نکاتی پیرامون طرح قابهای شیبدار (شاید نشنیده باشید)

تعجب نکنید این کتاب تاریخ نیست اما برگی از تاریخ است

از مدتها پیش بشر دریافته بود مسقف کردن دهانه های عریض با بام تخت میسر نیست نبوده و این مساله موجبات ناپایداری بنا را فراهم می آورد. نمود این موضوع را در طاق کسری می توان به وضوح مشاهده کرد. در آن دوران به دلیل محدودیت در امکانات ساخت و ساز از طرفی و بروز غالب تمدنها در مناطق گرمسیری، سنگ و خشت عمده مصالح تشکیل دهنده بناهای عظیم بوده اند.

طاق کسری

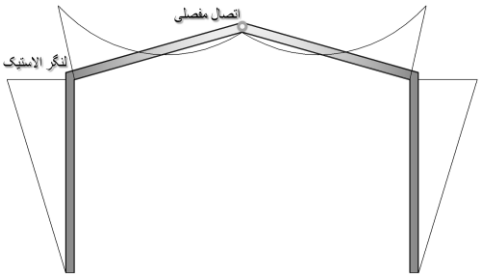
رفته رفته با پیدایش تمدن در سایر نقاط و به خصوص اوروپا، چوب و الوار جای خشت و گل پر می کند. به طوریکه حتی امروز الوار به طور گسترده در ساخت خانه های ویلایی و سقف شیروانی در کشور آمریکا مورد استفاده قرار می گیرد. چوب به دلیل وزن کم و بهای تمام شده پایین تر نسبت به اغلب مصالح، حداقل در ممالک دارای جنگل های انبوه سردسیری در صنعت ساخت و ساز بسیار محبوب می باشد. کشور آمریکا موسسه ای تحت عنوان موسسه سازه های چوبی آمریکا نیز دارد که طبیعتاً آیین نامه ویژه طرح این سازه ها را نیز منتشر می کند. به هر ترتیب چوب یک محصول استراتژیک و کمیاب در کشور ما به حساب می آید.

سالن ورزشی ساخته شده از الوار

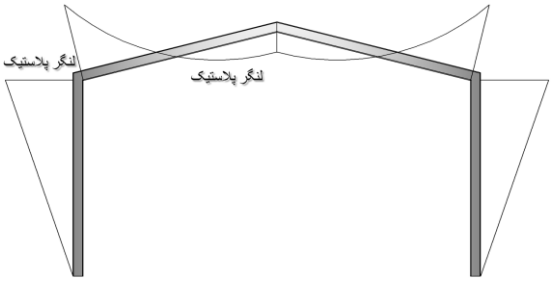
پس از آنکه بشر امروزی به فناوری ذوب فلزات و به دنبال آن نورد فولاد دست یافت، تحولی عظیم در ساخت و ساز رخ داده و صنعت ساختمان سازی را دگرگون می کند. امروزه نه تنها مقاطع فولادی نورد شده که مقاطع سرد فرم یافته و حتی آلومینیوم از مصالح تشکیل دهنده قابهای شیبدار به شمار می روند. در حال حاضر قابهای شیبدار از مقاطع بتنی پیش ساخته نیز درصد کوچکی در این بخش را به خود اختصاص داده است.

قاب شیبدار ساخته شده از مقاطع بتنی پیش ساخته

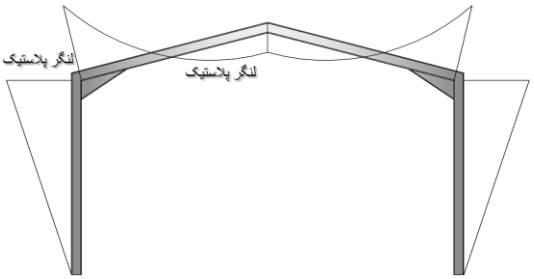
به هر عنوان اغلب موارد ذکر شده در کشور ما به صورت گسترده مورد اقبال قرار نگرفته اند. به هر حال در اینجا به موردی خواهیم پرداخت که عمده قابهای شیبدار در کشور ما را شامل می شود. بنابراین در ابتدا به تاریخچه پیدایش و تکمیل این قابها خواهیم پرداخت.



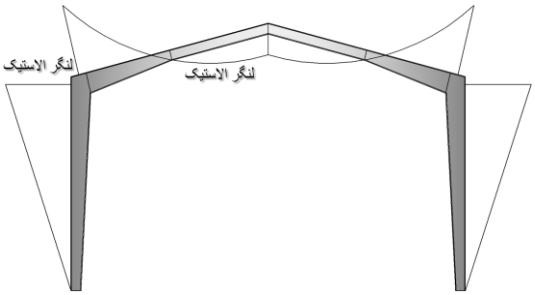
طرح الاستیک قابهای شیبدار پیش از دهه ۱۹۵۰ میلادی



طرح پلاستیک قابهای شیبدار ۱۹۶۰-۱۹۵۰ میلادی



طرح پلاستیک قابهای شیبدار پس از دهه ۱۹۶۰ میلادی



طرح الاستیک قابهای شیبدار پس از دهه ۱۹۷۵ میلادی

همانطور که ملاحظه کردید در ابتدا از اعضاء با مقاطع یکنواخت یا در اصطلاح منشوری استفاده میشد، اما رفته رفته با درک بهتر از رفتار فولاد و اثبات پدیده باز توزیع لنگر توسط مهندس آمریکایی بنام هاردی کراس، استفاده از مقاطع غیر منشوری و مقاطع تقویت شده به کمک ماهیچه باب شد. با وجود اینکه پیدایش روش مقاطع غیر

منشوری بعد از روش مقاطع دارای ماهیچه می باشد، اما به دلایلی که ذکر خواهد شد در سایر ممالک استفاده از مقاطع نورد شده همراه با ماهیچه مقبولیت بیشتری دارد. بنابراین بدیهی است تحقیقات و به دنبال آن دستورالعملهای معتبر بین المللی به مبنای این روش ارائه شود. استفاده از این روش در طرح و ساخت قابهای شیبدار چه محاسنی می تواند به همراه داشته باشد؟

- سهولت در ساخت اسکلت و به حداقل رسیدن مونتاژ کاری
- کاهش حجم کنترل کیفیت به دلیل نیاز کمتر به عملیات مونتاژ
- نیاز کمتر به تجهیزات گرانقیمت و نیروی فنی ماهر جهت مونتاژ اسکلت سازه
- اقتصادی شدن طرح به دلیل استفاده از ظرفیت پلاستیک مقطع
- کمک به بهبود معماری به دلیل استفاده از ستون با مقطع منشوری در اغلب موارد
- عدم نیاز به طرح لرزه ای سازه به جهت استفاده از پوشش سبک جهت دیوار
- امکان استفاده از دستورالعمل های معتبر و به روز بین المللی بر خلاف روش های سنتی
- امکان جانمایی هوشمندانه لاپه ها جهت مهار بال فشاری اعضاء
- امکان تعبیه سینه بند دیواری جهت جلوگیری از کمانش بال ستون
- وجود نرم افزارهای کاربر پسند و سهل الوصول جهت طرح اختصاصی سازه و اتصالات
- امکان تهیه نقشه های شاپ کارگاهی در کوتاه ترین زمان ممکن به واسطه وجود نرم افزارهای اختصاصی

استفاده از این روش چه معایبی دارد؟

- عدم تولید مقاطع نورد شده سایز بالاتر در کارخانه های داخلی

راه حل چیست؟ ساخت مقاطع از ورق و یا وارد کردن مقاطع نورد شده سنگین. به هر حال با همین مقاطع تولید داخل نیز می توان قابهای صنعتی در سایز کوچک تا متوسط را با این روش طراحی و اجرا کرد.

یک نمونه قاب شیبدار اوروپایی از مقاطع نورد شده با اتصالات ماهیچه ای

همانطور که گفته شد یکی از مزایای استفاده از این روش آشنا شدن با دستورالعملهای معتبر و بروز در این زمینه می باشد. در زمینه قابهای شیبدار آیین نامه اوروپا بسیار قوی عمل کرده، بطوریکه غالب قابهای شیبدار ساخته شده در سایر ممالک بر پایه دستورالعملهای ارائه شده توسط اتحادیه اوروپا طراحی و ساخته می شوند. آیین نامه اصلی طراحی قابهای شیبدار در کشور ما نشریه ۳۲۵ تهیه شده توسط معاونت نظارت راهبردی رییس جمهمور می باشد. در اغلب مواردمطالب ارائه شده شامل کلیات طرح و اجرای این قابها بوده و نیاز یک طراح قاب شیبدار را به تنهایی مرتفع نمی سازد. برای مثال در هندبوکهای اوروپایی به اثر خروج از محوریت مولفه افقی نیروهای ایجاد شده در لاپه نسبت به آکس رفتر می توان شاره کرد که خود ایجاد یک اضافه لنگر قابل ملاحظه در اتصال شانه قاب می کند. در هیچ منبع فارسی زبانی حداقل شخص بنده این موضوع را مشاهده نکرده ام. همچنین در رابطه با کنترل خیز و جابجایی قاب که روابط ارائه شده در این دستورالعملها اختصاصاً برای این قابها تهیه شده است.

البته سخن در باب اشکالات رایج در زمینه طراحی و مدلسازی قابهای شیبدار بسیار است که به طور مفصل در کتابم به آنها اشاره کرده ام. به عنوان نمونه مرسوم است که قابهای شیبدار طرح لرزه ای نشود. به چه مناسبت؟ با این تعبیر که سازه به دلیل وزن ناچیز در برابر ابعاد زیاد در برابر باد بحرانی خواهد بود. این یک جمله وارداتی است از آنطرف آب که متاسفانه روش اجرا را به همراه خود وارد نکرده است. در کشورهای پیشرفته استفاده از مصالحی مثل آجر فشاری، آنهم در ساخت قابهای شیبدار بسیار بعید می باشد. با توجه به وزن قابل ملاحظه دیوارهای پیرامونی از آجر فشاری بکار رفته در ساخت قابهای شیبدار داخلی، استفاده از این جمله کاملاً نا بجا و غیر فنی است.

از طرفی همه نقاط کشور یک اقلیم و شرایط لرزه خیز ی واحد ندارند. اجازه دهید با ذکر یک مثال خط بطلانی بر باورهای غلط و البته بسیار رایج کشیده شود. فرض کنید دو قاب شیبدار با هندسه واحد در دو نقطه متفاوت از کشورمان قرار است اجرا شود. این شهرها تهران در در مرکز و بوشهر در حاشیه خلیج فارس می باشند. نیاز به گفتن ندارد که نیروی زلزله از جنس شتاب زمین بوده و رابطه مستقیم با وزن سازه دارد. قابهای شیبدار به دلیل اینکه وزن پایین تری نسبت به سازه ساختمانی دارند، بار برف بام در این سازه ها با توجه به بالانشین بودن نقش عمده ای در تعیین نیروی زلزله دارد. با یک مقایسه ساده بین این دو شهر خواهیم دید محل پروژه می تواند تا چه حد در مقدار نیروهای تعیین کننده در طرح این قبیل سازه ها موثر باشد.

	شهر	
	بوشهر	تهران
بار برف مبنا	۲۵ کیلوگرم بر متربع	۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع
شتاب مبنای طرح	۰/۲۵	۰/۳
فشار مبنای باد	۵۰ دکانیوتن بر متر مربع	۵۰ دکانیوتن بر متر مربع

با این اطلاعات یک سوله به عرض دهانه ۱۸ متر و ارتفاع تاج ۸ را برای هر دو حالت مورد بررسی قرار داده که نتایج ذیلاً قابل مشاهده می باشد.

برش پایه بر حسب تن	شهر	
	بوشهر	تهران
باد	۳۰	۳۰
زلزله	۳۳	۵۱

علاوه بر این هندسه قاب شیبدار بسیار موثر است در غلبه باد یا زلزله، هرچند که خود این جمله نیز محلی از سوال می باشد. به هر حال قاب شیبدار شما فارغ از موقعیت جغرافیایی چه هندسه ای دارد؟

- عرض دهانه نسبت به ارتفاع چه کسری دارد؟
- شیب بام چند درصد می باشد؟
- محصور است یا خیر؟
- ...

در نهایت قضاوت با شما طراح سازه می باشد. جهت کسب اطلاعات بیشتر و آشنایی با نحوه صحیح مدلسازی و طراحی قابهای شیبدار به صورت کاربردی بر اساس آخرین دستورالعملهای روز دنیا می توانید به کتاب من تحت عنوان کامل ترین راهنمای مدلسازی سوله در SAP2000 مراجعه بفرمایید. (به زودی به بازار عرضه خواهد شد)

با تشکر از حسن توجه شما

سید صادق علوی

sadeghalavi@yahoo.com