به نام خدا

تولید صنعتی ساختمان

جهت آموزش در دانشکده فنی تربیت دبیر صومعه سرا

منابع:

۱* آیین نامه طراحی و اجراي سازه هاي فولادی سرد نورد(بخش سازه) نشریه شماره ۶۱۲
۲* دستورالعمل طراحی، ساخت و اجراي سامانه هاي پانلی سه بعدی، نشریه ۳۸۵

در ابتدا ذکر این مطلب لازم می دانم که این جزوه بر اساس شرایط خاص آموزشی حاکم برکشور، در زمان کوتاهی جمع آوری شده است و سعی شده است مهم ترین مسائل به شکل چکیده در زمینه راه سازی و روسازی عنوان گردد.پیشاپیش از قصور احتمالی موجود در ارائه مطالب پوزش می طلبم.

جاوید ملک دوست

بهار ۹۹

تولید صنعتی ساختمان، فرایند ساخت و اجرای پیوسته و زنجیره ای ساختمان است که در آن اجزا و عناصر سازه ای به صورت مدولار و پیش ساخته تولید شده و در تمام مراحل ساخت و اجرا قابل کنترل است. تجربه جهانی نشان داده است رسیدن به این مهم فرایندی نسبتا زمان بر است که با سیاست گذاری، هدف گذاری، برنامه ریزی، تدوین قوانین مناسب و مدیریت هماهنگ صنایع وابسته، میسر است. در این راستا لازم است هم زمان با انجام طرح های پژوهشی کاربردی در کشور، سیستم ها و فناوری های مطرح روز دنیانیز مورد بررسی دقیق قرار گرفته و امکان سنجی بومی سازی و حصول اطمینان از قابلیت انطباق آن ها با الگوهای ساخت و ساز متداول در کشور انجام شود.

فصل اول: سازه هاي فولادي سرد نورد

۱-۱- محدوده کاربرد

محدوده کاربرد این آئین‌نامه برای طراحی و اجرای ساختمان‌های متشکل از دیوارها و سقف‌های ساخته شده از مقاطع فولادی سبک سردنوردشده می‌باشد. ضوابط این آئین‌نامه برای ضخامت فلز پایه (ضخامت فلز بدون احتساب پوشش‌های محافظ) قابل کاربرد، مطابق ضوابط این آئین‌نامه بین ۰/۴۵۵ میلی‌متر تا ۳ میلی‌متر تدوین شده است.

سیستم سازه‌ای مورد پذیرش در این آئین‌نامه از نوع دیوارهای باربر می‌باشد و دارای یکی از سیستم‌های مقاوم باربر جانبی ذیل خواهد بود:

۱- دیوارهای فولادی سرد نورد شده به همراه مهاربندهای تسمه‌ای قطری.

۲- دیوار برشی مشتمل بر دیوارهای فولادی سرد نورد شده که با صفحات فولادی یا سازه‌ای چوبی پوشش داده شده است.

۳- دیوار برشی مشتمل بر دیوارهای فولادی سرد نورد شده که با صفحات تخته گچی یا سیمان الیافی پوشش داده شده است.

محدودیت ارتفاعی و ضرایب محاسبات لرزه‌ای سیستم‌های فوق براساس ضوابط بند ۱-۴ می‌باشد.

چنانچه از سیستم‌های باربر جانبی دیگری استفاده شود، کاربرد قاب های سبک فولادی صرفاً به عنوان سیستم باربر ثقلی، حداکثر تا ۵ طبقه یا ۱۵ متر از تراز پایه، می‌باشد. مقاومت در برابر نیروهای جانبی در این گونه سازه‌ها باید توسط یکی از سیستم‌های مقاوم باربر جانبی مجاز در استاندارد ۲۸۰۰ ایران تامین شود. کنترل‌های لازم در مورد پیوستگی مسیر انتقال بارهای جانبی از سیستم بار ثقلی قاب سبک فولادی به سیستم لرزه‌بر باید با توجه به ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ ایران و ضوابط این آئین‌نامه انجام شود.

۱-۲- تعاریف

استاد (Stud): عضو سازه‌ای قائم سیستم دیوار (شکل ۱-۱).

استاد اصلی (King Stud):استادی که مجاور به "استاد پایه" بوده و در کل ارتفاع دیوار امتداد داشته و بارهای جانبی و قائم را تحمل می‌کند (شکل ۱-۲).

استاد انتهایی (Chord Stud): استاد تحمل‌کننده نیروی محوری که در انتهای "دیوارهای برشی نوع I و II" و "دیوارهای فولادی سرد نورد شده همراه با مهاربندهای تسمه‌ای قطری" (طبق ضوابط فصل ششم) قرار دارد (شکل ۱-۳).

استاد پایه (Jack Stud): استادی که در تمام ارتفاع دیوار امتداد نداشته، در مجاورت بازشو بوده و نشیمن "تیردرگاه" می‌باشد(شکل ۱-۲).

استاد کوتاه (Cripple Stud): استادی که بین "تیر درگاه" و ترک بالای در یا پنجره یا بین ترک پایین پنجره و ترک پایینی به منظور ایجاد تکیه‌گاه برای اتصال صفحات پوشش نهایی استفاده می‌شود (شکل ۱-۲).

بار اسمی (Nominal Load): مقدار بارهای اسمی مشخص شده در بند ۱-۳.

بست (Blocking): مقطع C شکل، ناودانی یا تسمه که برای انتقال نیروی برشی به اعضای سازه‌ای، تسمه‌های مهاربندی و یا صفحات پوششی متصل می‌شود و یا برای جلوگیری از وقوع پیچش حول محور طولی استادهای دیوار باربر یا تیرچه‌های سقف به کار می‌رود (شکل ۱-۱).

پاشنه (Heel): ناحیه اتصال بین اعضای بالا و پائین خرپای شیبدار (شکل ۱-۱).

پوشش سازه‌ای (Structural Sheathing): صفحات پوششی که به طور مستقیم روی اعضای سازه‌ای برای توزیع نیروها، مهار دیوارها یا به طور کلی افزایش مقاومت سیستم بکار می‌رود از قبیل صفحات چندلایی و صفحات (OSB)

تراز متوسط (Average Grade): میانگین تراز سطح تمام شده زمین مجاور دیوارهای بیرونی ساختمان.

ترک (Track): عضو مورد استفاده در قاب‌بندی متشکل از یک جان و دو بال (شکل ۱-۱).

ترک پیرامونی (Rim Track): عضو سازه‌ای افقی که به انتهای تیرچه‌های کف متصل می‌شود (شکل ۱-۴).

ترک خیزپذیر(Deflection Track): ترکی با بال‌های پهن که در بالای دیوار غیر سازه‌ای به منظور امکان جابه‌جایی قائم سازه سقف مستقل از "استاد" دیوار قرار داده می‌شود.

تیرچه (Joist): عضو سازه‌ای مورد استفاده در قاب بندی کف و سقف (شکل ۱-۴).

تیرچه افقی بام (Ceiling Joist): عضو سازه‌ای افقی که بارهای سقف و بارهای موضعی را تحمل می‌کند (شکل ۱-۱).

تیرچه شیبدار بام (Roof Rafter): عضو سازه‌ای افقی یا شیبدار برای تحمل بارهای بام (شکل ۱-۱).

تیرچه کف (Floor Joist): عضو سازه‌ای افقی که بارهای کف و بارهای موضعی را تحمل می‌کند (شکل ۱-۱).

جمع‌کننده(Collector): عضوی که وظیفه انتقال نیرو بین دیافراگم‌ها و اعضای سیستم مقاوم باربر جانبی را دارد.

دیافراگم (Diaphragm): بام، کف یا دیگر اعضای غشایی و یا سیستم مهاربندی که نیروهای داخل صفحه را به سیستم باربر جانبی منتقل می‌کند (شکل ۱-۵).

دیوار برشی (Shear Wall): دیواری که مقاومت در برابر بارهای جانبی را در داخل صفحه دیوار تأمین می‌کند و موجب پایداری سیستم سازه‌ای می‌شود (شکل ۱-۵).

دیوار برشی نوع I (Type I Shear Wall): دیوار طراحی شده برای مقاومت در برابر بارهای جانبی داخل صفحه که تماماً توسط صفحات سازه‌ای پوشش داده شده و توسط مهارهای نگهدارنده در انتهای هر قطعه دیوار پایدار می‌شود. در دیوارهای برشی نوع I تنها زمانی که جزئیات مربوط به انتقال نیروها در اطراف بازشوها تأمین شود، ایجاد بازشو مجاز است.

دیوار برشی نوع II (Type II Shear Wall): دیوار طراحی شده برای تحمل بارهای جانبی داخل صفحه که با صفحات سازه‌ای چوبی یا صفحات فولادی پوشش داده شده است. در این دیوارها برای انتقال نیرو در اطراف بازشوها، جزئیات خاصی رعایت نمی‌شود. در این سیستم مهارهای نگهدارنده فقط در نقاط انتهای دیوار لازم است.

دیوار غیرسازه‌ای (Non-Structural Wall): دیواری در سیستم قاب فولادی که بار طراحی خارج از صفحه برای آن بیشتر از ۰٫۵ KN/m^2 نبوده و بار طراحی محوری منتقل شده به آن بدون لحاظ نمودن وزن صفحات پوششی، بیشتر از ۱٫۵ KN/m و یا بار طراحی محوری متمرکز آن بیشتر از ۰٫۹ KN نباشد.

سخت‌کننده جان (Web Stiffener- Bearing Stiffener): اجزای سخت کننده‌ای که برای تقویت عضو در برابر لهیدگی جان به آن متصل می‌شوند (شکل ۱-۴).

سوراخ جان (Punchout): سوراخی که در طول فرآیند تولید در جان عضو قاب فولادی ایجاد می‌شود.

شکستگی شیب (Pitch Break): ناحیه اتصال بین دو عضو یال خرپا، به جز پاشنه هنگامی که تغییری در شیب است.

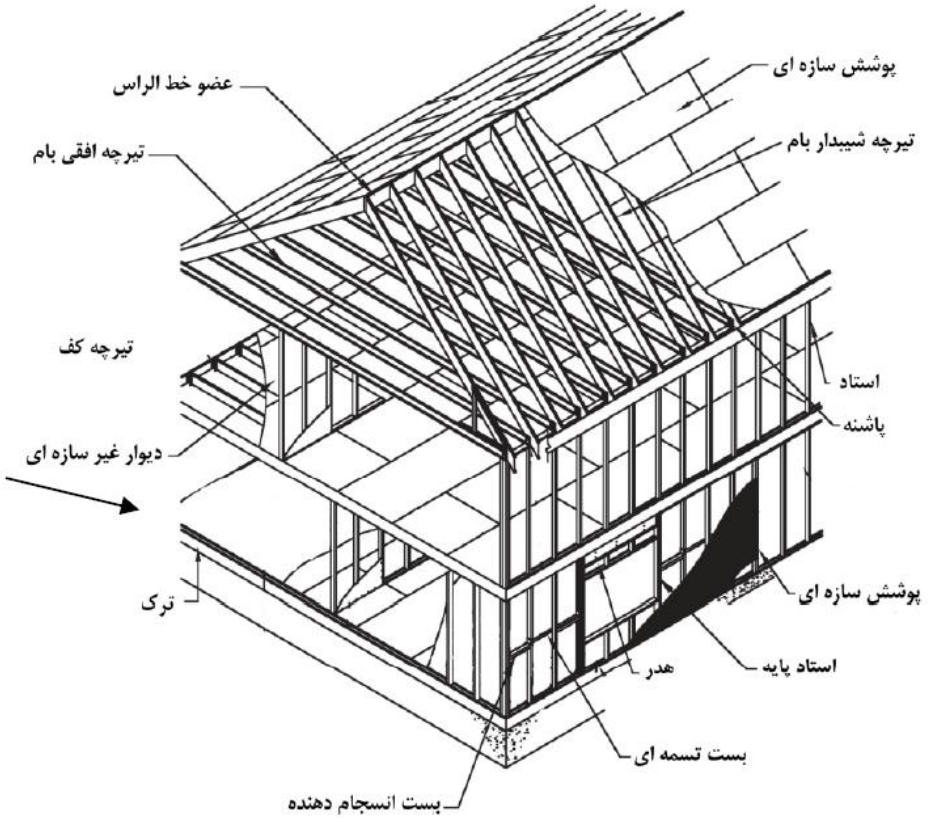
صفحه فولادی (Steel Sheet): صفحه نازک فولادی که به عنوان پوشش سازه‌ای برای پوشش دیوارهای برشی استفاده می‌شود.

صفحه فولادی سردنورد (Cold-Formed Sheet Steel): صفحه یا تسمه فولادی که به صورت طولی یا عرضی به روش پرس‌کاری قطعات برش خورده و در دمای محیط و بدون گرمادهی تولید شده‌است.

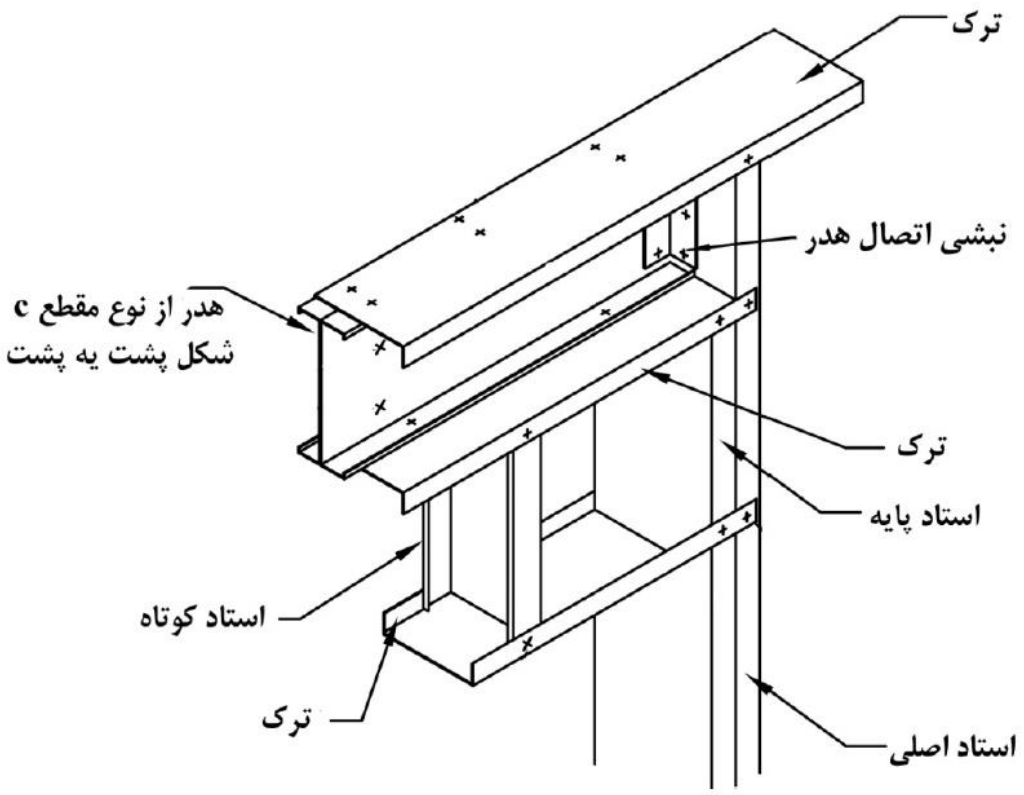
ضخامت اسمی (Designation Thickness) حداقل ضخامت فولاد پایه، گرد شده بر حسب mm.

ضخامت طراحی (Design Thickness): ضخامت فولاد مورد استفاده در طراحی.

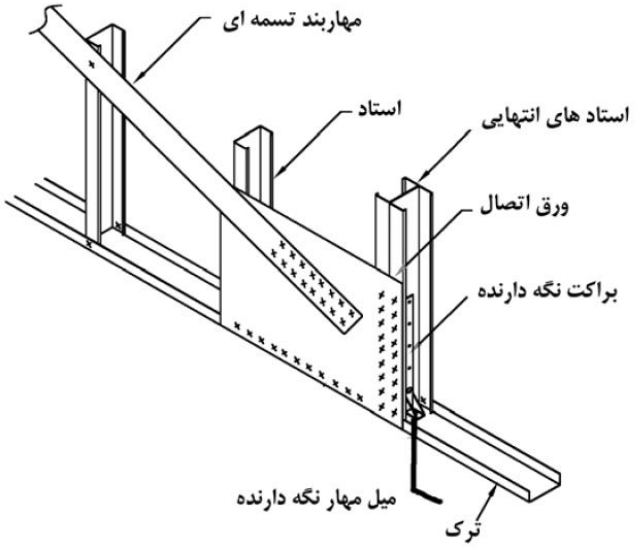
ضخامت فولاد پایه (Base Steel Thickness): ضخامت فولاد بدون پوشش‌های محافظ.



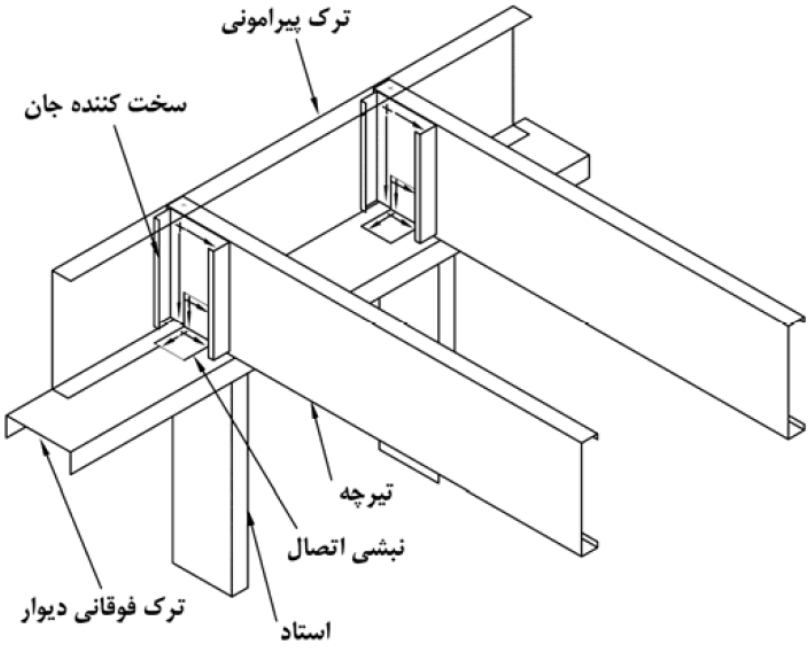
شکل ۱-۱ اعضای سیستم قاب‌های سبک فولادی



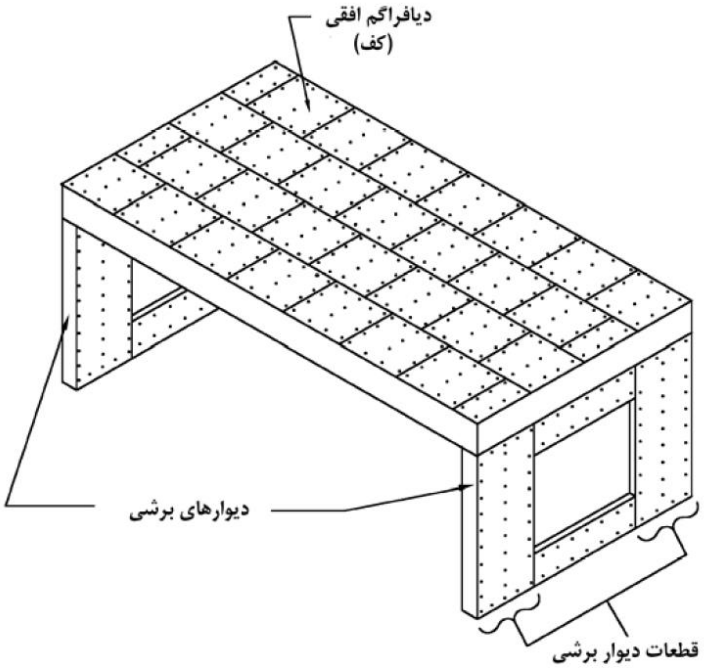
شکل ۱-۲ جزئیات دیوارهای سبک فولادی در محدوده بازشو



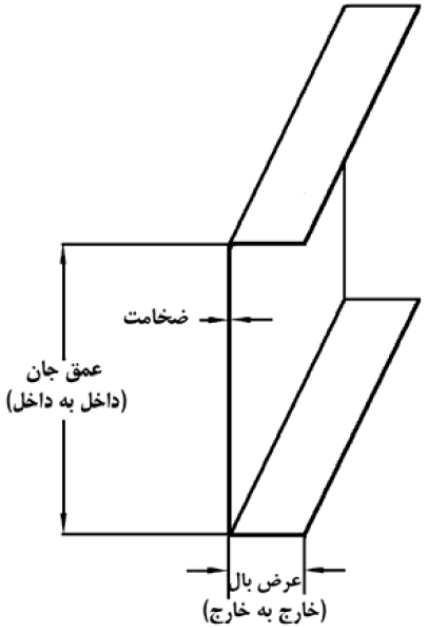
شکل ۱-۳ جزئیات دیوار قاب‌بندی شده سبک فولادی با مهاربندی تسمه‌ای قطری پیش‌کشیده



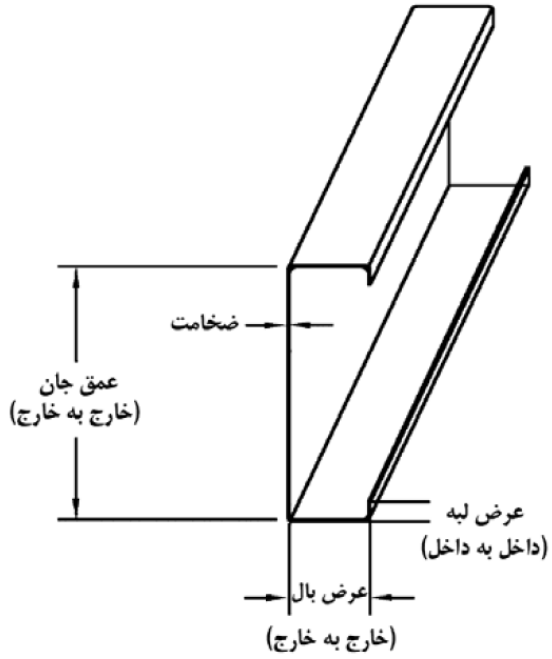
شکل ۱-۴ جزئیات اتصال تیرچه به قاب سبک فولادی



شکل ۱-۵ جزئیات دیافراگم و دیوار برشی



شکل ۱-۶ مقطع ترک



شکل ۱-۷ مقطع C شکل

۲-۱- کلیات

این فصل در برگیرنده مشخصات هندسی و سازه‌ای مقاطع، در اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای که با فولاد سرد نورد و از ورق‌های با ضخامت فلز پایه بین ۰/۴۵۵ و ۳ میلی‌متر ساخته شده‌اند، می‌باشد. این مقاطع شامل استادهای C شکل، تیرچه‌ها، ترک‌ها، ناودانی‌ها، ناودانی ذوزنقه‌ای و نبشی‌ها می‌باشد.

برای سایر مقاطع که معیارهای این فصل را برآورده نمی‌کنند، باید از سایر مراجع معتبر استفاده شود.

۲-۳-۱- نامگذاری مقاطع

برای اعضاء سازه‌ای و غیرسازه‌ای، عمق جان، عرض بال، شکل و ضخامت مقطع برای شناسائی مقاطع به صورت زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

الف) عددی سه یا چهار رقمی که نشان‌دهنده عمق جان مقطع برحسب میلی‌متر می‌باشد.

ب) حروف مرتبط با هر نوع مقطع که عبارتند از:

S = استاد یا اعضای تیرچه که دارای سخت‌کننده لبه باشد.

T = ترک

U = ناودانی یا مقطع استاد که لبه نداشته باشد.

F = ناودانی‌های ذوزنقه‌ای

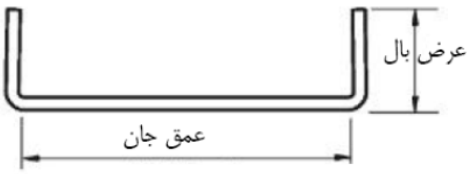
L = نبشی یا تیردرگاه از مقطع نبشی

ج) عددی سه رقمی که نشان‌دهنده عرض بال برحسب میلی‌متر است، پس از این عدد، یک خط تیره می‌آید.

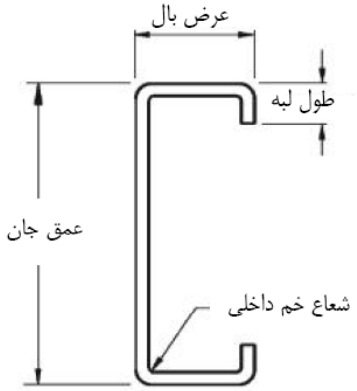
د) شاخص سه یا چهار رقمی برای ضخامت اسمی

۲-۳-۲- مقاطع استاندارد

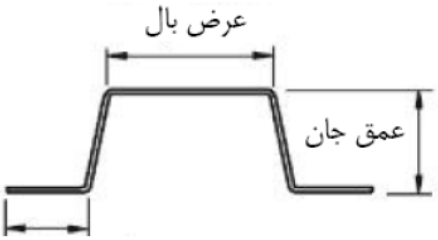
مقاطع استاندارد برای اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای می‌تواند براساس نوع مقطع، دارای هر نوع ترکیبی از ابعاد شرح داده شده در جداول پیوست ۱ باشد. مقاطع استاندارد در شکل ۲-۱ آورده شده‌اند.



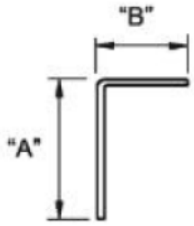
مقطع ترک (T) یا ناودانی (U)



مقطع استاد یا تیرچه (S)



مقطع ناودانی ذوزنقه‌ای (F)



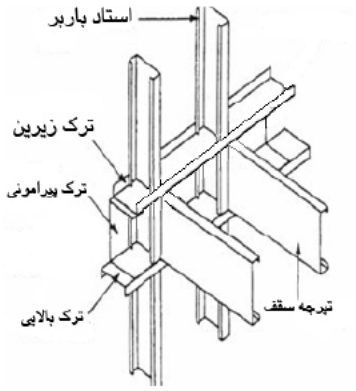
مقطع نبشی (L)

شکل ۲-۱ انواع اعضای موجود در قاب‌بندی‌های فولادی سرد نوردشده

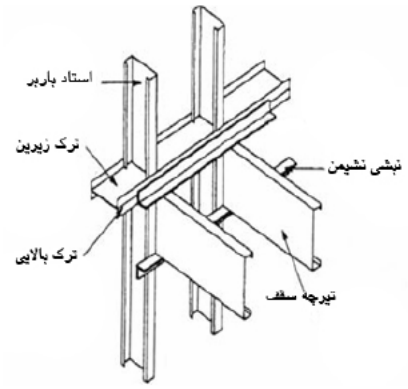
- **ضوابط ساخت و اجرا**

۷-۱- کلیات

ساختمان‌های فولادی سبک سرد نورد شده به دو روش کلی قاب‌بندی طبقه‌ای[۵] و قاب‌بندی دیواری ممتد[۶] اجرا می‌شوند (شکل ۷-۱). در روش اجرای طبقه‌ای ابتدا دیوار طبقه و سپس سقف و پس از تکمیل قاب‌بندی دیوار و سقف، دیوار طبقه فوقانی اجرا می‌شود (شکل ۷-۱ الف). حال آن که در روش اجرای دیواری، دیوارها در چند طبقه ساخته و نصب شده و سپس سقف طبقات اجرا می‌شود (شکل ۷-۱ ب). در این آئین‌نامه با توجه به گستره کاربرد فقط ضوابط اجرایی روش طبقه‌ای ارائه شده است و ملاحظات خاص و جزئیات اجرایی مربوط به روش دیواری باید توسط طراح و مجری سازه بر پایه منابع معتبر رعایت شود.



الف- سیستم قاب‌بندی طبقه‌ای(Platform Framing)



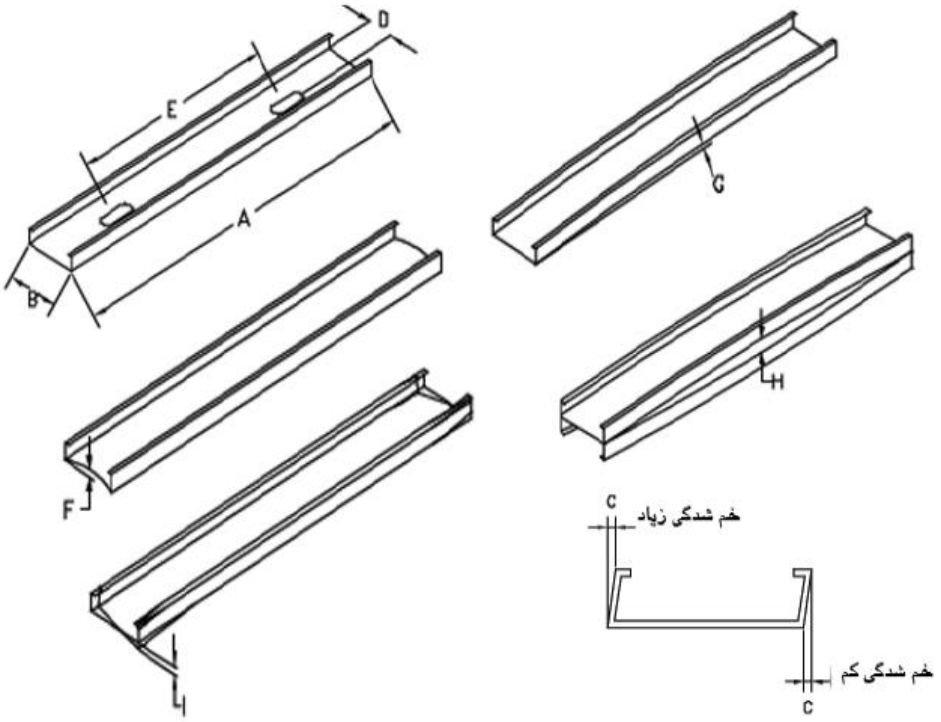
ب- سیستم قاب‌بندی دیواری ممتد (Balloon Framing)

شکل ۷-۱ روش‌های مختلف اجرا و قاب‌بندی در ساختمان‌های سبک فولادی سردنورد

۷-۲- رواداری‌ها

۷-۲-۱- رواداری‌های ساخت اعضای استاد و ترک

رواداری‌های ساخت اعضای استاد و ترک سازه‌ای مطابق شکل (۷-۲) و جدول (۷-۱) و رواداری‌های ساخت اعضای استاد و ترک غیر سازه‌ای مطابق جدول (۷-۲) تعیین می‌شود.



شکل ۷-۲ رواداری‌های ساخت اعضا

جدول ۷-۱ رواداری ساخت اعضای سازه‌ای (۱)

ابعاد طبق شکل ۷-۲	وضعیت مورد بررسی	استادها (mm)	ترک‌ها (mm)
A	طول	+۲٫۳۸	+۱۲٫۷
		-۲٫۳۸	-۶٫۳۵
B[(2)]	عمق جان	+۰٫۷۹	۰٫۷۹
		-۰٫۷۹	۳٫۱۸
C	خم‌شدگی کم	+۱٫۵۹	۰
	خم‌شدگی زیاد	-۱٫۵۹	-۲٫۳۸
D	فاصله عرضی مرکز سوراخ از لبه طولی	+۱٫۵۹	-
		-۱٫۵۹	-
E	فاصله مرکز تا مرکز سوراخ‌ها	+۶٫۳۵	-
		-۶٫۳۵	-
F	خمیدگی جان	+۱٫۵۹	+۱٫۵۹
		-۱٫۵۹	-۱٫۵۹
G	خمیدگی در طول	۲٫۶ در مترطول	۲٫۶ در مترطول
		۱۲٫۷ماکزیمم	۱۲٫۷ماکزیمم
H	بازشدگی مقطع دوبل	۲٫۶ در مترطول	۲٫۶ در مترطول
		۱۲٫۷ماکزیمم	۱۲٫۷ماکزیمم
I	پیچش مقطع	۲٫۶ در متر طول	۲٫۶ در متر طول
		۱۲٫۷ماکزیمم	۱۲٫۷ماکزیمم

جدول ۷-۲ رواداری ساخت اعضای غیر سازه‌ای (۱)

ابعاد طبق شکل ۷-۲	وضعیت مورد بررسی	استادها (mm)	ترک‌ها (mm)
A	طول	+۳٫۱۸	+۲۵٫۴
		-۶٫۳۵	-۶٫۳۵
B[2]	عمق جان	+۰٫۷۹	+۳٫۱۸
		-۰٫۷۹	۰
C	خم‌شدگی کم	+۱٫۵۹	۰
	خم‌شدگی زیاد	-۱٫۵۹	-۴٫۷۶
D	فاصله عرضی مرکز سوراخ از لبه طولی	+۳٫۱۸	-
		-۳٫۱۸	-
E	فاصله مرکز تا مرکز سوراخ‌ها	+۶٫۳۵	-
		-۶٫۳۵	-
F	خمیدگی جان	+۳٫۱۸	+۳٫۱۸
		-۳٫۱۸	-۳٫۱۸
G	خمیدگی در طول	۲٫۶ در مترطول	۲٫۶ در مترطول
		۱۲٫۷ماکزیمم	۱۲٫۷ماکزیمم
H	بازشدگی مقطع دوبل	۲٫۶ در متر طول	۲٫۶ در مترطول
		۱۲٫۷ماکزیمم	۱۲٫۷ماکزیمم
I	پیچش مقطع	۲٫۶ در مترطول	۲٫۶ در مترطول
		۱۲٫۷ماکزیمم	۱۲٫۷ماکزیمم

۷-۲-۱-۱- ایجاد سوراخ در جان استادها

سوراخ‌های جان که در کارخانه یا کارگاه ایجاد می‌شوند، باید مطابق ضوابط زیر باشند:

- کلیه سوراخ‌ها باید در طول خط مرکزی جان عضو قاب‌بندی قرار گرفته باشند.
- فاصله مرکز تا مرکز این سوراخ‌ها باید حداقل برابر با ۶۰۰ میلی‌متر باشند.
- عرض سوراخ نباید بزرگتر از نصف ارتفاع عضو یا ۶۳٫۵ میلی‌متر، هرکدام که کوچکتر است، باشد.
- طول این سوراخ‌ها نباید از ۱۱۴ میلی‌متر تجاوز کند.
- فاصله مرکز آخرین سوراخ تا انتهای عضو نباید کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد.

در صورت عدم احراز شرایط فوق و برای مواردی که هر یک از شرایط فوق تأمین نشود باید با طرح دقیق و اجرای سخت‌کننده یا وصله در اطراف سوراخ‌ها سختی کافی در ورق جان ایجاد شود.

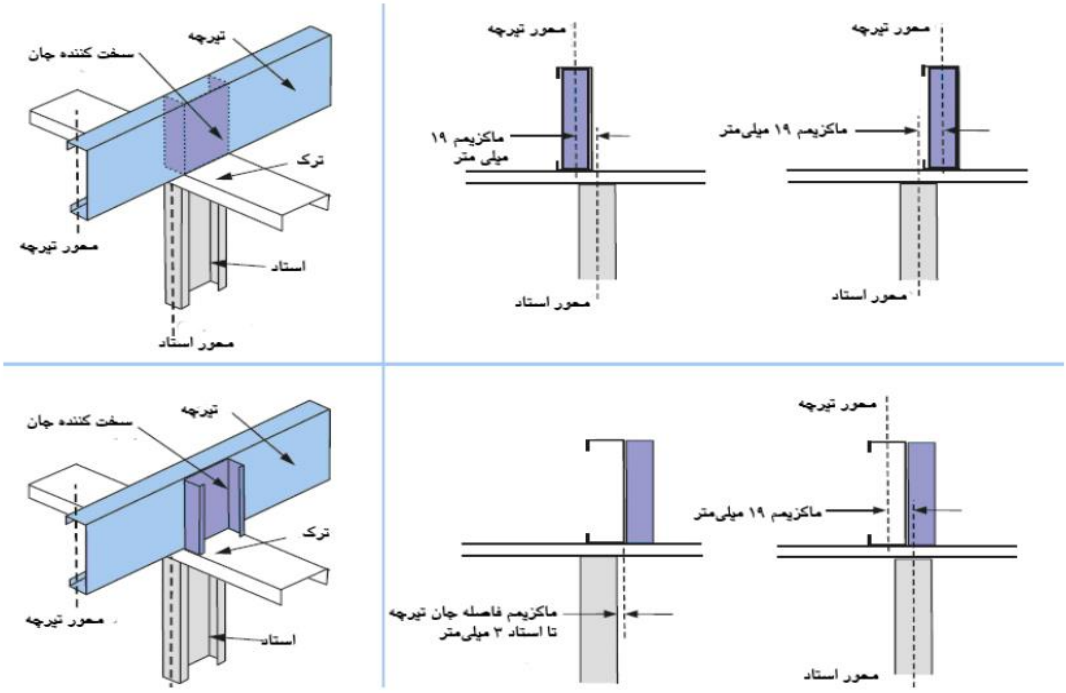
۷-۲-۲- رواداری‌های نصب

۷-۲-۲-۱- قاب‌بندی هم محور

تیرچه‌ها، خرپاها و استاد در دیوارهای سازه‌ای بالا و پائین کف طبقه و یا بام باید در راستای قائم هم محور بوده و منطبق بر محدوده قابل قبول آن گونه که در شکل ۷-۳ نشان داده شده است، باشد. همواره باید هر تیرچه با یک استاد در زیر تراز کف مورد نظر هم محور باشد.

۷-۲-۲-۲- راستای شاقولی اعضای قائم

استادهای دیوارها باید کاملاً شاقولی نصب شود. میزان ناشاقولی قابل قبول برای هر استاد معادل $\frac{1}{500}$ ارتفاع طبقه و ناشاقولی کل استاد در ارتفاع سازه بدون توجه به تعداد طبقات نباید از ۱۵ میلی‌متر به سمت خارج ساختمان یا داخل ساختمان بیشتر باشد.



شکل ۷-۳ حداکثر خروج از محوریت تیرچه‌ها یا خرپای سقف نسبت به استادهای دیوار سازه‌ای

۷-۳- شالوده

شالوده مرسوم برای سیستم ساختمانی قاب سبک فولادی سرد نورد شده از نوع نواری و یا در صورت لزوم شالوده گسترده می‌باشد. ضروری است زیر تمامی دیوارهای باربر شالوده اجرا شود. شالوده نواری باید برای نیروهای متمرکز استادها، مهارهای نگهدارنده و مهارهای برشی با صرف‌نظر از سختی ترک تحتانی دیوار طرح شود. در این رابطه باید تقویت‌های لازم برای ترک کف در محل اتصال میل مهار به شالوده، مطابق شکل ۷-۴ به عمل آید.

در ساختمان‌هایی که تراز کف ساختمان پائین‌تر از زمین طبیعی است می‌توان دیوارهای بتن مسلح را در پیرامون طبقه زیرزمین و نیز زیر تمامی دیوارهای باربر داخلی اجرا نمود. باید توجه شود که سختی جانبی طبقه زیرین بتن‌آرمه باید حداقل ۱۰ برابر سختی جانبی سازه فولادی سردنورد شده فوقانی باشد و در این صورت می‌توان بخش‌های فولادی سبک و بتن آرمه را مستقل طراحی نمود.

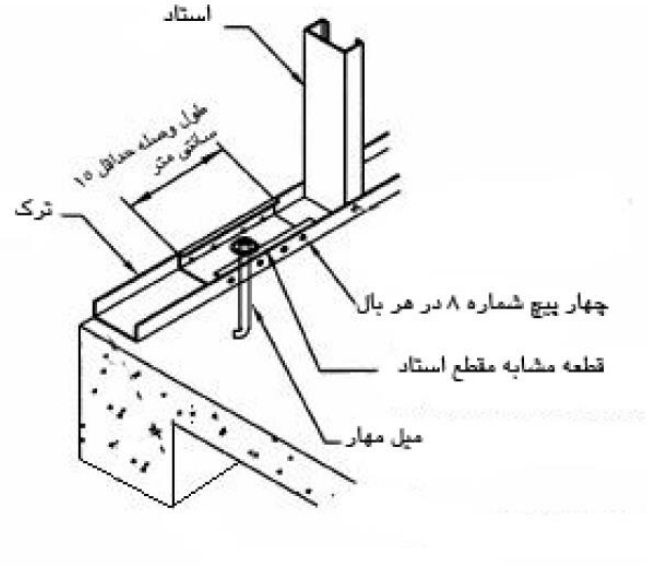
ضروری است دقت لازم برای اجرای سطح بالایی شالوده به صورت تراز و بدون هر گونه نقص به منظور نصب دیوارهای باربر، به عمل آید. اگر به هر دلیل سطح بالایی تراز نباشد باید تمهیداتی برای ایجاد سطح باربر صاف بین ترک تحتانی یا ترک پیرامونی و شالوده در نظر گرفته شود. حداکثر فاصله قابل قبول سطح شالوده و ترک تحتانی دیوارهای باربر ۶٫۴ میلی‌متر می‌باشد که باید با قرار دادن صفحات باربر پرکننده یا اجرای گروت پرکننده سطح مسطح مورد نظر را ایجاد نمود.

ضروری است دقت لازم برای اجرای سطح بالایی شالوده به صورت تراز و بدون هر گونه نقص به منظور نصب دیوارهای باربر، به عمل آید. اگر به هر دلیل سطح بالایی تراز نباشد باید تمهیداتی برای ایجاد سطح باربر صاف بین ترک تحتانی یا ترک پیرامونی و شالوده در نظر گرفته شود. حداکثر فاصله قابل قبول سطح شالوده و ترک تحتانی دیوارهای باربر ۶/۴ میلی‌متر می‌باشد که باید با قرار دادن صفحات باربر پرکننده یا اجرای گروت پرکننده سطح مسطح مورد نظر را ایجاد نمود.

هیچ یک از اعضاء قاب‌های فولادی سبک نباید در تماس مستقیم با زمین قرار گیرد و بدین منظور باید با تمهیداتی قاب در ارتفاع کافی بالای تراز زمین نصب شود.

باید از تماس مستقیم ترک تحتانی دیوار یا هر بخش دیگری از قاب‌بندی با بتن تازه جلوگیری شود. به طور مثال می‌توان اطراف قطعه سرد نورد شده را با پوشش پلی‌اتیلن پوشش داد.

ضوابط طرح و اجرای شالوده‌ها باید مطابق بخش ۹-۱۷ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.



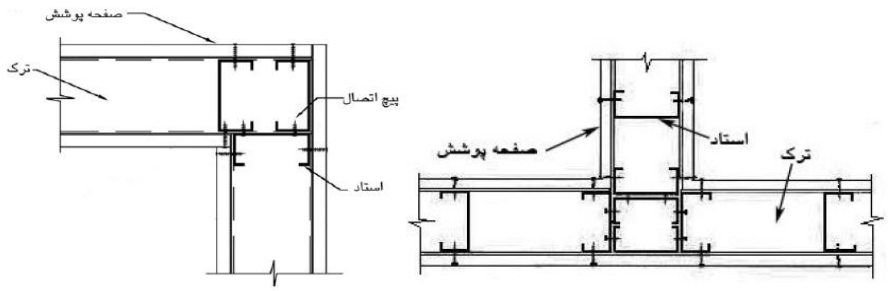
شکل ۷-۴ تقویت ترک کف دیوار در محل اتصال میل مهار به شالوده

۷-۴- اجرای دیوارها

دیوارها در ساختمان‌های سبک فولادی سرد نورد شده شامل دیوارهای باربر و دیوارهای غیرسازه‌ای می‌باشد. دو نوع روش اجرایی برای ساخت قاب‌بندی دیوارها در ساختمان وجود دارد. قاب‌بندی دیوارهای باربر را می‌توان در محل کارگاه مشروط بر ایجاد یک سطح تراز و شاسی‌کشی مناسب ساخت و سپس در جای دقیق بر پا داشت. روش دیگر، تولید پانل پیش‌ساخته در کارخانه است که در آن پیش‌سازی سقف‌ها، دیوارها و خرپاها به کمک میزهای مونتاژ انجام و پس از حمل به محل، عملیات نصب پانل‌های آماده انجام می‌شود. اجرای دیوارهای غیر باربر در هر دو روش می‌تواند بعد از اجرای دیوارهای باربر و سقف انجام شود. در ادامه ضوابط اجرایی مربوط به دیوارهای باربر ارائه می‌شود.

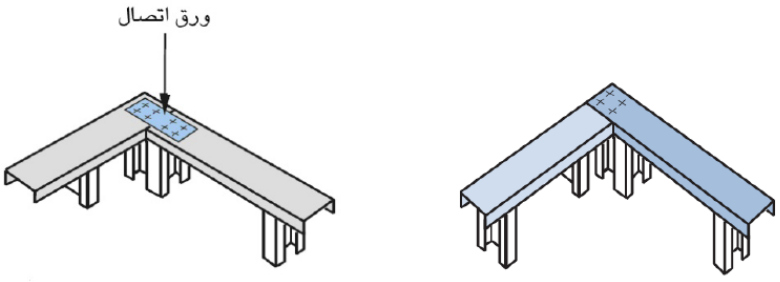
۷-۴-۱- استاد و ترک

در دیوارها معمولاً از مقطع C شکل به عنوان استاد و از مقطع U شکل به عنوان ترک استفاده می‌شود. وجه باز مقطع C شکل استادها در هر دیوار در یک سمت قرار می‌گیرد. در محل‌های گوشه و تقاطع دیوارهای باربر به منظور اتصال پوشش‌ها لازم است استادهایی پیش‌بینی نمود که این استادها ممکن است بیش از نیاز باربری باشد. بر این اساس در گوشه‌ها و تقاطع دیوارها مقاطع مرکب از چند استاد ایجاد می‌شود. استادهای مرکبی که در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند باید حداقل با پیچ‌های نمره ۸ در فواصل حداکثر ۵۰۰ میلی‌متر به یکدیگر اتصال داده شوند. در شکل ۷-۵ نمونه‌ای از وضعیت استادها در تقاطع گوشه و دیوار میانی کناری نمایش داده شده است.



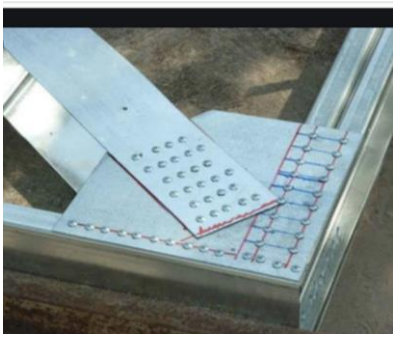
شکل ۷-۵ جزییات اتصال استادها در محل تقاطع گوشه یا میانی دیوارها

ترک بالایی دیوارها در محل اتصال به دو طریق می‌تواند متصل شود. در روش اول ترک یکی از دیوارها برش داده شده و بر روی ترک دیوار دیگر با حداقل ۴ پیچ نمره ۸ وصله می‌شود شکل ۷-۶-الف. در روش دوم می‌توان از ورق اتصالی با ضخامت ترک‌ها که در هر طرف با ۴ پیچ نمره ۸ متصل می‌شود، استفاده کرد.



الف-اتصال همپوشانی　　ب-اتصال با ورق

شکل ۷-۶ جزییات اتصال ترک بالایی در محل تقاطع دو دیوار باربر متعامد



تعریف سیستم

•سیستم ساخت قاب سبک فولادی Lightweight Steel Framing که به اختصار LSF می نامند، یک سیستم ساختمانی است، که برای اجرای ساختمان های عمدتاً کوتاه مرتبه و میان مرتبه(حداکثر تا 5 طبقه) استفاده می شود و از سیستم های مورد تایید مهندسان عمران در کشورهای توسعه یافته و مدرن می باشد . این سیستم که شباهت زیادی به روش های ساخت ساختمانهای چوبی دارد، بر اساس کاربرد اجزایی به نام استاد (Stud)یا وادار و تراک (Track) یا رانر شکل گرفته است و از ترکیب نیمرخ های فولادی گالوانیزه سرد نورد شده،

•شالوده فونداسیون دیوارهای جانبی(خارجی)ساختمانlsf با نمای فایبرسمنت برد یا دیگر گونه های نمای خشک و حداقل ظرفیت باربری خاک برابر ۰/۷۵ Kg/cm^2 به عرض 256 mm بوده و به ازای هر طبقه افزایش 107 mm به عرض شالوده اضافه شود.

•شالوده فونداسیون دیوارهای جانبی(خارجی)ساختمان lsf با نمای آجری یا سنتی و حداقل ظرفیت باربری خاک برابر۲۰/۷۵ Kg/cm به عرض 318 mmبوده و به ازای هر طبقه افزایش 119 mm به

عرض شالوده اضافه شود.

•سازه lsf باید از تماس با بتن خیس فونداسیون محافظت شده باشد .پس از تعیین عرض شالوده می توان ضخامت شالوده را بر اساس مقدار بار وارده محاسبه نمود. ضخامت شالوده نباید کمتر از عرض المانی که روی آن قرار می گیرد باشد.

تفاوت های سی اف اس cfs و ال اس اف lsf به زبان ساده:

- در سیستم ال اس اف ، دیوارها باربر بوده و نقش انتقال بار را به عهده دارند و در این سیستم خبری از تیر و ستون نیست ، اما در سیستم سی اف اس باربری توسط تیرهای فرعی و اصلی و ستون ها انجام می پذیرد.

در سیستم ال اس اف ، مطابق با آیین نامه ، می بایست حتما از ورق گالوانیزه با کوتینگ حداقل ۱۸۰ استفاده شود ، در حالیکه در سیستم سی اف اس در رابطه با ورق های با ضخامت بیش از ۳ میلیمتر الزام آیین نامه ای وجود نداشته و می توان از ورق سیاه استفاده کرد.

مهمترین تفاوت در امکان استفاده از مصالح سنتی جهت اجرای دیوار ها می باشد ، که در سیستم ال اس اف این امکان وجود ندارد ، یا به عبارت صحیح تر توجیه ندارد ، چرا که بدلیل وجود المان های قائم (Stud)به فواصل حداکثر ۶۰ سانتیمتر از یکدیگر در دیوار ها ، در نهایت بهترین سیستم پوششی استفاده از گچ برگ برای داخل ، پشم سنگ یا پلی استایرن به عنوان عایق صوتی و حرارتی در وسط دیوارها و سمنت بورد به عنوان پوشش خارجی دیوار (نما) می باشد، که این محدودیت باعث افزایش

هزینه تمام شده دیوار ها نسبت به سیستم سنتی (بلوک ، سفال ، آجر ، لیکا ....) می شد که با توجه به نبود این محدودیت در سیستم سی اف اس هزینه تمام شده پروژه به میزان قابل توجهی در cfs کاهش می یابد (بدلیل امکان استفاده از مصالح ارزانی همچون بلوک سفالی.)

در سیستم ال اس اف از آنجا که پس از نصب سازه ، دیوار ها با سه لایه محصول آماده جهت داخل ، میان دیوار و نمای خارجی (گچ برگ ، پشم سنگ یا پلی استایرن ، سمنت بورد) پوشانده می شوند ، سرعت کار به نسبت سی اف اس با اجرای دیوارهای سنتی بسیار بالاتر است.

وزن نهایی پروژه در ال اس اف از سی اف اس به مراتب پایینتر است. (بدلیل پوشش دیوارها با مصالح سبک و...)

در ال اس اف محدودیت های معماری بیشتر از سی اف اس مشکل ساز بوده و طراحی معماری مرتبط را نیاز دارد (به عنوان مثال طول کنسول به ۸۰ سانتیمتر محدود می شود در حالیکه در سی اف اس این مشکل وجود ندارد.)

هزینه تمام شده سازه ال اس اف و سی اف اس تفاوت چندانی با هم ندارد ، چرا که وزن سی اف اس کمی بیش از ال اس اف می شود و در عوض ورق مورد استفاده در ال اس اف گالوانیزه می باشد که از ورق سیاه سی اف اس گرانتر است ، این دو مورد بعلاوه موارد دیگری چون هزینه ساخت و دستمزد نصب های متفاوت ، در نهایت قیمت تمام شده هر دو سازه را در کنار هم قرار می دهد.

هزینه تمام شده یک پروژه با اسکلت سی اف اس (در اینجا منظور هزینه از فونداسیون تا کلید تحویل می باشد) کمتر از همان پروژه با سازه ال اس اف (صفر تا صد) می باشد که دلیل عمده این امر همانطور که در بالا اشاره شد امکان استفاده از محصولات ارزان سنتی برای دیوارها در سیستم سی اف اس می باشد.

از لحاظ فرهنگی در مناطقی که آشنایی با سیستم های نوین ساختمان سازی ندارند ، سیستم سی اف اس بسیار مقبول تر و محبوب تر خواهد بود ، چرا که مصرف کننده نهایی با دیوار های آجری ، سفالی و ... بسیار راحتتر است تا با دیوار گچ برگی که با دست زدن صدای تو خالی می دهد!

از بابت ساخت و ساز در طبقات:

سیستم ال اس اف تا ۲ طبقه امکان اجرا بدون دیوار برشی بتنی و تا ۵ طبقه با دیوار برشی بتنی را دارد.

سیستم سی اف اس تا دو طبقه امکان اجرا بصورت خمشی (بدون نیاز به باد بند) و تا ۵ طبقه با سیستم مهار بندی و یا دیوار برشی بتنی را دارد.

- رای اجرای ال اس اف معمولا نیاز به جرثقیل نمی باشد اما در سی اف اس اکثرا نیاز به جرثقیل می باشد.

- سرعت اجرای سازه سی اف اس با توجه به کمتر بودن المان ها نسبت به ال اس اف و انجام ۱۰۰٪ مراحل ساخت در کارخانه ، بیشتر است.(لازم به ذکر است که ساخت سازه ال اس اف نیوزیلندی نیز بر خلاف ال اس اف کانادایی تماما در کارخانه صورت می پذیرد.)

تفاوت سازه LSF کانادایی (پروفیل خام) و روش نیوزلندی (CAD/CAM) چیست؟

در روش کانادایی پروفیل ها بصورت استاد و رانر خام تولید شده و کلیه برش کاری سوراخکاری و منتاژ توسط شخص و در محیط کارگاه انجام می پذیرد و به همین دلیل دارای خطای شخصی بسیار است.

دومین عیب این روش گونیا نشدن پنل ها و عدم قرارگیری باد بندهای ضربدری در کشش می باشد.

عیب بعدی این روش برامدگی پیچ در روی سازه می باشد که باعث عدم کیفیت در پوشش های گچی و نما خواهد شد اما در روش فریم کد یا نیوزلندی تولید پروفیل ها برشکاری و حتی سوراخکاری محل پیچ در کارخانه و با دقت CNC انجام می پذیرد و تمامی پنل ها شماره گذاری میگردد.

بادبندها بصورت کام و زبانه می باشد و تو در تو بصورت هشتی کار می شود .

و محل سوراخکاری پیچ جهت استقامت بیشتر بال و همچنین عدم برامدگی پیچ گود می شود.

می توان گفت با تکنولوژی بالای این روش روش کانادایی دیگر منسوخ شده است و کمتر مورد استفاده قرار می گیرد.

تفاوت سازه ال اس اف LSF کانادایی و نیوزلندی

در سیستم نیوزلندی بر اساس نوع دستگاه تا ورق ۲ میل قابلیت فرمدهی را داراست. (دستگاه F300 تا ۱/۵ میل و دستگاه F350 تا ۲ میل)

و ضخامت بیش از ۲ میل در سیستم CFS جای میگیرد.

در سیستم نیوزلندی بدلیل خم لبه ها در رانر و ناچ شدن اتصالات مقاطع بهینه تر می باشد و در سیستم کانادایی بدلیل عدم دقیت تولید آور دیزاین تر طراحی می شود.