سیستم های سازه ای با عملکرد شبیه به این سیستم دارد. برخی از مهمترین مزیت های آن عبارتند از:



- 100 درصد مصالح زائد که در طول ساخت ایجاد می شوند، قابل بازیافت هستند.
- مقاطع فولادی مورد استفاده در سیستم قاب فولادی سبک نورد در برابر خوردگی، کج شدگی و ایجاد ترک مقاوم می باشند.
- به دلیل اینکه برخی از اجزای این سیستم به صورت پیش ساخته می باشند، حجم عملیات و تعداد کارگر مورد نیاز در محل پروژه کاهش پیدا می کند.
- مواد زائد ساخت و ساز که اصطلاحاً به آن پرت مصالح گفته می شود، به حداقل خواهد رسید.
- مصالح مورد استفاده برای سیستم قاب فولادی سبک نورد حداقل ۶۷ درصد سبک تر از سایر سیستم ها است.
- در این نظام ها میتوان از تکنیک پانل های پیش ساخته استفاده کرد.
- سرعت اجرای آن نسبت به سایر نظام ها بالاتر است.
- به دلیل امکان سوراخ های استاندارد درون مقاطع این سیستم میتوان به راحتی سیم ها و لوله ها را از آن عبور داد.
- سیستم قاب فولادی سبک نورد در کنار اینکه سبک است، دوام بسیار خوبی دارد.
- مقاطع فولادی مورد استفاده در این سیستم غیرقابل اشتعال بوده و نمی سوزند، به علاوه باعث گسترش حریق در فضاهای ساختمان نخواهند شد.
- سیستم قاب فولادی سبک نورد عایق صدا می باشد.

برخی از الزامات آیین نامه ای برای طراحی و اجرای سیستم قاب فولادی سبک نورد

مواردی که باید برای [طراحی و اجرای سیستم قاب فولادی سبک نورد](#) مد نظر قرار داده شود، زیاد هستند. در اینجا برای

آشنایی بیشتر شما با این قوانین برخی از موارد را آورده ایم:

۱. در مناطق با خطر نسبی کم، متوسط و زیاد (مطابق آئین نامه ۲۸۰۰ ایران) استفاده از این سیستم سازه ای به عنوان قاب ساختمانی ساده به همراه دیوار برشی بتن مسلح حداکثر در پنج طبقه یا ارتفاع ۱۸ متر از تراز پایه بلامانع است.
۲. استفاده از این سیستم در مناطق با خطر نسبی کم، متوسط و زیاد تا حداکثر دو طبقه یا ارتفاع ۲۰/۷ متر از تراز پایه، با اجرای مهاربندی قطری بلامانع می باشد.
۳. به کارگیری این سیستم در مناطق زلزله خیز با خطر نسبی بسیار زیاد (مطابق آئین نامه ۲۸۰۰ ایران) مجاز نیست.
۴. به کارگیری حداکثر دهانه ۵ متر برای هر طبقه در این سیستم مجاز است.
۵. طراحی کلیه اجزاء و اتصالات بر اساس استانداردهای AISI و طرح سازه ای و لرزه ای آن باید بر اساس آئین نامه های IBC و ۲۰۰۳ ASCE V-۵۵ و ویرایش های بعد از آن انجام گیرد.
۶. کنترل سازه در مقابل بار باد بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران مبحث ششم و با در نظر گرفتن سیستم مقاوم در مقابل بار جانبی ناشی از زلزله که در بندهای ۱ و ۲ آورده شده است انجام شود.
۷. رعایت حداکثر بار زنده و مرده به ترتیب ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع برای سقف ها الزامی است.
۸. رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی می باشد.
۹. رعایت ضوابط فصل ۲۱ آئین نامه ۰۵-۳۱۸ ACI برای طراحی دیوارهای برشی بتن مسلح الزامی است.
۱۰. تأمین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف ها الزامی می باشد.

مراحل اجرای سیستم قاب فولادی سبک



اجرای این سیستم نیز مانند هر سیستم سازه ای دیگر در چندین مرحله انجام می شود. این مراحل عبارتند از:

- 1. طراحی سیستم:** در ابتدا باید با استفاده از نقشه های معماری، موقعیت اعضای باربر قائم و افقی مشخص شده و بعد مدل سیستم و نحوه بارگذاری توسط نرم افزارهای خاصی انجام گیرد. سپس باید تحلیل و طراحی اعضای سازه ای و غیرسازه ای طبق دستورات عملی ها و آیین نامه ها انجام شود. نتیجه این تحلیل ها و محاسبات به شکل خروجی کار و به صورت نقشه های ساخت و جدول های تولید، به مهندسین اجرایی ارائه می شود.
- 2. تولید:** طبق جدول های به دست آمده در قسمت طراحی رول فرمینگ های ورق گالوانیزه با عرض و ضخامت های مختلف را به اعضای سیستم قاب فولادی سبک نورد تبدیل خواهند کرد.
- 3. فونداسیون:** برای آنکه انتقال نیرو و توزیع آن ها از دیوارهای باربر به خاک راحت تر و بهتر انجام شود، از پی های نواری یا پی های گسترده استفاده می کنند.
- 4. نصب سیستم قاب فولادی سبک نورد:** برای نصب این سیستم در سازه از میل مهارها و نگهدارنده پایین باندنها استفاده می کنند.

5. قاب سازی دیوارهای باربر: دیوارهای باربر که از ستون ها تشکیل شده اند، در فواصل ۴۰ تا ۶۰ سانتی متری و رانرها به عنوان کلاف کننده ابتدایی و انتهایی آن ها هستند. معمولاً پِنل های دیواری توسط دستگاه های مخصوص پِنل سازی در کارخانه ها یا به صورت دستی در محل کارگاه ها طبق نقشه های اجرایی انجام می شود.

6. نصب دیوارهای باربر: دیوارهای باربر با استفاده از مهارکننده های موقت در محلی مشخص نصب خواهند شد. میل مهارهای تعبیه شده در پی نیز در این مرحله به دیوارهای باربر وصل می شوند.

جمع بندی

در هر سازه ای از سیستم های مختلف برای مقاوم سازی و افزایش استحکام ساختمان استفاده می کنند. یکی از انواع این نظام ها که در حال حاضر بسیار پرکاربرد می باشد نیز سیستم قاب فولادی سبک نورد است. این سیستم علاوه بر اینکه از نظر هزینه بسیار مقرون به صرفه است، نسبت به سیستم های مشابه مزایای بسیار زیادی دارد و دست طراحان را برای طراحی اجزای سازه باز می گذارد. به همین دلیل امروزه این سیستم هم در میان طراحان و هم در میان کارفرمایان طرفداران زیادی دارد.