انجمن صنفی بتن سبک اتوکلاو شده
Autoclaved Aerated Concrete Association

قوانین، ضوابط و جزئیات اجرایی مهار دیوارها (والپست)

مطابق با پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴

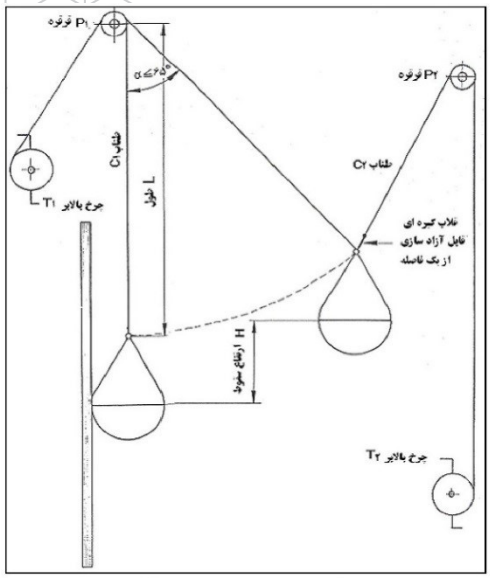
بعد از وقوع زلزله کرمانشاه در سال ۱۳۹۶ شاهد آسیب‌های بسیاری در ساختمان‌های موجود در منطقه بودیم. این آسیب‌ها علاوه بر ساختمان‌های قدیمی، شامل ساختمان جدید و تازه ساز، موجود در منطقه نیز می‌شد، که همگی دارای اسکلت‌های سازه‌ای مرسوم در جامعه مهندسی بودند.

طی بازدیدهای به عمل آمده از محل حادثه، عمده خرابی در ساختمان‌های جدید در بخش اجزای غیر سازه‌ای (به طور مشخص دیوارها) اتفاق افتاد و پیام را روشنی برای تمامی مهندسین و سازندگان در سطح کشور برای توجه به رفتار این اجزاء (دیوارها) در هنگام طراحی و اجرای پروژه ها داشت. از این مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی اقدام به تدوین ضابطه ۸۴۸ که با نام پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۴) در جامعه مهندسی معروف است، نمود. بر اساس این مرجع جزئیات اجرایی و طراحی لرزه ای اجزای غیرسازه ای معماری از جمله دیوارها برای تمامی محصولات رایج در بازار ساخت و ساز کشور ارائه شده است که به معرفی این روش‌ها خواهیم پرداخت. (شکل ۱)

شکل ۱- پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۴)

۱- مهار دیوارها

مطابق آنچه در پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ آمده است، دیوارها برای پایداری و حفظ مقاومت خود در برابر نیروهای جانبی نظیر زلزله و باد و یا نیروهای برخورد ناگهانی نظیر ضربه و تصادف نقش مناسبی را ایفا کنند. البته یکی از فاکتورهای مهم در خصوص این موارد کیفیت تولیدی و مصرفی مصالح ساختمان در دیوارها می‌باشد که مطابق با استاندارد ۸۵۹۳، ضابطه ۸۲۳ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و نشریه ۳۲۶ سازمان برنامه و بودجه کشور، بلوک‌های سبک اتوکلاو شده، AAC می‌توانند به راحتی پایداری و مقاومت خود را در برابر عوارض طبیعی و یا ضربات احتمالی تحمل کنند، گواه آن نیز آزمایش ضربه در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی می‌باشد که در تصویر زیر قابل مشاهده می‌باشد. (شکل ۲)

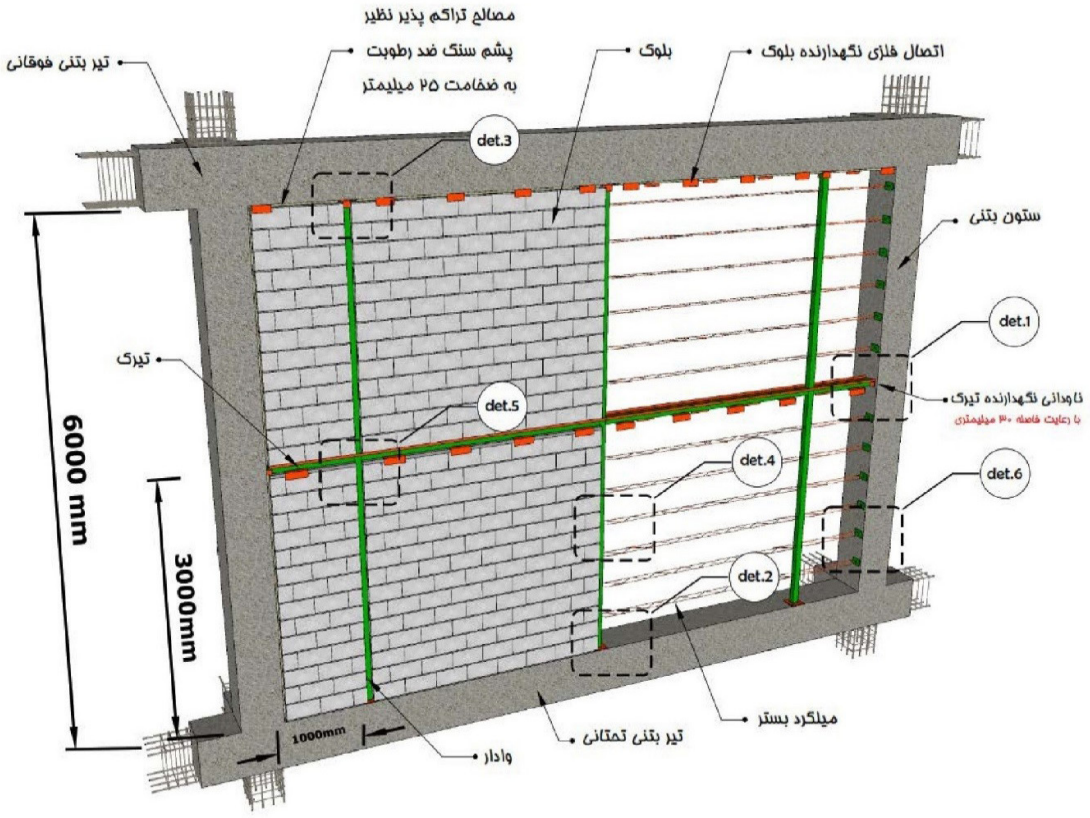


انجام تست ضربه جسم نرم سنگین set up

شکل ۲- انجام آزمایش ضربه سنگین در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

عـلاوه بـر مباحـث مقاومتـی محصـول کـه در بخـش قبلـی بـه آن اشـاره شـد، موضـوع مهـار دیـوار یـا وادارهـا کـه در جامعـه مهندسـی بـه والپسـت معـروف هسـتند از اهمیـت بـه سـزایی برخـوردار اسـت. ایـن موضـوع هـم در بخـش طراحـی اصولـی مطابـق بـا ضوابـط فصـول ۴ و ۵ اسـتاندارد ۲۸۰۰ و هـم در بخـش سـاخت اجـرا بـه مراتـب مهمتـر و حسـاس تـر خواهـد بـود.

بـه بیـان سـاده و روشـن وادار یـا والپسـت عضـوی غیرسـازه ای در ساختمانهاسـت کـه دو وظیفـه مهـم بـر عهـده دارد. اول کاهـش طول‌هـای افقـی و عمـودی در محـدوده مجـاز آییـن نامـه و دوم انتقـال درسـت نیروهـای وارده بـر آن بـه دیگـر اجـزای اصلـی سـازه نظیـر سـتون‌ها، سـقف‌ها و تیرهـا می‌باشـد. بـر ایـن اسـاس مطابـق بـا شـرح کامـل اسـتاندارد ۲۸۰۰ ویرایـش چهـارم در بنـد پ۶-۱-۴-۱-۱-۱، کلیه دیوارهـای خارجـی و داخلـی کـه طـول آنهـا بیشـتر از ۴ متـر و ارتفـاع آنهـا بیشـتر از ۳/۵ متـر باشـند، ضروریسـت توسـط وادارهـای عمـودی و افقـی مهـار شـوند. در تصویـر زیـر نمونـه کاملـی از اجـرای کلاف هـای افقـی و عمـودی در قاب‌هـای سـازه‌ای را مشـاهده می‌کنیـم. (شـکل ۳)



شـکل ۳- جزئیـات اجرایـی وادارهـای افقـی و عمـودی در دیوارهـا مطابـق بـا پیوسـت اسـتاندارد ۲۸۰۰

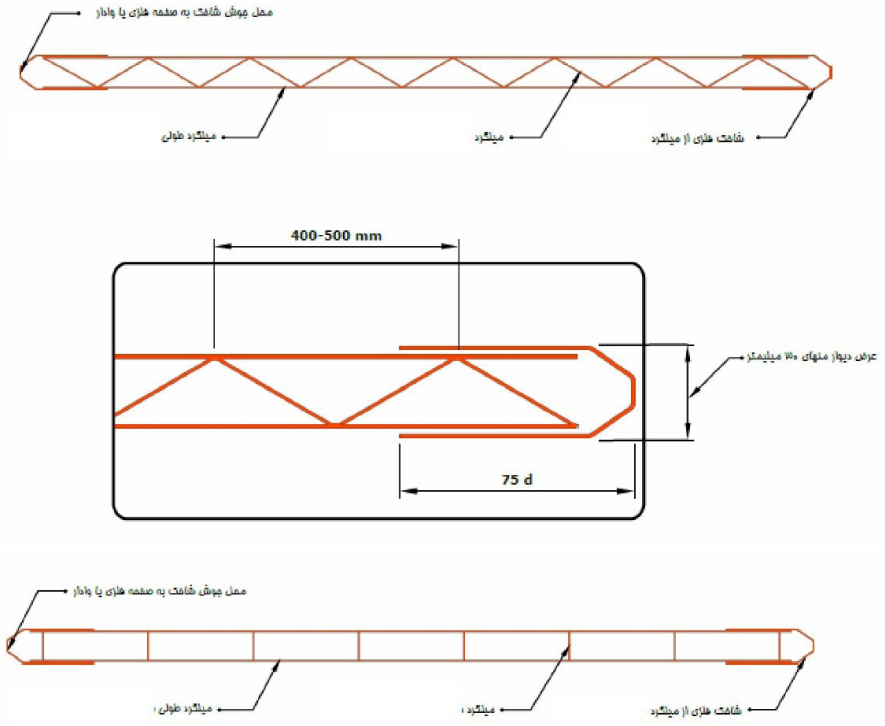
۲- انواع روش های مهار و تسلیح دیوارها

پس ابلاغ رسمی پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم و لازم الاجرا شدن آن برای تمامی پروژه‌های عمرانی و غیر عمرانی کشور، شرکت‌های مختلفی در راستای تولید مقاطع والپست‌ها و روش های مختلف اجرا و تولید آنها شروع به فعالیت کردند که مهمترین وجوه تمایز استفاده از مقاطع آنها در پروژه ها انتخاب مصالح مناسب برای بخش دیوارچینی در ساخت و سازها می باشد. توجه به این نکته ضروریست همانطور که در طراحی برخی از اعضاء سازه نظیر میلگردهای برشی در تیرهای بتن آرمه، تامین حداقلی آنها برای هر دیواری فارغ از جنس آنها (سفالی، لیکا، AAC و...) ضرویست. البته انتخاب جنس مصالح دیوار با توجه به ویژگی‌هایی نظیر مقاومت فشاری و وزن مخصوص می تواند در مقادیر سطح مقطع و روش مهار دیوارها و در نتیجه برآوردهای مالی و ریالی آنها موثر باشد. در ادامه به معرفی مهمترین روش‌های مهار دیوارها به طور خلاصه اما مطابق با پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ خواهیم پرداخت:

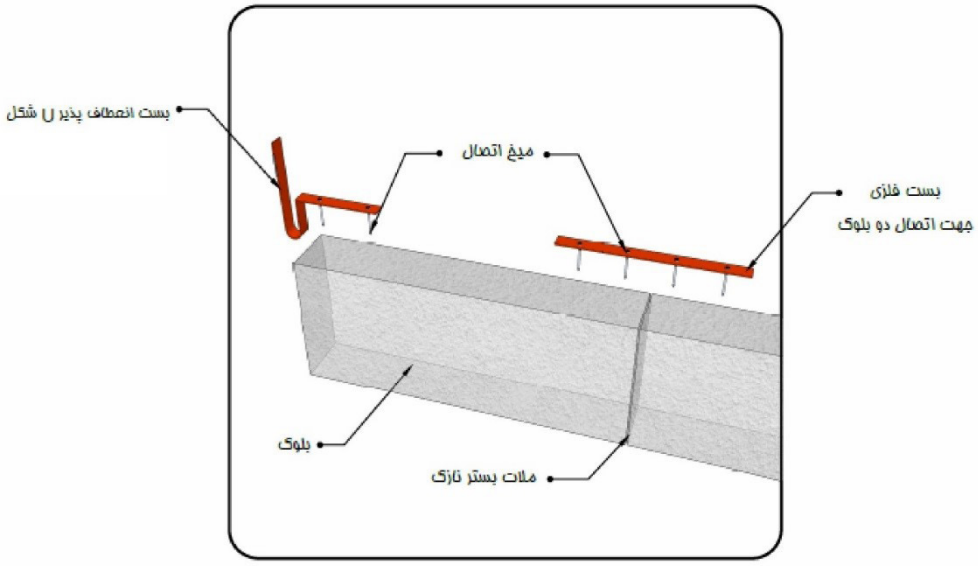
۲-۱- انواع روشها و قطعات مهار و تسلیح دیوارها

هدف از ارائه این بخش آگاهی بخشی بیشتر جامعه مهندسی، طراحان، ناظران و مجریان امر ساخت و ساز کشور است تا با آشنایی بیشتر و دقیق تر نسبت به اجرای دقیق آنها اقدام تا دیگر شاهد فجایع غم بار نظیر زلزله های بم یا سر پل ذهاب در کشور نباشیم.

۲-۱-۱- مطابق با بند پ۶-۱-۴-۲ روش های مختلفی برای مهار دیوار در مقابل نیروی های خارج از صفحه و داخل از صفحه معرفی شده است. در بلوک های سفالی و سیمانی به واسطه اجرای آنها با ملات های لایه ضخیم سنتی اجرای میلگرد های بستر خرپایی یا نردبانی (شکل ۴) و در بلوک های AAC به واسطه استفاده از ملات بستر نازک (معروف به چسب بلوک) اجرای بست های نازک فولادی منقطع یا پیوسته (شکل ۵) پیشنهاد شده است. (ساخت این مقاطع در کارگاه ساختمانی به شرط رعایت ضوابط فنی و اجرایی بلامانع می باشد).

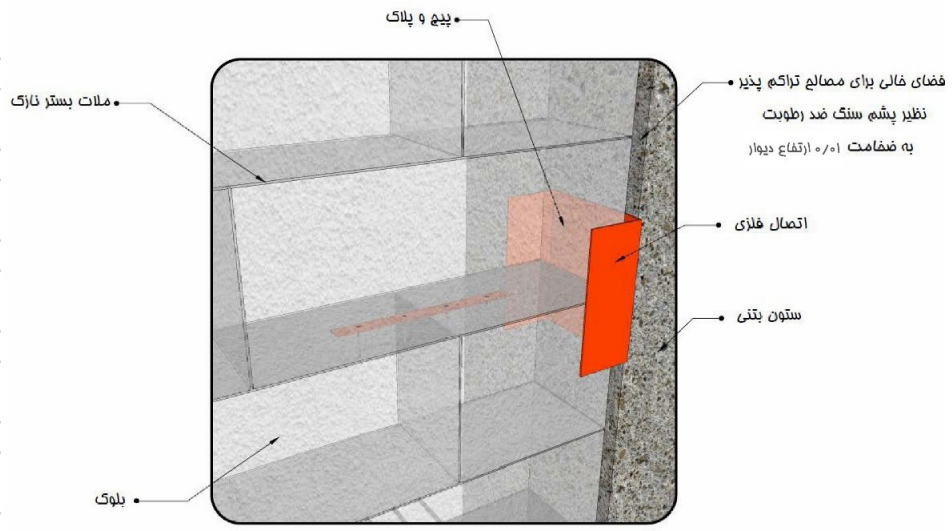


شکل ۴- میلگرد بستر برای دیوارهای ملات سنتی (بلوک های سیمانی یا سفالی)

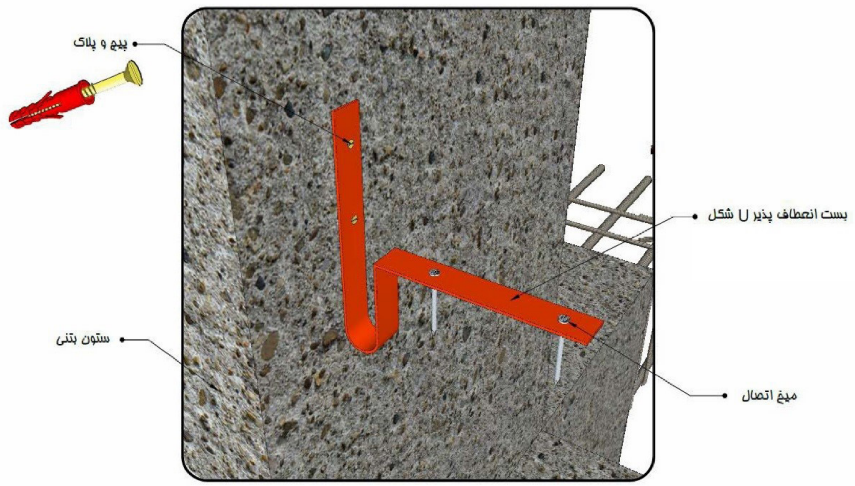


شکل ۵- بست های نازک فولادی منقطع (بلوک‌های AAC)

۲-۱-۲- مطابق با بند پ۶-۱-۴-۲-۵ اتصال دیوارها به اعضاء قائم سازه‌ای (عمدتاً ستون‌ها) الزامیست، از این رو روش‌های مختلفی را به طراحان و سازندگان پیشنهاد شده است. در بلوک های AAC به واسطه ویژگی‌ها قابل قبول خود دو روش قابل اجرا می‌باشد. روش اول مطابق با بند پ۶-۱-۴-۲-۵- الف، استفاده از اتصال کشویی با استفاده از دو نبشی یا مقاطع ناودانی منقطع (شکل ۶) و در روش دوم مطابق بند پ۶-۱-۴-۲-۵-ب، استفاده از بست‌های انعطاف‌پذیر معروف به بست‌های ارتجاعی با رادیکالی معرفی شده است (شکل ۷) توصیه می‌شود برای اجرای آسانتر و سریعتر از مقاطع نادوانی برای مهار کنار ستون‌ها با حداقل ۳ سانتیمتر لبه درگیری با بلوک دیواری استفاده شود.

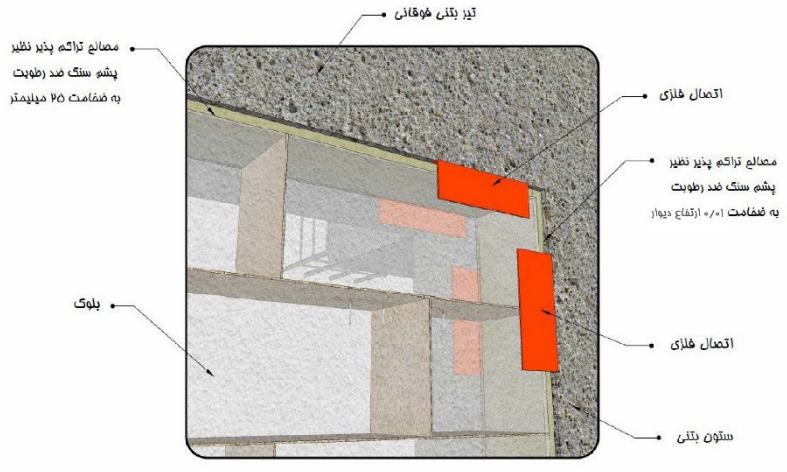


شکل ۶- اتصال کشویی با استفاده از مقاطع ناودانی منقطع

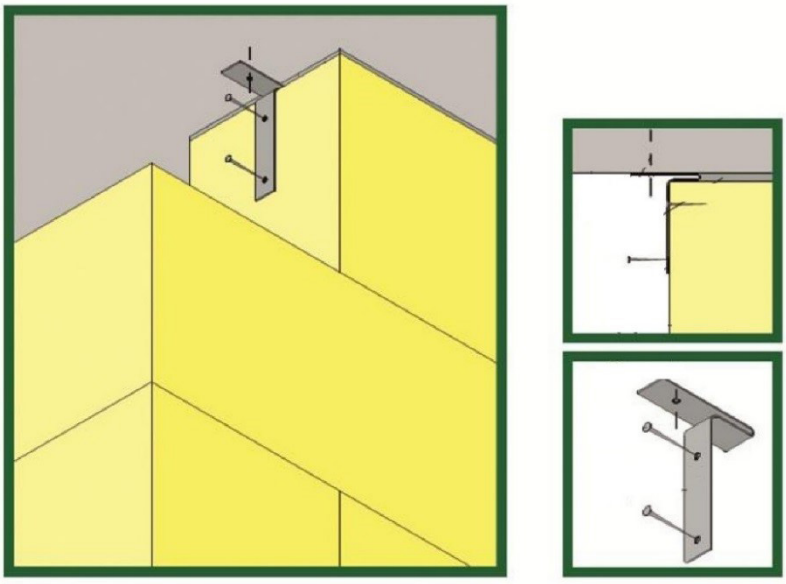


شکل ۷- بست‌های انعطاف‌پذیر معروف به بست‌های ارتجاعی با رادیکالی

۳-۱-۲- مطابق با بند پ۶-۱-۴-۲-۶ اتصال دیوار به زیر سقف یا تیرهای سازه‌ای نیز از جمله موارد لازم الاجرا در هنگام اجرای دیوارچینی می‌باشد. بر این اساس مجدداً می‌توان از اتصال کشویی با استفاده از دو نبشی یا مقاطع ناودانی منقطع استفاده نمود. (شکل ۸) استفاده از مهار بالای دیوار به کمک بست‌های ارتجاعی یا همان رادیکالی‌ها نیز بلامانع است، ولی استفاده از آنها بنا بر برخی دلایل فنی توصیه نخواهد شد و روش مقطع ناودانی مناسب‌تر و مورد تاکید می‌باشد. (شکل ۹)

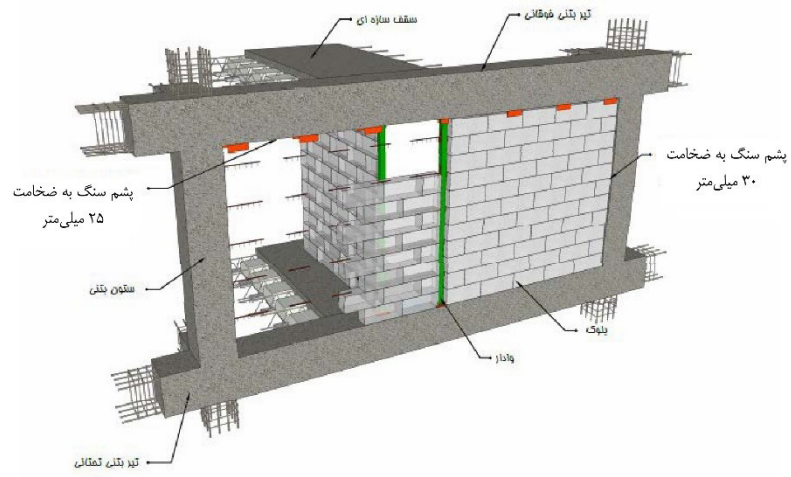


شکل ۸- اتصال کشویی با استفاده از مقاطع ناودانی منقطع یا دو نبشی

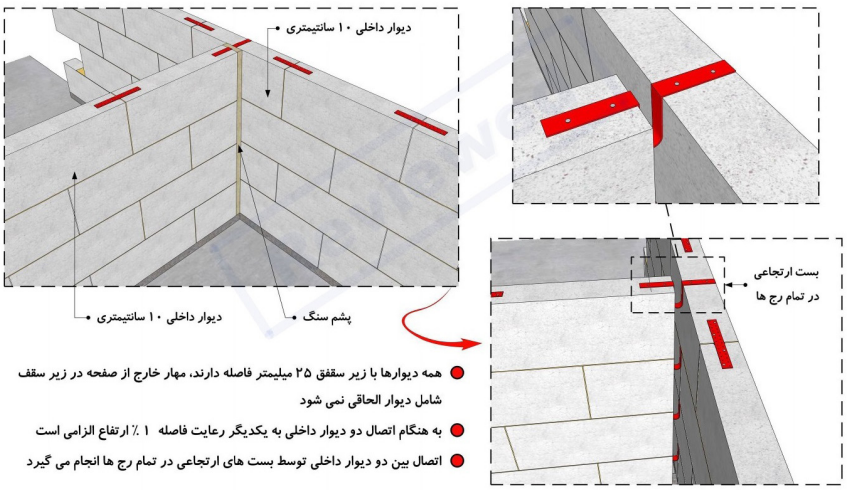


شکل ۹- اتصال دیوار به سقف یا تیر فوقانی از مقطع ارتجاعی یا رادیکالی

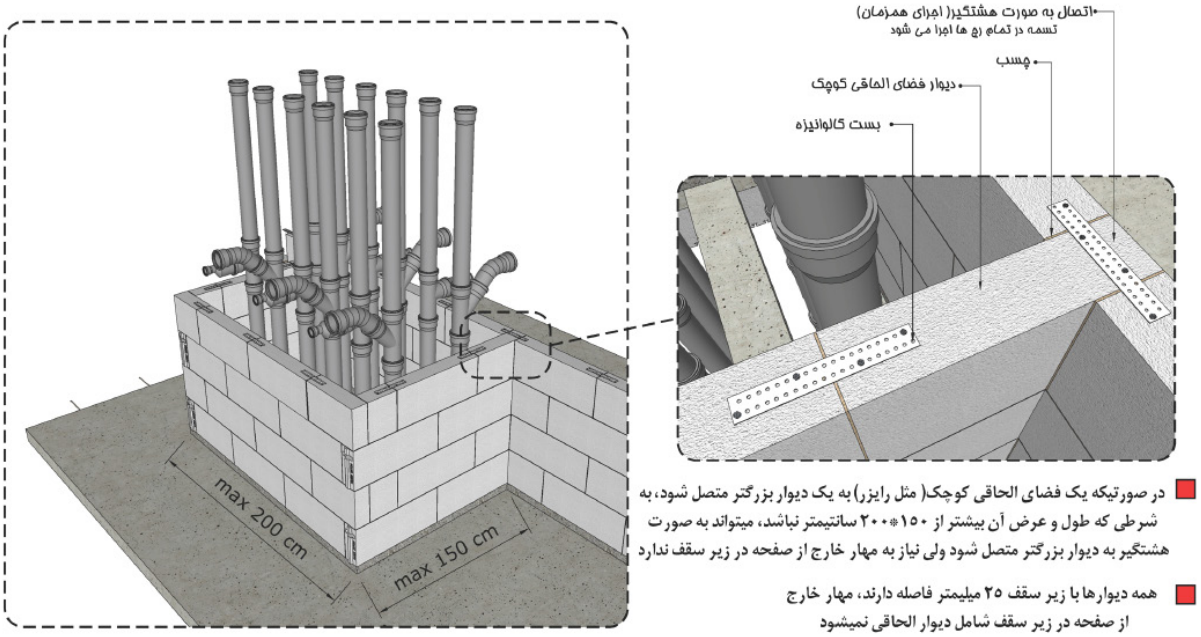
۴-۱-۲- مطابق با بند پ۶-۱-۴-۲-۷ اتصال دیوارهای غیرسازه‌ای به یکدیگر نیز دارای تغییراتی بوده است. اجرای مرسوم در سطح جامعه مهندسی هشتگیر کردن است و مطابق پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۴) به دلیل امکان بروز تنش‌های کششی در درون صفحه دیوارهای متقاطع این روش ممنوع و با توجه به مصالح مصرفی دیوارچینی، اجرای والپست سراسری در محل تقاطع دیوارها (شکل ۱۰- بلوک‌های سیمانی و سفالی) و یا استفاده از بست‌های انعطاف پذیر معروف به بست‌های ارتجاعی با رادیکالی (شکل ۱۱- بلوک‌های AAC) ضروریست. البته برای دیوارهایی با اهمیت کم و یا طول‌های کم نهایتاً ۱/۵ تا ۲ متر می‌توان از سیستم هشتگیر استفاده نمود، مثلا در اجرای دیوارهای کمد دیواری یا داکت‌های تاسیساتی این مورد بلامانع و مجاز است (شکل ۱۲)



شکل ۱۰- اجرای والپست سراسری در محل تقاطع دیوارها (بلوک‌های سیمانی و سفالی)

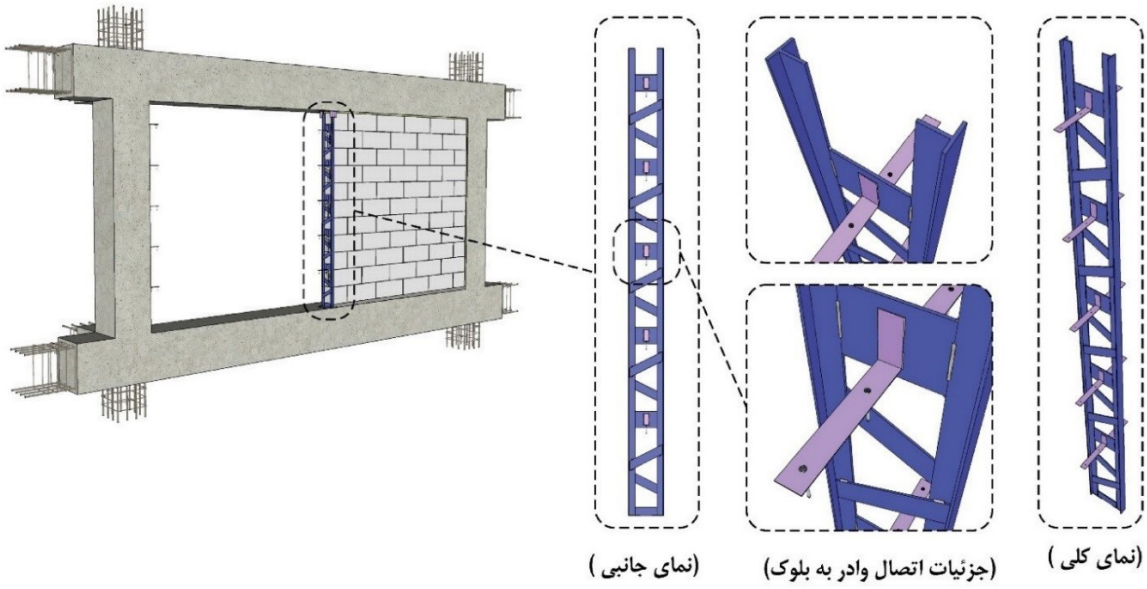


شکل ۱۱- بست‌های ارتجاعی معروف به بست‌های گونیا یا رادیکالی در محل تقاطع دیوار (بلوک‌های AAC)

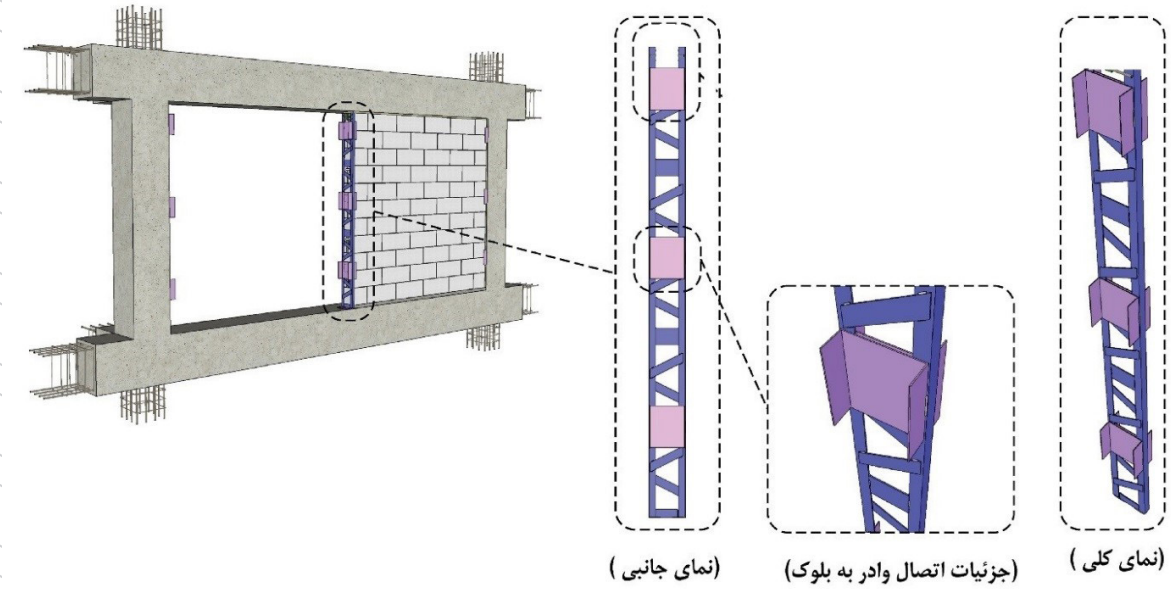


شکل ۱۲- جزئیات اجرایی مجاز اتصال دیوارها به یکدیگر، موسوم به هشتگیر کردن

۵-۱-۲- مطابق با بند پ۶-۱-۴-۲-۲ اتصال دیوارها به وادار قائم میانی (والپست عمودی) نیز در صورت اجرای لبه بالای آزاد والپست در راستای دیوار و مهار خارج از صفحه (مطابق جزئیات بند پ۶-۱-۴-۲-۱) می توان از بست های اِل شکل و یا اتصال کشویی با استفاده از دو نبشی یا مقاطع ناودانی منقطع استفاده نمود. (شکل ۱۳ و ۱۴) در صورت عدم اجرای لبه آزاد بالای والپست رعایت فاصله میانقابی از والپست میانی ضروریست. (یک صدم ارتفاع کف تا کف)

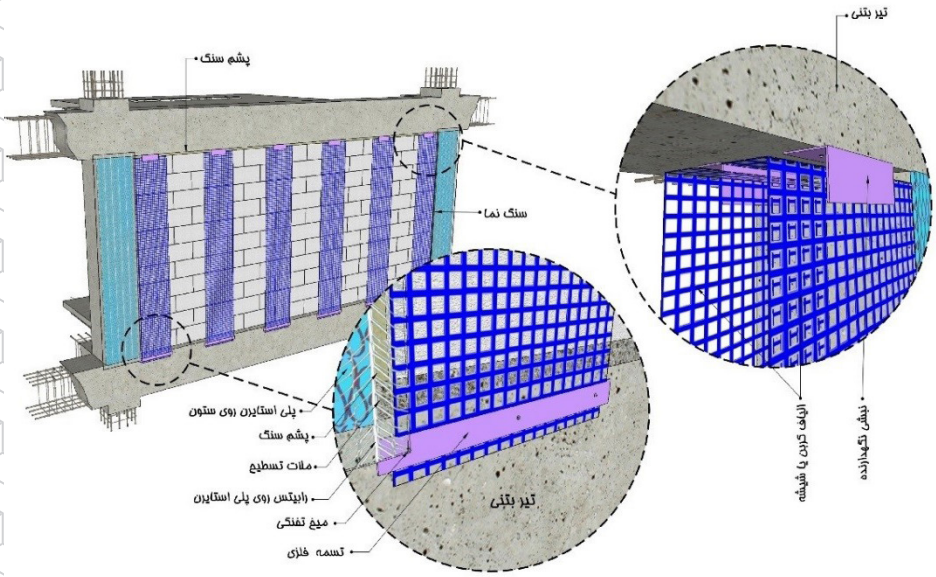


شکل ۱۳- بست های اِل شکل جهت اتصال دیوار به وادار میانی (والپست عمودی)

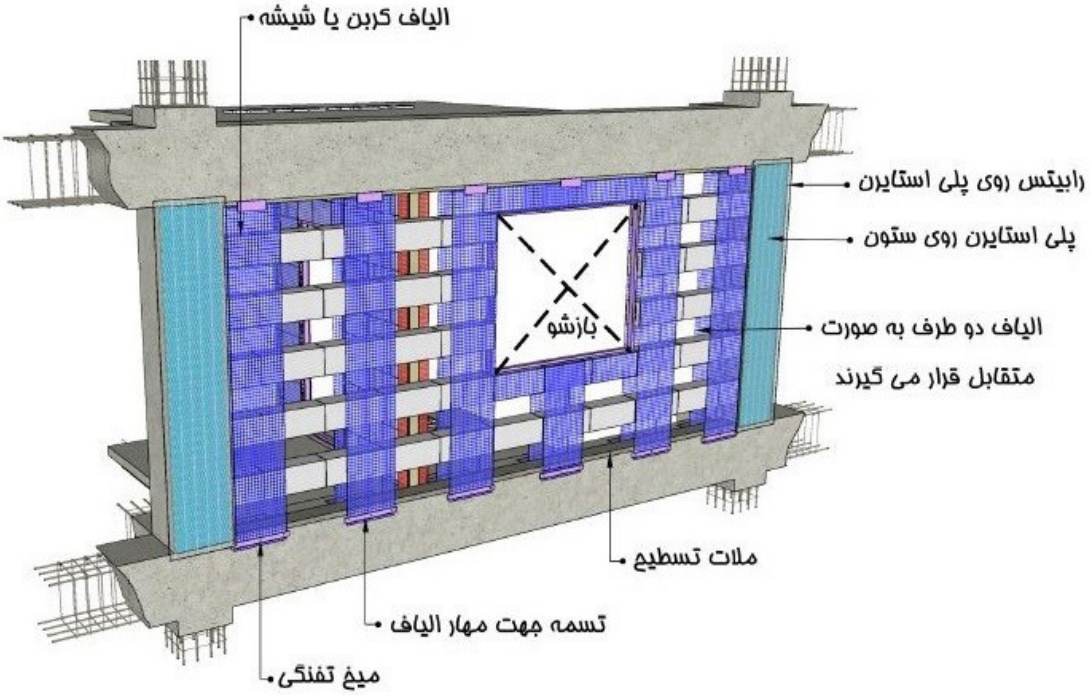


شکل ۱۴- اتصال کشویی با استفاده از مقاطع ناودانی منقطع (والپست عمودی)

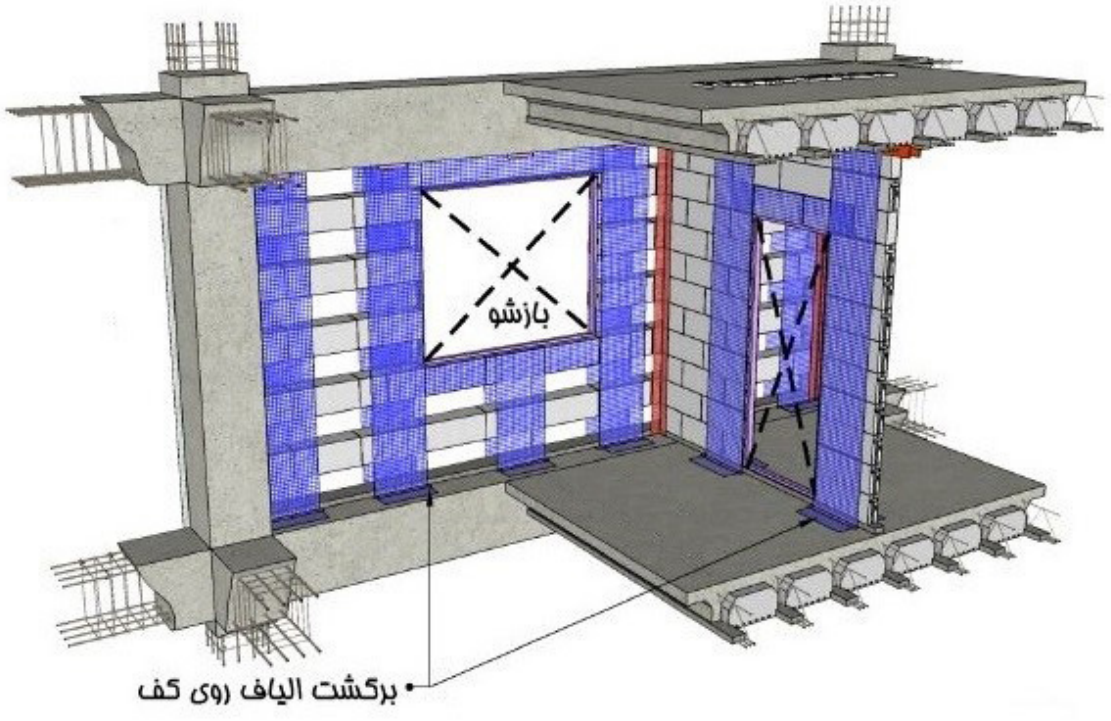
۵-۱-۲- مطابق با بند پ۶-۱-۴-۲-۲ اتصال دیوارها به وادار قائم میانی (والپست عمودی) نیز در صورت اجرای لبه بالای آزاد والپست در راستای دیوار و مهار خارج از صفحه (مطابق جزئیات بند پ۶-۱-۴-۲-۱) می توان از بست های اِل شکل و یا اتصال کشویی با استفاده از دو نبشی یا مقاطع ناودانی منقطع استفاده نمود. (شکل ۱۳ و ۱۴) در صورت عدم اجرای لبه آزاد بالای والپست رعایت فاصله میانقابی از والپست میانی ضروریست. (یک صدم ارتفاع کف تا کف)



شکل ۱۵- روش مهار نوین برای دیوارهای فاقد هرگونه بازشو (سیستم مش و پلاستر یا وال مش)



شکل ۱۶- روش مهار نوین برای دیوارهای دارای بازشو، پنجره (سیستم مش و پلاستر یا وال مش)



شکل ۱۷- روش مهار نوین برای دیوارهای دارای بازشو، در و پنجره (سیستم مش و پلاستر یا وال مش)

۳- تحلیل ریالی روش های مختلف مهار دیوار

یکی از عواملی که در انتخاب روش کار اثرگذار است، نظر و نقشه مصوبی است که توسط طراح سازه به کارفرمایان ابلاغ خواهد شد، از این رو ممکن است اختلاف نظرات، تفاسیر و سلیقه طراحان به هر یک از روش‌های ذکر شده در بالا با یکدیگر متفاوت باشد.

در این تحلیل ریالی یک دیوار دارای ۷ متر طول و ۵ متر ارتفاع می‌پردازیم. بلوک های مصرفی در این تحلیل بلوک‌های سفالی، بلوک‌های سیمانی استاندارد موسوم به لیکا و بتن‌های سبک AAC مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ این دیوار دارای یک ردیف وادار عمودی و یک ردیف وادار افقی می‌باشد. مهار کنار ستون‌ها در بلوک‌های سفالی و سیمانی به روش قفل و بست میلگردهای بستر و برای بلوک‌های AAC به روش ناودانی منقطع در نظر گرفته شده است. همچنین تامین مقاومت خمشی دیوارهای سیمانی و سفالی با میلگردها بستر و در بلوک AAC با بست تخت گالوانیزه محاسبه گردید. در نهایت مهار بالا دیوار برای هر ۳ مدل مصالح دیوارچینی با مقطع منقطع ناودانی در نظر گرفته شده است. در جدول زیر مقادیر قابل مشاهده می‌باشد:

ردیف	شرح مصالح دیوار پیرامونی ۷ متر طول و ۵ متر ارتفاع پروژه‌ای در شهر تهران	بلوک سفالی ۲۵*۲۰*۱۵	بلوک لیکا ۴۹*۲۰*۱۴,۵	وال کریت ۱۲۰*۵۷*۱۰	بلوک AAC ۶۰*۲۵*۱۵	توضیحات
		قیمت به تومان	قیمت به تومان	قیمت به تومان	قیمت به تومان	
۱	بلوک مصرفی	۳,۳۶۰,۰۰۰	۸,۴۱۵,۶۰۰	۸,۴۱۵,۰۰۰	۵,۰۰۱,۷۵۰	قیمت تولیدکنندگان
۲	ملات مصرفی یا چسب	۱,۹۹۵,۰۰۰	۱,۹۹۵,۰۰۰	۴۷۲,۵۰۰	۷۳۵,۰۰۰	قیمت تولیدکنندگان
۳	وادارهای عمودی/ مش دیوار	۲,۰۰۰,۰۰۰	۲,۰۰۰,۰۰۰	۱,۷۵۰,۰۰۰	۲,۰۰۰,۰۰۰	ناودانی سراسری دوبل
۴	وادارهای افقی	۲,۸۰۰,۰۰۰	۲,۸۰۰,۰۰۰	۲,۸۰۰,۰۰۰	۲,۸۰۰,۰۰۰	ناودانی سراسری دوبل
۵	ناودانی منقطع کنار ستون‌ها	۰	۰	۴۸۰,۰۰۰	۶۴۰,۰۰۰	هر ۱ متر ارتفاع ۱ عدد
۶	میلگردهای بستر	۱,۶۳۳,۳۳۳	۱,۶۳۳,۳۳۳	۰	۰	-
۷	بست تخت گالوانیزه	۰	۰	۰	۴۲۰,۰۰۰	هر متر مربع ۳ عدد
۸	ناودانی منقطع بالا یا پایین دیوار	۴۸۰,۰۰۰	۴۸۰,۰۰۰	۹۶۰,۰۰۰	۴۸۰,۰۰۰	هر ۱ متر طول ۱ عدد
۹	جمع کل	۱۲,۲۶۸,۳۳۳	۱۷,۴۰۴,۹۳۳	۱۴,۸۷۷,۵۰۰	۱۲,۰۷۶,۷۵۰	-
۱۰	هرینه هر متر مربع دیوار و مهار	۳۵۰,۵۲۴	۴۹۷,۲۸۴	۴۲۵,۰۷۱	۳۴۵,۰۵۰	۳۵ متر مربع دیوار
۱۱	درصد صرفه‌جویی در AAC	٪۲	٪۳۱	٪۱۹	-	

جدول ۱- مقایسه قیمت هزینه تمام شده دیوار و مهار (والپست)

۴- منابع

۴-۱- پیوست ششم استاندارد ۲۸۰۰ زلزله ویرایش چهارم- انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۴-۲- ضابطه ۸۲۳، دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای ساخته شده از بلوک های بتن هوادار اتوکلاو شده AAC- انتشارات سازمان برنامه و بودجه کل کشور، ویرایش سال ۱۳۹۶- انجمن صنفی تولیدکنندگان بتن سبک اتوکلاو شده AAC و انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۴-۳- نشریه ۳۲۶، دستورالعمل طراحی و اجرای دیوارهای ساخته شده از بلوک های بتن هوادار اتوکلاو شده AAC- انتشارات سازمان برنامه و بودجه کل کشور، ویرایش سال ۱۳۹۹

۴-۴- نشریه ۷۱۴، دستورالعمل طراحی سازه ای و الزامات و ظوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان ها- انتشارات سازمان برنامه و بودجه کل کشور، ویرایش سال ۱۴۰۱

۴-۵- ضابطه ۷۲۹، راهنمای طراحی لرزه ای دیوارهای بنایی غیرسازه ای مسلح به میلگرد بستر- انتشارات سازمان برنامه و بودجه کل کشور، ویرایش سال ۱۳۹۵

۴-۶- راهنمای طراحی و جزئیات اجرایی بلوک و پانل های AAC- انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی- ویرایش سال ۱۴۰۱

www.iranaac.ir

۰۲۱- ۸۸۹۶۷۹۱۹

info@iranaac.ir

تهـران، خیـابان فاطمی، مـابیـن کـاج و
پروین اعتصامی، پلاک۱۴۳، طبقه اول، واحد۱