



استفاده از قطعات پیش ساخته در ساختمانهای بلند به منظور سبک سازی

امین علیمردانی

Aminalimardaani-1990@yahoo.com

محسن مهرآوران

Mohsen-mehravaran@yahoo.com

هادی صدیقی

Hadi-sedighi@Hotmail.com

چکیده :

ساختمانهای بلند از هر جهت به شهر مربوط هستند آنها برای تجمع انبوه جمعیت کمیابی و هزینه سنگین زمین جوابی طبیعی می باشند که چگونگی مقاوم سازی این ساختمانها از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد که دارای شیوه های متعدد می باشد که یکی از این شیوه ها استفاده از قطعات پیش ساخته در ساختمان ها می باشد .

استفاده از ایده تولید انبوه اجزای ساختمانی و به هم پیوستن آنها برای یک واحد ساختمانی پیش ساخته در مقیاس وسیع به وسیله جوزف پاکستون آغاز گردید و سپس روبه گسترش یافت. پیش ساختگی عناصر ساختمانی فقط قدم کوچکی بسوی صنعتی کردن ساختمانها می باشد که هم آهنگی طرح تولید عملیات لازم در محل ساختمان بازاریابی سرمایه گذاری و اداره ساختمان نهایی را در بر می گیرد که اندازه و ابعاد این قطعات بستگی به ترتیب اندازه های ساختمان دارد و اما هدف از این پیش ساختگی این است که کمترین تعداد قطعات مختلف به صورت تکراری در بیشترین تعداد شکل ها به کار رود اما این قطعه پیش ساخته باید در داخل فضایی که برای آن اختصاص داده می شود جا بگیرد و چون دست یافتن به ابعاد دقیق در جریان تولید و نصب قطعات غیر ممکن می باشد لذا می بایست براب ابعاد قطعه حدود اغمازی مجاز در نظر گرفته شود. فواید تولید عناصر ساختمانی در کارخانه ها و سوار کردن آنها در محل ساختمان بسیار زیاد می باشد که برخی از آنها به قرار زیر می باشد :

- تولید انبوه
- حداکثر نظارت بر کیفیت
- کاهش زمان اجرای ساختمان
- سوار کردن قطعات در شرایط نسبتا مستقل از هوا
- نیاز به چند کارگر ماهر در محل ساختمان

واژه های کلیدی : قطعات پیش ساخته، سبک سازی، اجرای ساختمان

قطعه سازه ای پیش ساخته خصوصیات زیر را دارا می باشد :

- * شکل : خطی ، سطحی یا دو بعدی ، فضایی .
- * وزن : سبک وزن (برای مثال قابل حمل به وسیله یک یا دو نفر) ، سنگین وزن (برای مثال قابل حمل با وسایل ویژه)

* سطح : اندازه قطعه پیش ساخته صفحه ای (یک بعد این قطعات که موسوم به پانل می باشند نسبت به دو بعد دیگر آنها کوچک می باشد)

* مصالح : مصالح سنتی ، کاغذ ، پلاستیک و مصالح مرکب از چند ماده .

* سازه داخلی : توپیر ، توخالی یا دنده دار .

* نقش سازه ای قطعه پیش ساخته در درون مجموعه : تیر ، دال ، ستون ، دیوار ، پله .

* درجه تکمیل بودن : از اجزاء سازه ای ساده (برای مثال قطعات پیش ساخته دال) تا واحد ساختمانی سیار .

اندازه و ابعاد قطعات بستگی به ترتیب اندازه های ساختمان دارد . سیستمهایی که در آنها اندازه ها تکرار می شود استفاده از عناصر استاندارد شده را تسهیل می کنند . هدف از پیش ساختگی این است که کمترین تعداد قطعات مختلف به صورت تکراری در بیشترین تعداد شکلها به کار رود .

قطعه پیش ساخته باید در داخل فضایی که برای آن اختصاص داده شده است جا بگیرد . چون دست یافتن به ابعاد دقیق در جریان تولید و نصب قطعات غیر ممکن است ، برای ابعاد قطعه باید حدود قابل اغماض مجاز در نظر گرفته شود . اتصالات رکن حساس و مهم قطعات پیش ساخته می باشند . اتصالات باید برای شرایط کار در محل ساختمان قابل تنظیم و تطبیق باشند تا سوار کردن قطعات ساختمانی با اطمینان صورت گیرد . تکنیکهای به هم پیوستن قطعات پیش ساخته مشکل ترین قسمت طرح سیستم ساختمان را تشکیل می دهد . اتصالات مستلزم ملاحظات بسیاری می باشد . به عنوان یک قاعده ، تعداد اتصالات لازم در محل ساختمان باید حداقل باشد و اتصالات باید چنان قرار داده شوند که هوا روی آنها کمترین تاثیر را داشته باشد

طراح مجبور است ترتیب سوار کردن پیش ساخته را به عنوان یک عامل تعیین کننده مهم طرح به خاطر داشته باشد . قطعات پیش ساخته به هم پیوسته در حین اجرای ساختمان باید به طور جانبی مهار بندی گردند . این عمل را می توان برای مثال با به کار بردن هسته صلب مرکزی (یعنی محوطه عبور آسانسور) به عنوان پایدار کننده انجام داد . ظرفیت و موقعیت (یعنی شعاع بلند کردن) جرثقیل حداکثر وزن قطعه پیش ساخته را تعیین می کند . ظرفیت جرثقیلها نسبت به کوتاهترین طول بازوی متحرک (یعنی بیشترین زاویه ممکن با افق) سنجیده می شود ، ولی این ظرفیت را نمی توان برای شرایط عادی کار در نظر گرفت . بلند کردن قطعات ساختمانی قائم در عمل با مشکلی همراه است زیرا این قطعات را باید از حالت مسطح به حالت قائم تغییر مکان داد . قطعه پیش ساخته ساختمانی نه فقط برای بارهای بهره برداری که پس از نصب باید حمل کند ، بلکه همچنین برای بارهای وارده در موقع جابه جا کردن و نصب نیز باید طرح گردد .

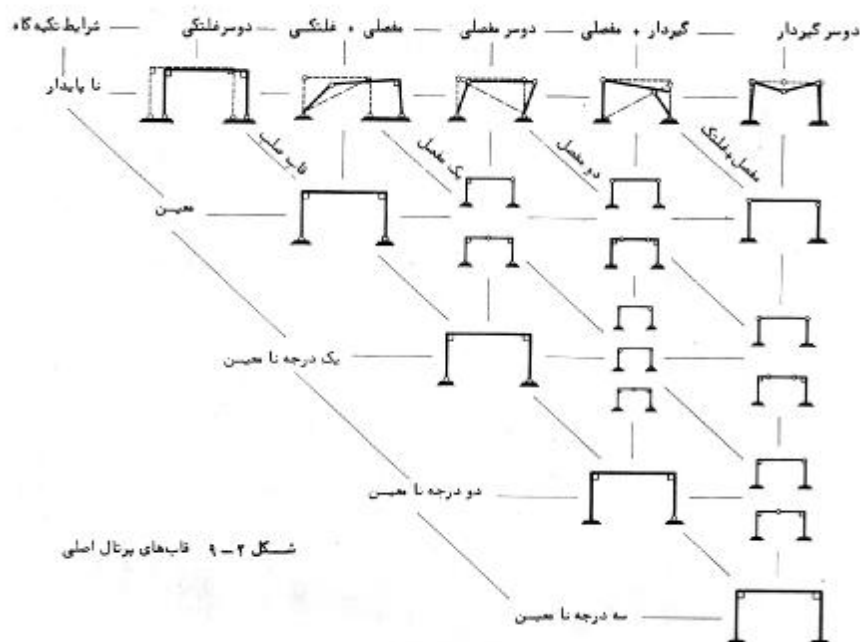
کاملاً امکان پذیر است که تنشهای تولید شده در حین نصب در طرح واحد پیش ساخته عامل تعیین کننده ای باشد . وزن ، اندازه و شکل قطعه پیش ساخته تعداد کامیونهای لازم را برای حمل و نقل تعیین می کند . کامیونهای نمونه برای حمل و نقل این قطعات غالباً به عرض و ارتفاع 8 فوت و طول 40 فوت و ظرفیت بار 40000 پاوند می باشند .

در سیستمهای قاب اسکلتی وظایف باربری ساختمان از وظیفه محافظت در مقابل هوا جدا شده است . با استفاده از دیوارهای پیرامونی و جدا کننده سبک وزن در مقایسه با سیستمهای متشکل از قطعات پیش ساخته دیواری که در بخش بعدی بحث خواهد شد سازه نسبتاً سبک وزنی حاصل می شود .

سیستمهای قاب اسکلتی از عناصر افقی (یعنی تیرها) و قائم (یعنی ستونها) تشکیل می یابند . قاب ساده ای که از به هم پیوستن یک تیر و دو ستون به دست می آید قاب پرتال خوانده می شود . به طور هندسی قاب یک ساختمان بلند ممکن است

همچون مجموعه ای از قابهای پرتال تصور کرد . چند نوع از پرتالهای اصلی در شکل 1 مشاهده می گردند . این قابها به نوبه خود ممکن است از به هم پیوستن قطعات پیش ساخته مختلف در کارگاه (محل ساختمان) ساخته شود (در این شکل فرض شده است که اتصالات مفصلی معادل با اتصالات انجام شده در کارگاه باشد) .

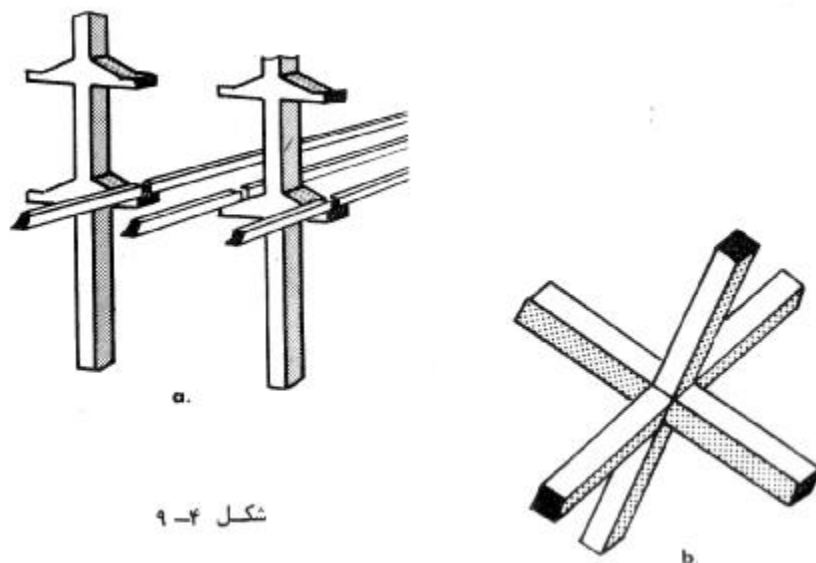
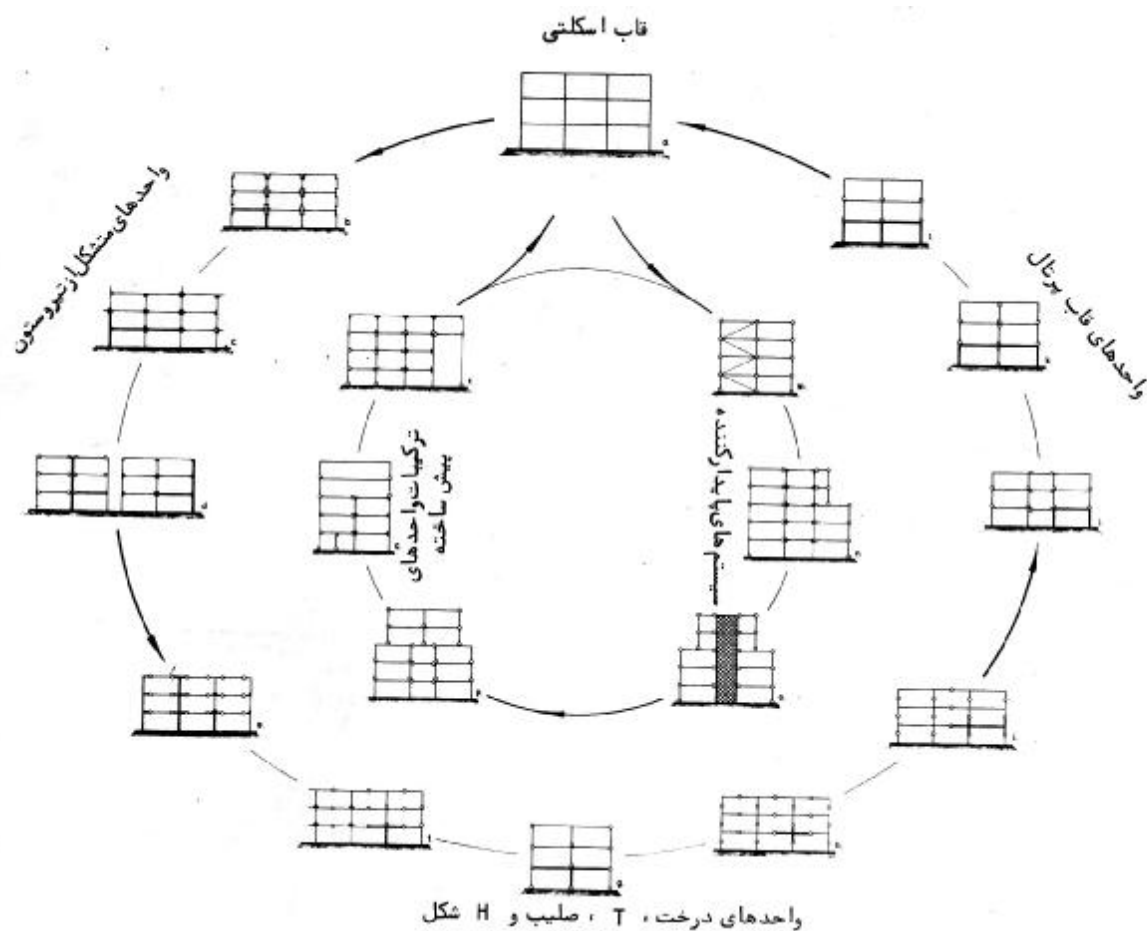
در شکل 2 مثالی از ساختمانهای قاب اسکلتی نشان داده شده که در آنها از اجزاء پیش ساخته استفاده شده است . قطعات پیش ساخته در اولین گروه در دایره خارجی شکل مزبور تیرو ستون می باشند . به عبارتی دیگر قاب فقط از عناصر خطی پیش ساخته تشکیل می یابد . ستونها ممکن است یا در سطح هر کف به یکدیگر متصل شوند ، یا ممکن است در ارتفاع دو طبقه پیوسته باشند و به صورت متناوب قرار داده شوند ، و یا ممکن است در ارتفاع چند طبقه پیوسته باشند . تیرها و ستونها به صورت صلب به یکدیگر متصل هستند و در نتیجه تشکیل قاب پیوسته مقاوم در برابر لنگر می دهند . تیرها همچنین ممکن است با اتصالات مفصلی به ستونهای پیوسته متصل باشند ، در نتیجه از لحاظ توزیع نیروهای جانبی به ستونها که در یک انتها گیر داده می باشند و از زمین طره شده اند مانند ستون عمل می کنند .



شکل 2

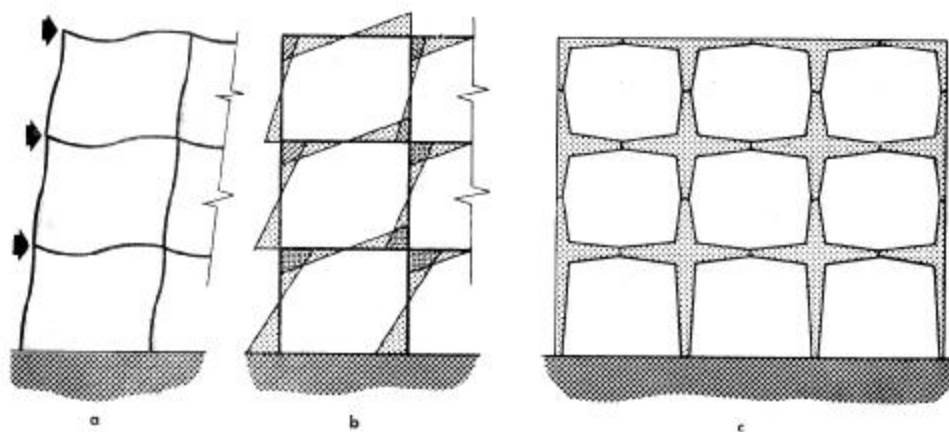
در گروه بعدی شامل واحدهای پیش ساخته متشکل از عناصر خطی (تیر و ستون) می باشد . واحد پیش ساخته درخت شکل ، چند طبقه شامل ستون پیوسته و تیرهای طره ای کوتاه می باشد . که این تیرها به نوبه خود تیرهای ساده را حمل می کنند . اتصال مفصلی تقریباً در جایی قرار دارند که بارهای گسترده یک نواخت وزن لنگر خمشی صفر ایجاد می کنند . واحد پیش ساخته T شکل واحد سازه ای اصلی دیگری می باشد که همراه با واحد L شکل به کار می رود . اتصال واحدهای T شکل ممکن است در وسط دهانه تیرها ، در جایی که تحت بارهای جانبی لنگر صفر ایجاد می شود و یا در خط ستون بعدی صورت گیرد . واحدهای پیش ساخته دیگر ممکن است به شکل صلیب و یا H ساخته شوند . محل اتصال ستونها برای واحد H شکل ممکن است یا در وسط ارتفاع و یا در یک سوم ارتفاع طبقه قرار داده شوند . در آخرین گروه دایره خارجی از قاب پرتال به عنوان واحد اصلی ساختمان استفاده می شود واحدهای قاب صلب یک طبقه در روی یکدیگر قرار گرفته و به یکدیگر مفصل شده اند ، در نتیجه نیروهای افقی و قائم را از طبقه ای به طبقه دیگر منتقل می کنند .

اگر طرح هندسی ساختمان (فاصله ستونها و تیرها از یکدیگر) ایجاب کند البته ممکن است هر یک از سیستمهای پیش ساخته مورد بحث در بالا را با یکدیگر ترکیب نمود. هر چند که فقط سیستمهای قاب مسطح به عنوان مثالهای نمونه از روش قاب اسکلتی مورد بحث قرار گرفته اند، راههای بسیار دیگری برای به کار بردن روش تیر - ستون وجود دارد. برای مثال در تصویر سه تیرهای شاخه مانند ستون درخت شکل تیرهایی را که عمود بر آنها هستند حمل می کنند. در این حالت هیچ تیری فضای بین شاخه های ستونهای درخت شکل را پر نمی کند و در نتیجه قاب مسطح تشکیل نمی شود.

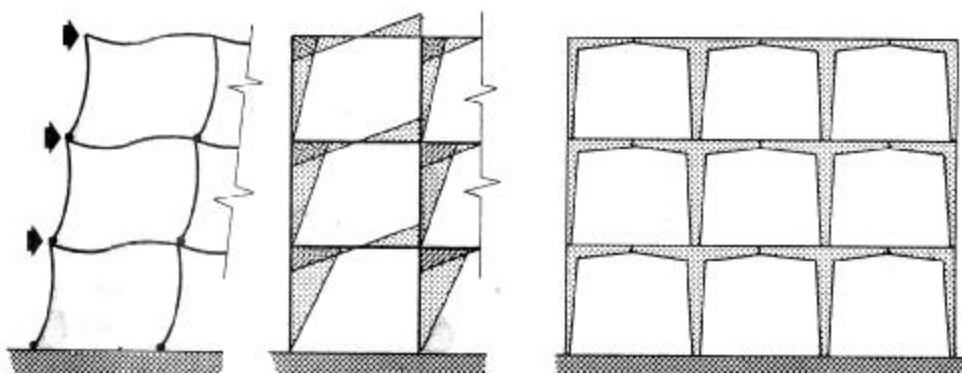


شکل ۹-۴

قاب شکل 5 از واحدهای ستاره شکل تشکیل یافته است که در وسط ارتفاع ستونها و وسط دهانه تیرها با اتصالات ساده به یکدیگر متصل گشته اند. محل مفصلهای فیزیکی تقریباً با نقاط عطف ایجاد شده در قابهای صلب پیوسته تحت بارهای جانبی منطبق می باشد. اندازه های هر اعضاء با بزرگی جریان نیرو ساز گاری دارد، بدین ترتیب که اندازه آنها در محل تقاطع ستونها و تیرها در جایکه تنشهای خمشی و برشی ماکزیمم می باشد بیشتر و در وسط ارتفاع ستونها و در وسط دهانه تیرها کمتر می باشد زیرا در نقاط اخیر فقط تنشهای برشی باید مقاومت گردد.



شکل ۵-۹



شکل 5 و 6

در شکل 6 واحدهای T شکل و L شکل به یکدیگر متصل شده اند و قاب اسکلتی چند طبقه ای تشکیل می دهند. تغییر شکل این قاب تحت بارهای جانبی مشابه تغییر شکل سیستم قاب متشکل از یک سری قابهای پرتال دو مفصلی واقع در کنار و روی یکدیگر می باشد. در این مورد نیز ابعاد اعضاء رابطه مستقیم با بزرگی جریان نیرویی دارند که آنها باید حمل کنند.

سیستمهای متشکل از قطعات پیش ساخته دیواری باربر

در این بخش بر دیوارهای نمایی تاکید می شود زیرا طراح در موقع طرح این گونه دیوارها نه فقط باید کیفیت های سازه ای و محیطی آنها را بررسی کند بلکه همچنین باید صورت ظاهر وزیبایی آنها را نیز در نظر داشته باشد .

قطعات پیش ساخته دیوار خارجی را بطور کلی می توان بر اساس عمل سازه ای آنها به سه گروه تقسیم نمود

* قطعات پیش ساخته دیواری که متکی بر قاب نما می باشند و لازم است که فقط نیروهای جانبی موضعی را حمل کنند .

* قطعات پیش ساخته دیواری متکی بر خود که وزن خود را تا پای فونداسیون حمل می کنند و از این رو آنها باری بر قاب ساختمان وارد نمی شود . این قطعات بارهای کف ها را هم حمل نمی کنند .

* قطعات پیش ساخته دیواری باربر که جزء لازم سازه ساختمان می باشند .

هر یک از سیستمهای پیش ساخته مورد بحث در بالا ممکن است شامل عایق کاری ، رو کاری داخلی و پنجره باشد . آنها حتی ممکن است تاسیسات ضروری ساختمان از قبیل دستگانههای روشنایی ، تهویه مطبوع و گرم کن را در بر گیرند .

قطعات پیش ساخته دیواری معمولاً به دو ترتیب به کار می روند . در روش اول دیوارها ممکن است از قطعات پیش ساخته کوچک یا بلوک هایی تشکیل می یابند که در این صورت در دیوار هر اطاق تعدادی از این بلوکها به کار می رود و در نتیجه تعداد اتصالات لازم بین آنها زیاد می باشد . از این رو این سیستم در ایالات متحده امریکا رواج زیادی ندارد بلکه قالباً در کشورهایی بکار می رود که وسایل سنگین حمل و نقل در دسترس نمی باشد . در روش دوم از قطعات پیش ساخته بزرگی استفاده می شود که در آنها اتصالاتی در داخل دیوار اطاق وجود ندارد .

قطعات پیش ساخته دیواری بزرگ ممکن است در ارتفاع یک طبقه ولی در طول زیاد به طور افقی دهانه ها را بپوشانند و در سطح هر یک از کف ها به یکدیگر متصل شوند ، و یا ممکن است این قطعات به طور قائم ارتفاع چند طبقه را بپوشانند (شکل 7) . قطعه پیش ساخته دیواری ممکن است واحد بسته ای باشد مانند صندوق پنجره ای تصویر (7) واحد بازی باشد مانند قطعه X شکل تصویر (7) . واحد بسته صلیبیت بیشتری دارد و از این رو جابجا کردن آن آسانتر است .

قطعات پیش ساخته دیواری را می توان از انواع مختلف مصالح مانند بتن مسلح معمولی یا سبک وزن ، مصالح بنایی ، فلزات ، چوب ، پلاستیک و همچنین ترکیبی از این مصالح ساخت . بعضی از سیستمهای قطعات پیش ساخته دیواری در زیر ذکر می شوند .

قطعات پیش ساخته دیواری بتنی

قطعات پیش ساخته بتنی را ممکت است بطورمحموری تنیده کرد تا در موقع جابجا کردن آسیب نبینند و تغییر شکل جانبی و ترکهای ایجاد شده در اثر تغییر درجه حرارت کنترل گردند . بتن پیش ریخته در شکلهای گوناگون موجود است و هم از لحاظ سازه ای و هم از لحاظ زیبایی مناسب می باشند . چند قطعه پیش ریخته استاندارد در شکل 7 مشاهده می گردد.

سیستمهای دالی که بعنوان قطعات پیش ساخته دیواری بکار می روند

قطعات پیش ساخته تو پر

این قطعات را می توان به صورت یک لایه ای و یا ساندویچی با هسته عایق ساخت . برای مثال در مرکز یک قطعه ساندویچی 6 اینچی می توان 2 اینچ عایق گذاشت که روی آن را 2 اینچ موتور ناسازه ای حفظ کند . برای کاهش تنشهای حرارتی بتن سازه ای باید در داخل قرار گیرد و بتن ناسازه ای در خارج قطعه باید بتواند حرکت کند .

قطعات پیش ساخته تو خالی

درون این قطعات خالی می باشد که بعنوان عایق به کار می رود. از سوراخهای این قطعات ممکن است برای عبور لوله و سیم استفاده شود.

قطعات پیش ساخته T شکل

واحدهای دیواری T شکل (تک T یا T مضاعف) قطعات پیش ریخته استاندارد می باشند. این واحدها برای سیستمهای کف متشکل از تیرچه ها تکیه گاه خیلی خوبی ایجاد می کنند. تنشهای متمرکزی که تیرچه ها بر دیوار وارد می کنند مستقیماً به وسیله جان T ها (یعنی ستونها) حمل می شوند، در حالیکه بالهای T ها به عنوان محصور کننده بکار می روند.

قطعات پیش ساخته موج دار کنگره ای

صفحات چین دار یا پوسته ای در خارج ساختمان به معرض نمایش گذاشته می شوند. قطعات مسلح عایق رو به داخل ساختمان به این صفحات متصل می باشند. این نوع قطعات پیش ساخته همچنین به صورت ساندوچی ساخته می شوند که در میان آنها عایق قرار می گیرند.

قطعات پیش ساخته دنده دار (شکل های i و h و c و b 7)

ضخامت این نوع دیوارها کم می باشد، دنده های قائم آنها را تقویت می کنند و بر پایداری آنها در مقابل کماتش می افزایند. این نوع دیوارها بسته به پیوستگی قطعات پیش ساخته و تعداد سوراخهای پنجرخ ممکن است مانند بدنه هواپیما به صورت پوسته تحت تنش عمل کنند.

قطعات پیش ساخته قاب صندوقی (شکل های j و b 7)

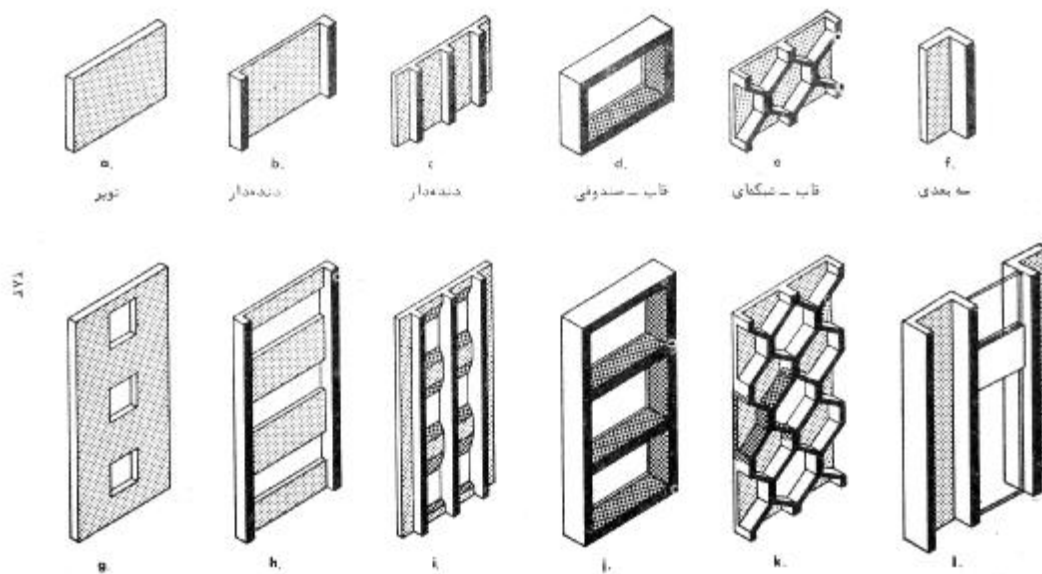
قاب های پنجره ای صندوقی شکل دیوار سازه ای تشکیل می دهند. این واحدها را ممکن است بطور افقی به یکدیگر متصل نمود تا نسبت به بارهای افقی بسته به ارتفاع قطعات در ارتفاع یک یا چند طبقه مانند خرپای ویراندیل عمل کنند. بارهای قائم در دیوار خرپا شکل به وسیله ستونها مقاومت می شوند.

قطعات پیش ساخته قاب شبکه ای (شکل های k و e 7)

در این مورد نوئی خر پای شبکه ای (مثلاً بصورت لانه زنبوری) جایگزین قاب ویراندیل میشود. واضح است که هندسه این نوع قطعات پیش ساخته موجب افزایش مقاومت آنها می باشد.

قطعات پیش ساخته سه بعدی (شکل های I و f 7)

قطعات پیش ساخته ای که تا کنون مورد بحث قرار گرفته اند خصوصیت دو بعدی یا سطحی دارند. اما اگر برای مثال صفحه ای به شکل ناودانی خم کرده شود بطوریکه جان های عمیق نسبتاً زیادی داشته باشد. فرم سه بعدی قطعات پیش ساخته بر صلبیت دیوار به مقدار ملاحظه ای می افزاید. این افزایش صلبیت ممکن است استفاده از زیر پنجره های نا سازه ای بین واحدهای باربر امکان پذیر سازد.



شکل ۷

قطعات پیش ساخته دیواری از مصالح بنایی

در گذشته پایین بودن مقاومت‌های کششی، برشی و اتصالی، مصالح بنایی مسلح نشده طراح را مجبور می‌ساخت که برای سازه‌های ساخته شده از مصالح بنایی سیستم‌های وزنی (سیستم‌هایی که در آنها از وزن سازه برای تحمل بارهای وارده استفاده می‌شود) را بکار برد. تحقیق برای سبک کردن ساختمان‌های ساخته شده از مصالح بنایی منجر به ابداع موادی گردید که با اضافه کردن آنها به سیمان و ملاط باعث افزایش مقاومت اتصالی و کششی آنها می‌شود بطوریکه مقاومت آنها به مقاومت واحدهای ساخته شده از مصالح بنایی نزدیک می‌گردد. به علت این افزایش مقاومت اکنون قطعات پیش ساخته از مصالح بنایی را می‌توان بدون استفاده از فولاد تقویتی ساخت. قطعات پیش ساخته دیواری باربر به غیر از بتن یا مصالح بنایی فقط در ساختمان‌های کوتاه به کار می‌روند.

قطعات پیش ساخته دیواری فلزی

قطعات پیش ساخته دیواری فلزی ممکن است از فولاد یا آلومینیوم ساخته شوند. دو نوع از این سیستم‌های دیواری وجود دارند: قطعات پیش ساخته دیواری ساندویچی و دیوارهای متشکل از ستون‌های مجاور هم و صفحه‌های پوشاننده.

قطعات پیش ساخته دیواری ساندویچی

قطعات پیش ساخته ساندویچی نمونه شامل ورقه‌های فلزی نازک مسطح یا کنگره‌ای مقاوم در مقابل هوا می‌باشند که بوسیله دنده‌های قائم تقویت می‌گردند. برای ازدیاد ظرفیت باربری و همچنین برای اینکه تقویت کردن این قطعات در امتداد افق لازم نباشد ممکن است وجه داخلی را با یک ورقه سازه‌ای پوشانند. بین دو پوسته فلزی ممکن است لایه‌ای از اسفنج پلی‌یورتین یا الیاف شیشه به عنوان عایق کاری به کار برد.

دیوارهای متشکل از ستونهای مجاور هم و صفحه های پوشاننده

این سیستم که شبیه به روش متداول در ساختمانهای چوبی است شامل عناصر قائم ستونی نزدیک به هم می باشد که صفحه هایی روی آنها را می پوشاند . صفحه ها و عناصر قائم ستونی از ورقه های فلزی که بطور سرد نورد داده شده اند تولید می شوند . عناصر قائم ستونی به سطح خارجی یا داخلی صفحه فلزی بیرونی جوش می شوند .

سیستمهای دیواری مرکب از چند ماده

سیستمهای دیواری برابر زیادی به صورت مرکب از چند ماده طرح شده اند . از جمله در یکی از این سیستمها اسفنج پلی یورتین بین ورقه های سیمان اسبستوس (ورقه هایی که از سیمان و اسبستوس یا پنبه کوهی ساخته می شوند) ریخته شده و با عبور دادن مجموعه از درون قالب معینی روی آن به وسیله آلومنیوم پوشیده می شود. رویه خارجی این قطعات را ممکن است با روکش صمغ اپاکسی و خورده سنگ پوشاند .