

توليد صنعتی

## مزیت استفاده از سیستم و مصالح جدید در ساختمان

- نیاز گسترده و روز افزون جامعه به مسکن
- ضرورت استفاده از سیستم های ساختمانی و مصالح جدید جهت ارتقا کیفیت ساختمان
- افزایش سرعت ساخت و کاهش زمان
- کاهش هزینه ساخت
- افزایش عمر مفید ساختمان
- سبک سازی و زیاد شدن مقاومت ساختمان در برابر زلزله
- افزایش کیفیت
- بهینه سازی مصرف انرژی

برخی مشکلات در ساختمان سازی

- زمان طولانی اجرا
- عمر مفید کم ساختمان
- هزینه بالا اجرا

راهکار ← بازنگری روش های نوین اجرای ساختمان و تطابق آن با معماری ایران و تطابق با ویژگی فرهنگی و اجتماعی و تاریخی مردم و شرایط اقلیمی کشور

# نیازهای اصلی پروژه

- عملکردی
- الزامات سازه ای
- زیبا شناسی
- محدودیت اجرا و ساخت
- نیاز زمان بهره برداری

## نیاز عملکردی ساختمان

پاسخگو شرایط اقلیمی  
تامین فضای معماری مطلوب جهت فعالیت مورد نظر  
انعطاف پذیری  
امکان برچیدن و نصب مجدد  
مقاومت حریق  
مقاومت صوت  
امکان گسترش  
بهره گیری از نور طبیعی  
تهویه طبیعی  
استفاده حداکثر از زمین و فضای معماری

## الزامات سازه

- ساختمان باید در برابر بارهای قائم و افقی وارد به ساختمان مقاومت کند.
- بر اساس عملکرد و درجه اهمیت ساختمان در برابر بار وارده پایدار باشد و کمتر آسیب ببیند.
- اطمینان داشتن از مقدار باربری و دوام سازه در زمان عمر مفید ساختمان
- مقاومت در برابر نیروهای ثقلی و نیروهای جانبی (زلزله و باد)
- مقاومت در برابر نیروهای دینامیکی

# تاریخچه ساختمان فولادی نورد سرد (سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد) Light Gauge Steel Frames Cold Formed Steel نورد سرد

اولین استفاده از این نوع سیستم ← حدود سال ۱۸۵۰ در کشور انگلستان و آمریکا  
در اوایل قرن ۱۹ در پل سازی - در جریان جنگ جهانی اول بدنه اتومبیل با خم کردن ورقه نازک به صورت سرد

اوایل قرن ۲۰ در صنعت هواپیما سازی  
۱۹۳۳ نمایشگاه بین المللی عصر پیشرفت در شیکاگو طراحی به نام خانه ای برای آینده معرفی شد که از فولاد نورد سرد در تمامی اجزا آن استفاده شده بود.

معمار این طرح ← هوارد فیشر

۱۹۴۰ ← شرکت Lustron Homes ساخت ۲۵۰۰ خانه از سیستم قاب فولادی سبک

(ساخت خانه هایی ارزان و مناسب برای سربازان برگشته از جنگ)

جرج وینتر ← پدر سازه فولاد نورد سرد



سال ۱۸۵۵ انجمن آهن و فولاد آمریکا تاسیس شد.  
۱۹۳۹ کمیته ای از انجمن آهن و فولاد آمریکا مسئولیت تدوین آیین نامه سازه فولادی نورد سرد را  
برعهده گرفت.  
۱۹۴۶ اولین آیین نامه سازه فولادی سرد، چاپ شد.

### آیین نامه فولاد نورد سرد:

تنش تسلیم فولاد در این آیین نامه ۱۷۰۰ تا ۲۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع  
ضریب اطمینان ۱,۸۵ که در سال های بعد ۱/۶۵  
در این آیین نامه ورق های فولادی با ضخامت کمتر از سه شانزدهم اینچ را شامل می گردد.

### آیین نامه ها

AISI آیین نامه موجود انجمن آهن و فولاد آمریکا  
CSA آیین نامه کشور کانادا

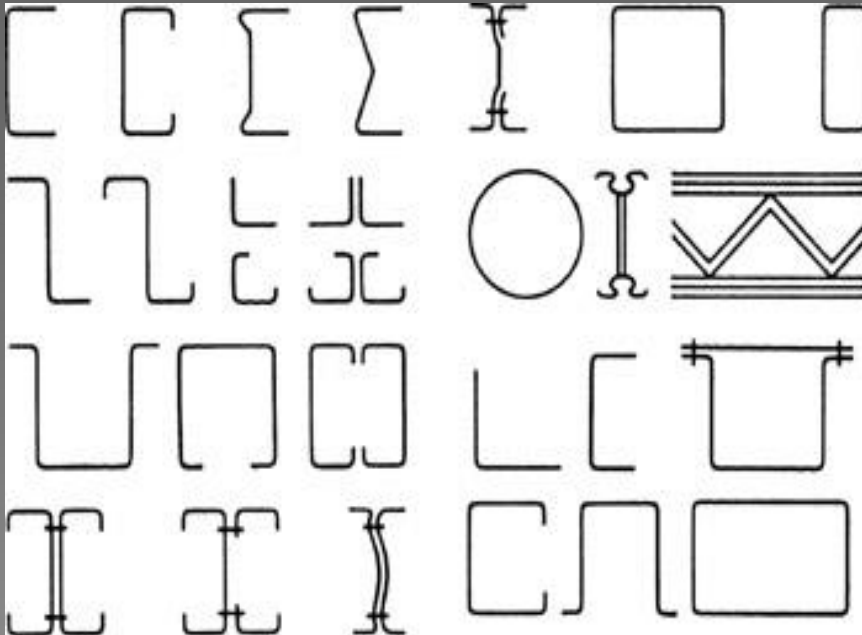




در چه کاربری و تعداد طبقاتی این نوع سیستم پیشنهاد می گردد؟  
طبقات تا ۵ طبقه \_ سالن ورزشی یک طبقه  
انبوه سازی \_ کاربری ساختمان تجاری کوچک. واحدهای صنعتی و...

## شناخت این نوع سیستم:

- اجرای این سیستم به صورت خشک \_ اتصالات به صورت پیچ و مهره می باشد.
- قاب های فولادی سبک به وسیله نورد سرد تهیه می شود (جوشکاری حذف)
- ورق های فولادی با مقاطع عمدتاً C.U.Z می باشد.
- دارای اشکال مختلف و ابعاد متنوع
- ضخامت ۶/۰ میلیمتر الی ۵/۲ میلیمتر
- توانایی ترکیب با سازه های دیگر را دارد.



# ویژگی های این نوع سیستم:



- بیشترین استفاده در ساختمان مسکونی کم ارتفاع
- عملکردهای متغیر
- اعضا در فواصل معین از یکدیگر
- کاهش زمان و هزینه ساخت
- امکان ایجاد دهانه های دلخواه
- تعویض و جابجایی قطعات
- ایجاد تغییرات پس از ساخت
- کاهش وزن ساختمان
- به دلیل کاهش بار مرده (سبک بودن سازه) ابعاد پی و مصالح مصرفی کاهش
- پیش ساخته بودن ← کاهش هزینه عملیات کارگاهی
- عملیات جوشکاری ندارد (بالا رفتن سرعت و کیفیت ساختمان)

# مزایای دیگر قاب فولادی نورد سرد

- کاهش وزن سازه \_ میزان وزن فولاد مصرفی در سیستم سبک نورد سرد ۵۰ درصد کمتر از سازه فولادی معمولی است.
- سهولت حمل و نقل با جرثقیل در محل تخلیه و عدم نیاز به ماشین آلات سنگین
- کیفیت مناسب ← تولید قطعات از لحاظ ابعادی بسیار دقیق
- انعطاف در طراحی ← در ابعاد مختلف قابل تولید بوده و طراح دارای آزادی عمل می باشد
- امکان عبور تاسیسات امکان ایجاد حفره در اعضا
- دوام بیشتری نسبت به مصالح سنتی دارد.
- اکثر موارد استفاده شده در این نوع سیستم قابل بازگشت به طبیعت بوده.



- معایب سیستم قاب فولادی سبک
- تبعیت از اندازه مدول در طراحی
- محدودیت در ابعاد دهانه
- تعداد طبقات محدود
- نیازمند نیروی متخصص
- هزینه بالا قطعات فلزی گالوانیزه در کارخانه



## اجزاء تشکیل دهنده سیستم نورد سرد

ستونک یا وادار stud: اعضاء عمودی که بار قائم را به پی منتقل می کند.

لاوک (Runner(track) : اعضاء افقی که ستونک روی آن قرار می گیرد و اتصال دهنده آن می باشد.

تیرچه: وظیفه تیرچه انتقال بار کف به لاوک

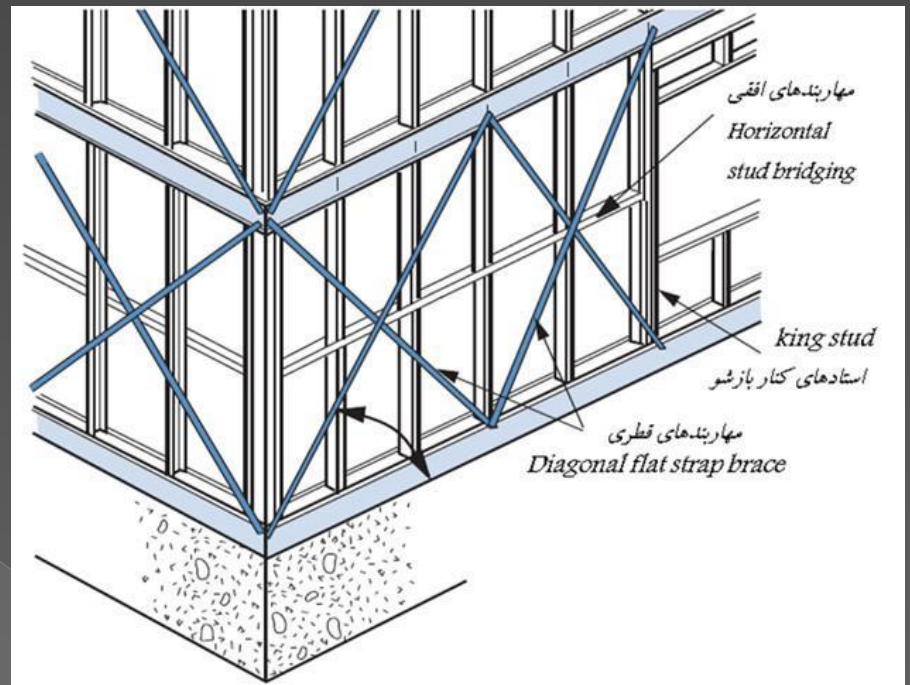
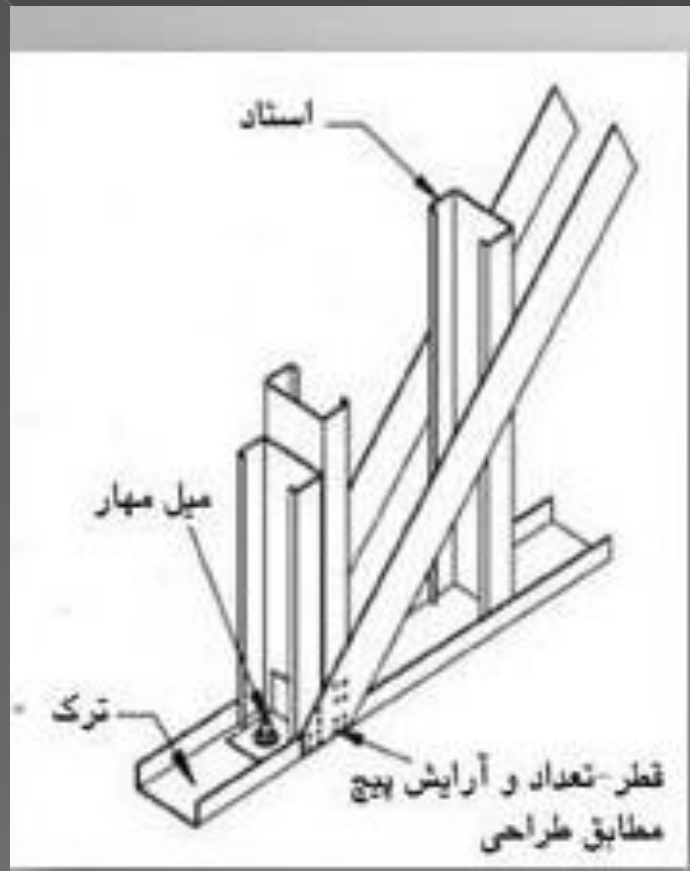
اتصال دهنده داخلی دیوار: اعضاء افقی که وظیفه آن اتصال ستونک ها

پیچ: اتصال اعضاء به یکدیگر توسط پیچ صورت می گیرد.

سخت کننده جان: در نقاطی که بار متمرکز بر تیر وارد می شود جهت افزایش مقاومت







شالوده در این نوع سیستم:

## ۱- نوع شالوده:

انتقال بار سازه به خاک سازه میانی که بدون تغییر شکل زیاد بار را به زمین منتقل می کند.

در این نوع سیستم به دلیل سبکی سازه ← از شالوده نواری

در مکان هایی که خاک ضعیف باشد از شالوده گسترده استفاده می شود.

## ۲- ضخامت شالوده:

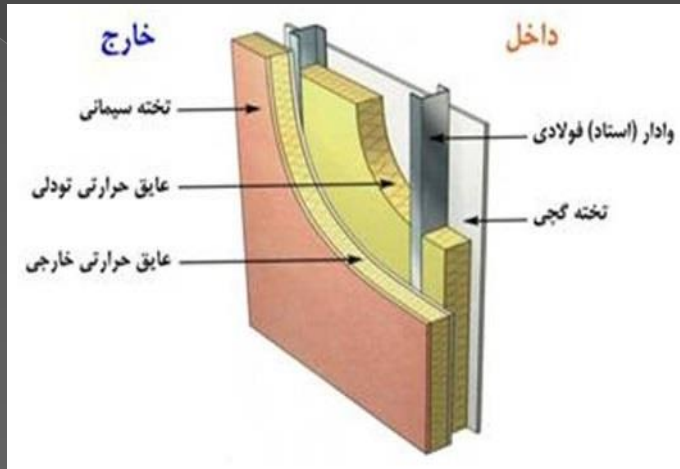
به دلیل سبک بودن این نوع سیستم ضخامت شالوده کم است.

بیرون زدگی نسبت به دیوار  $T > P$  ضخامت شالوده

## اتصال سازه به شالوده:

نصب ستونک به طور مستقیم

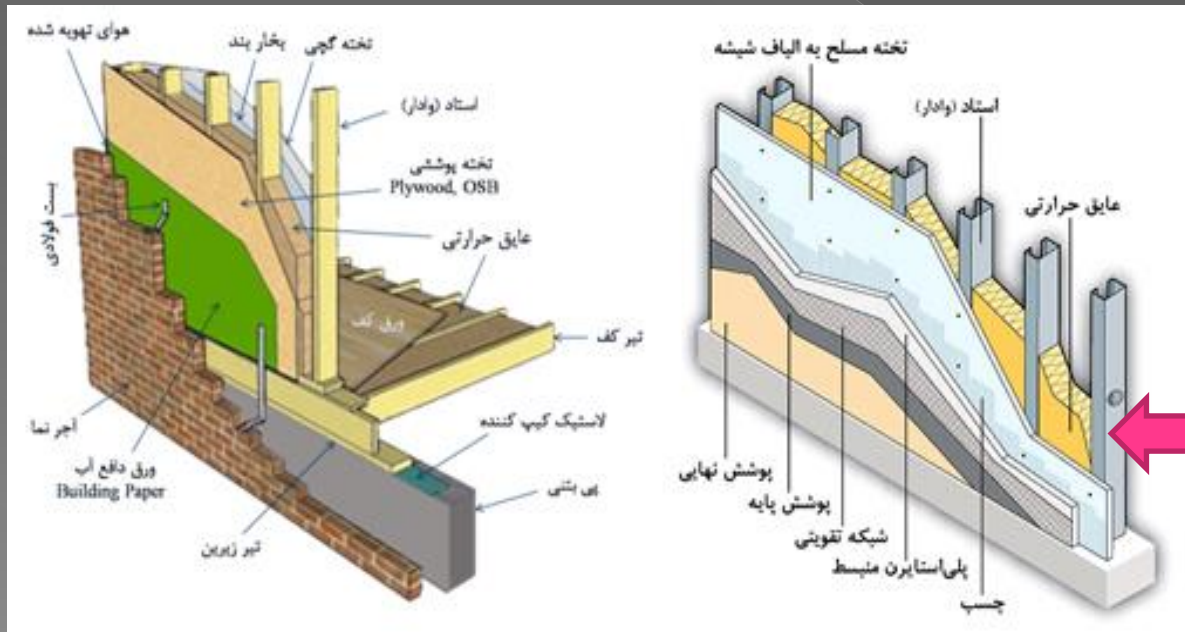
اتصال لاوک به پی و ستونک از طریق لاوک به پی متصل می گردد.



## دیوار در این نوع سیستم:

- تحمل بار جانبی و ثقلی
- تشکیل شده از ستونک و اعضاء مهاربند
- فواصل ستونک ها کم می باشد ۴۰ الی ۶۰ سانتیمتر

- فواصل خالی بین ستونک ها با فوم پلی استایرن پر می شود.
- حداکثر وزن دیوار خارجی ۱۰۰ Kg/m<sup>2</sup> و دیوار داخلی ۵۰



- ورق فولادی سرد نورد شده
- صفحات و تخته گچی پوشش
- عایق حرارت و صوت
- پوشش خارجی نما





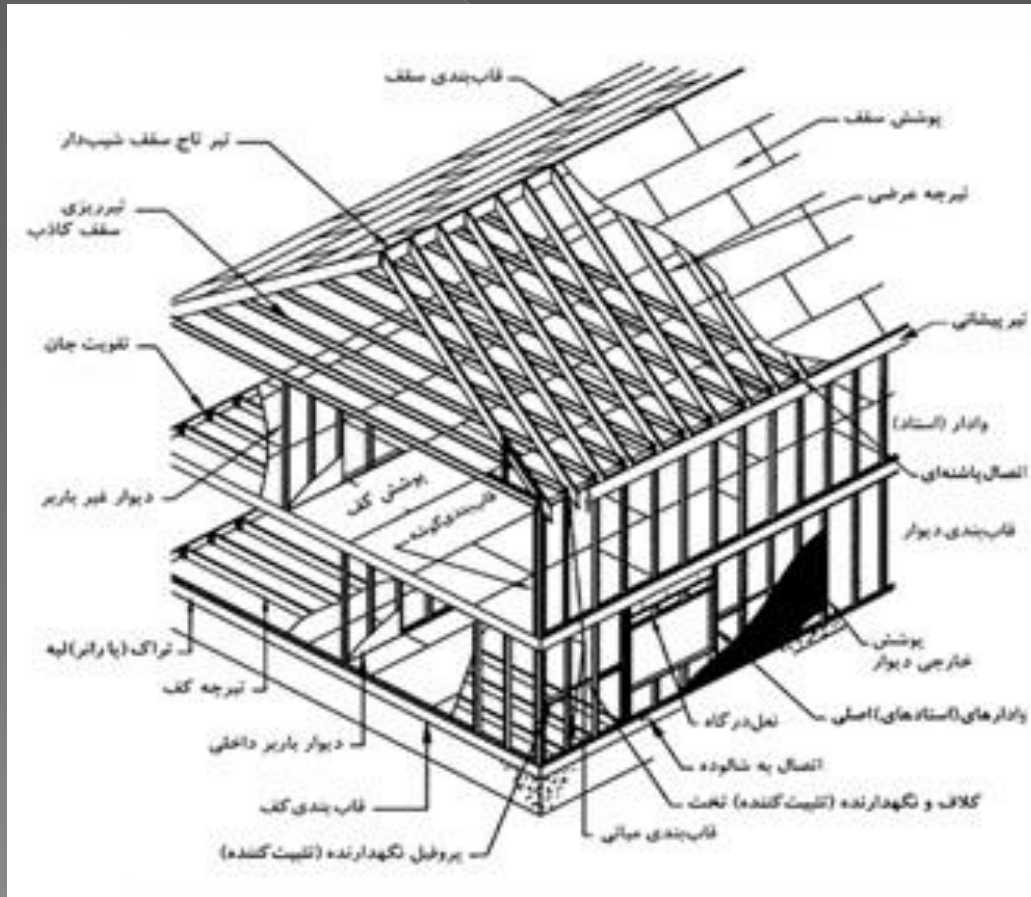


جدول ۱-۴- مقایسه وزن و ضخامت دیوارهای داخلی با مصالح مختلف

دیوار سازه فولادی سبک	پانل گچی	بلوک لیکا	بلوک پرلیت	بلوک سیپورکس	بلوک هیلکس	سفال	اجر سوراخ دار	اجر فشاری	نوع دیوار
۱۱	۱۱	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	ضخامت نهایی دیوار (سانیمتر)
۳۸	۱۱۹	۱۹۸	۱۹۵	۱۸۷	۱۸۳	۱۹۳	۲۱۳	۳۰۰	وزن نهایی دیوار (کیلوگرم بر مترمربع)

## کف طبقات در این نوع سیستم

تیرچه ها به تیر اصلی متصل و تشکیل قاب کف را می دهند.



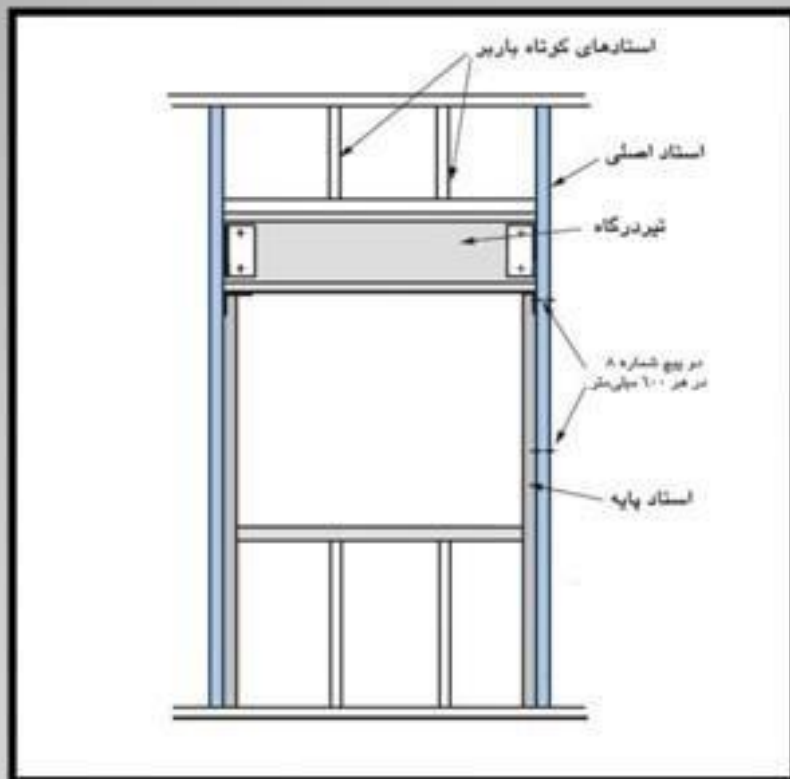
جدول ۱-۲- مقایسه انواع سقف‌ها از نظر ضخامت سقف و وزن هر مترمربع

نوع سقف	سقف طاق ضربی با مصالح بنایی	سقف متشکل از تیرچه‌های بتنی و بلوک سفالی	سقف مرکب از فولاد و بتن (Composite)	سقف در سیستم قاب فولادی سبک
ضخامت سقف (سانتی‌متر)	۳۰	۲۵	۲۵	۲۵
وزن نهایی سقف (کیلوگرم بر مترمربع)	۶۵۰	۵۵۰	۴۵۰	۳۵۰

جدول ۱-۳- مقایسه انواع سقف‌ها از نظر کیفیت اجرا و عملکرد

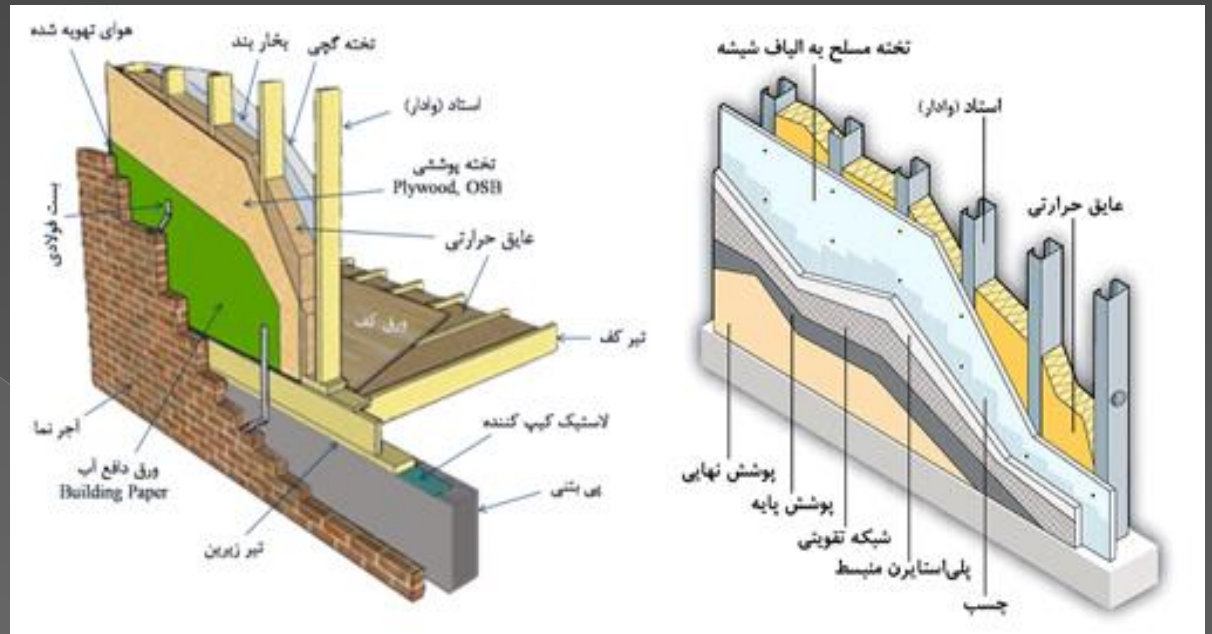
نوع سقف	سقف طاق ضربی با مصالح بنایی	سقف متشکل از تیرچه‌های بتنی و بلوک سفالی	سقف مرکب از فولاد و بتن (Composite)	سقف در سیستم قاب فولادی سبک
سرعت اجرا	کم تا متوسط	کم تا متوسط	متوسط	زیاد
ایجاد نخاله	زیاد	زیاد	زیاد	ندارد
قابلیت بازیافت مصالح	ندارد	ندارد	ندارد	دارد
عایق بودن در برابر حرارت	کم	متوسط	متوسط	زیاد
عایق بودن در برابر صدا	کم	کم تا متوسط	متوسط	متوسط تا زیاد
امکان ایجاد شکاف برای تاسیسات	مشکل	متوسط	ساده	ساده
مقاومت در برابر آتش	زیاد	زیاد	متوسط	کم
صلبیت سقف	کم	متوسط	زیاد	زیاد

در اجرای بازشو در دیوارهای سازه ای علاوه بر استادهای اصلی از اعضای دیگر از قبیل استادهای کوتاه، استادهای پایه، تیردرگاه، تراك های زیرین و بالایی استفاده میشود.  
(نشریه 612، 1391: ص 192)



## جزئیات اجرای بازشو





## نازک کاری:

انواع مصالح نما با استفاده از یک سری بست ها می تواند با این نوع سیستم کار شود

# فولاد

- فولاد مهمترین مصالح در سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد می باشد.
- حد جاری شدن فولاد ۲۴۰ تا ۳۴۰ مگا پاسکال معادل ۲۴۰۰ تا ۳۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
- ضخامت فولاد بین ۰,۶ تا ۲/۵ میلیمتر است.
- برای جلوگیری از زنگ زدگی و خوردگی فولاد گالوانیزه می کنند.
- ملات ها و اندود تا زمانی که مرطوب هستند به پوشش و آلیاژ روی حمله می کنند
- زمانیکه خشک هستند تاثیری ندارند.
- در محیط غیر مرطوب خوردگی ناشی از ملات و اندود دیده نمی شود.
- به دلیل استفاده از مواد شیمیایی برای چوب های عمل آوری شده احتمال آسیب به فولاد وجود دارد البته بسیار اندک



● محصولات عایق مانند پشم معدنی و سلولز و فوم سخت شده با فولاد گالوانیزه وارد واکنش نمی شود و تاثیرات مخربی ندارد.

● بتن زمانیکه مرطوب است ممکن است با فولاد گالوانیزه وارد واکنش شود

● تماس فولاد با فلزات دیگر در صورت وجود رطوبت واکنش رخ می دهد و سبب خوردگی یکی از فلزات می شود. برنج و مس میزان خوردگی روی زیاد است. آلومینیم و استیل کم می باشد.



## روش های مقاوم کردن قاب های فولادی سبک در برابر نیروهای جانبی

- دهانه مهاربندی شده با اعضاء قطری
- استفاده از ورق فولادی نازک به عنوان دیوار برشی
- استفاده از دیوارهای چوبی OSB به عنوان دیوار برشی
- دیوار برشی بتن مسلح



دهانه مهاربندی شده با اعضاء قطری:

مشابه بادبند ضربدری متعارف می باشد  
با این تفاوت که دهانه های بیشتری در  
این نوع سیستم مهاربند کار می شود.

## روش های ساخت این نوع سیستم

- مونتاژ در محل اجرا
- سیستم برافراشتن
- سیستم جعبه ای



مونتاژ در محل اجرا:

اجزاء به صورت برش خورده و شماره گذاری شده به محل اجرا منتقل و با اتصالات سرد متصل می شود.

سیستم برافراشتن:

در این روش قطعه مورد نظر مانند دیوار، قاب، قطعات نما در محل پروژه روی زمین و به صورت افقی اجرا سپس به وسیله جرثقیل به مکان مورد نظر

سیستم جعبه ای:

این نوع سیستم برای ساختمان های محدود و کوچک مانند سرویس بهداشتی و کانکس ها و... به کار می رود.

عایق در این نوع سیستم:

این نوع سیستم قابلیت بالایی برای نصب عایق حرارتی دارد.

به دو روش عایق کار می شود:

۱- اگر وادارها هم راستا باشند عایق بین دو وادار کار می گردد.

۲- اگر وادارها هم راستا نباشند عایق به صورت زیگزاگی کار می شود.

## صوت:

صوت به سه روش در یک فضا انتقال می یابد:

۱- انتقال هوایی: از میان فضاها بدون مانع

۲- کوبه ای: ناشی از حرکت افراد در ساختمان که بیشتر مربوط به کف می باشد.

۳- پیکری: در اثر تماس با منبع لرزاننده اعضاء ساختمان به لرزش در می آیند.

انتقال صوت در این نوع سیستم چگونه صورت می گیرد؟

۱- انتقال مستقیم

۲- انتقال صوت از طریق عضو

۳- انتقال جناحی

بحرانی ترین نوع انتقال، انتقال از بین ستونک ها است.

عایق صوتی:

افزودن تخته گچی یا سیمانی در دوطرف عایق حرارتی

استفاده از دیوار جداکننده با دو قاب مجزا

- هر چه عمق ستونک بیشتر عایق بندی بیشتر
- استفاده از چند لایه گچ، باعث افزایش عایق بندی صوتی می شود
- استفاده از الیاف معدنی و سلولزی و افزایش ضخامت آنها عایق بندی صوتی را افزایش می دهد.

## حفاظت این نوع سیستم در برابر آتش

این نوع سیستم در برابر آتش مقاومت کمی دارد و دچار تغییر شکل می گردد.

### راهکار:

پوشاندن مقطع فولادی با مصالح مقاوم در برابر آتش و استفاده از تخته های سیمانی، تخته های گچی و تخته های متشکل از گچ و الیاف که در بعضی مواقع تا ۱۲۰ دقیقه در برابر آتش مقاومت دارند.

استفاده از تخته های گچی معمولی نباید به طور پیوسته در معرض رطوبت قرار گیرند . در محیط های مرطوب باید از پانل مقاوم آب استفاده شود.

نوع مقاوم حریق نوع X می باشد به علت دارا بودن الیاف و سایر افزودنی ها در دمای بالا ترک نمی خورد.  
تخته گچی gkf ضد حریق می باشد.

