

ساختمان های صنعتی
از میل مهار ستون تا سقف
(جلد اول)

مهندس محمد جعفر کرمی

Mohammad.j.kormi

برگردانی از کتاب

Industrial Buildings
Roofs to Column Anchorage

By:

AISC

American Institute Of Steel Construction
(Steel Design Guide Series)

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۲۳۹-۱۴-۰

ASBN 978- 964- 8239- 14- 0

موسسه سازه های فولادی امریکا

American Institute of Steel Construction

ساختمان های صنعتی (جلد اول) / از میل مهار ستون تا سقف /

نویسنده [James M. Fisher]؛ مترجم محمد جعفر گرمی؛

تهران: گرمیت پارس، ۱۳۹۲. ۲ ج.: مصور، جدول، نمودار.

ASBN 978- 964- 8239- 14- 0

عنوان اصلی:

Industrial buildings: roofs to column anchorage

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیفا

۱. ساختمان - طرح و ساختمان ۲. ساختمان های صنعتی. الف

گرمی، محمد جعفر، ۱۳۲۱-، مترجم. ب. عنوان

۱۳۹۲ ۲ س ۹۱۱ TH ۶۹۰/۵۴

۳۱۷۲۶۷۴

کتابخانه ملی

مترجم: محمد جعفر گرمی

چاپ اول: بهار ۱۳۹۲

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ ریال

ویراستار: دفتر تحقیق و توسعه شرکت گرمیت پارس

حروف چینی و صفحه آرایی: انتشارات گرمیت پارس

انتشارات: گرمیت پارس

چاپ و صحافی: امیدوار

مرکز پخش: تهران، خیابان ملاصدرا، خیابان شیراز جنوبی، خیابان سامان، شماره ۵۹

تلفن: ۸۸۰۵۷۵۲۲-۴

صندوق پستی: ۱۴۵۱-۱۴۵۵

Email: kormitpars@gmail.com Web: WWW.kormitpars.ir

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ می باشد.

فهرست مطالب :

- ۱- ساختمان‌های صنعتی - عمومی ۱
- ۲- بارگذاری و ترکیب بارگذاری ۲
- ۳- ضوابط تهیه شده بوسیله کارفرمایان ۵
- ۱-۳ طراحی کف‌های متکی به زمین ۷
- ۲-۳ جرثقیل کنسولی یا طره‌ای ۸
- ۳-۳ ترافیک داخلی و سائل نقلیه ۹
- ۴-۳ توسعه آینده ۱۰
- ۵-۳ کنترل گرد و خاک و تسهیل در نگهداری ۱۱
- ۴- سیستم سقف ۱۲
- ۳-۴ ایزوله کردن سقف ۱۲
- ۴-۴ درزهای انبساط ۱۳
- ۴-۵ شیب سقف، زه‌کشی و استخری شدن ۱۸
- ۴-۶ تیرچه‌ها و پرلین‌ها ۲۲
- ۵- خراباهای سقفی ۲۴
- ۱-۵ اصول عمومی طراحی و اقتصادی خراباها ۲۵
- ۲-۵ اصول طراحی اتصالات ۲۸
- ۳-۵ بادبندی خرابا ۳۱
- ۴-۵ بادبندهای نصب ۴۰
- ۵-۵ سایر ملاحظات ۴۸
- ۶- سیستم دیوارها ۴۹
- ۱-۶ پانل‌هایی که در کارگاه سر هم می‌شوند ۵۱

- ۵۳..... ۲-۶ پانل‌های ساخته شده در کارخانه
- ۵۴..... ۳-۶ دیوارهای پانلی پیش ساخته بتنی
- ۵۶..... ۴-۶ دیوارهای مصالح بنایی
- ۵۹..... ۵-۶ بچه پل‌ها
- ۶۳..... ۶-۶ ستون‌های باد (ستون سرکله)
- ۶۶..... ۷- طراحی قاب‌بندی
- ۶۷..... ۱-۷ قاب بادبندی شده در مقابل خمش
- ۶۹..... ۲-۷ ستون‌هایی با مقطع HSS برابر مقطع W
- ۷۱..... ۳-۷ قاب‌بندی سکوها و نیم طبقه‌ها
- ۷۲..... ۴-۷ ملاحظات اقتصادی
- ۷۵..... ۸- سیستم بادبندی
- ۷۵..... ۱-۸ سیستم قاب خمش
- ۷۶..... ۲-۸ سیستم بادبندی سقف
- ۸۵..... ۳-۸ سیستم بادبندی موقت
- ۹۰..... ۹- قلاب کردن ستون
- ۹۲..... ۱-۹ مقابله با نیروی کششی بوسیله میل مهار
- ۱۱۶..... ۲-۹ مقابله با نیروی برشی با استفاده از میل مهار
- ۱۲۲..... ۳-۹ مقابله با نیروی برشی از طریق مقاومت تناسلی و میلگردهای تقویتی
- ۱۲۹..... ۴-۹ مثال میل مهار ستون (تکیه گاه مفصلی)
- ۱۵۲..... ۵-۹ پایه ستون با گیرداری نسبی

۱۰- شرایط سرویس دهی ۱۵۲

۱-۱۰ شرایط سرویس دهی برای طراحی سقف ۱۵۴

۲-۱۰ دیوارهای ساخته از پانل فلزی ۱۵۶

۳-۱۰ دیوارهای ساخته از پانل های پیش ساخته ۱۵۷

۴-۱۰ دیوارهای مصالح ساختمانی

www.ketab.ir

مقدمه مترجم :

کتاب حاضر ترجمه بخش اول کتاب **ساختمان‌های صنعتی فونداسیون تا سقف** می‌باشد. کتاب اصلی در دو بخش تنظیم گردیده: بخش اول مربوط به ساختمان‌های بدون جرثقیل و بخش دوم مربوط به ساختمان‌ها با جرثقیل، از این رو مترجم نیز ترجیح داد ترجمه این کتاب را به صورت کتاب مجزا به چاپ برساند. لازم به ذکر است که کتاب قاب‌های شیدار انتشارات گرنیت پارس آن را در سال ۱۳۶۳ به چاپ رسانده و تا کنون متجاری از ده بار تجدید چاپ شده شباهت بسیار زیادی با کتاب حاضر دارد. با این تفاوت که کتاب قاب‌های شیدار بیست سال زودتر از این کتاب تالیف و چاپ رسیده است.

بنابراین اگر کتاب قاب‌های شیدار به زبان انگلیسی به چاپ می‌رسید، چه به که اکنون راهنمای کتاب AISC بود و مطمئناً همانگونه که با اقبال مهندس ایرانی مواجه می‌شد، در سطح جهانی مطرح می‌گردید.

این نکته نه از روی تعریف بلکه از این جهت گفته شد که یادآور گردد این چاپ و نشر کتاب و مقالات به زبان انگلیسی باشد می‌تواند عمومی و فراگیر شود و گرنه در حیطه زبان مادری مانده و اقبالی جهانی نخواهد یافت.

امید است عزیزان استفاده‌کننده با در نظر گرفتن این نکته مهم در راه تحقیق تبعی قدم بردارند و نام کشور عزیزمان ایران را در صفحه‌های جهانی مطرح کنند از سرکار خانم سمیه عباس زاده و سرکار خانم مینا فتحی پور بخاطر همکاری در تنظیم و چاپ کتاب نهایت تشکر را دارم.

محمد جعفر کرمی

اردیبهشت ۱۳۹۲ - تهران

۱. ساختمان‌های صنعتی - عمومی :

مقدمه

با آنکه اصول ساختمانی و معماری اجزاء ساختمان‌های صنعتی نسبتاً ساده می‌باشد، ترکیب کلیه اجزاء در یک مجموعه اقتصادی هدفمند، ممکن است به بحثی پیچیده تبدیل شود. خطوط کلی و ضوابط این بحث را، می‌توان تعیین نمود. هدف از تدوین این کتاب تهیه خطوط راهنمایی برای طراحی مهندسی ساختمان‌های صنعتی بدون جرثقیل و یا جرثقیلهایی با وظایف سبک و یا متوسط می‌باشد. بخش اول به موضوعات عمومی این ساختمان‌ها و بخش دوم به ساختمان‌های دارای جرثقیل می‌پردازد. ملومات برای طراحی جزئیات سازه در مقابل زلزله برای ساختمان‌های صنعتی در این راهنما مورد بحث قرار نگرفته است. طراح باید هرگونه جزئیات مخصوص را برای شرایط زلزله مشخص سازد. ساختمان‌های صنعتی در وهله اول به فضای بسته‌ای جهت تولید و یا انبار مربوط می‌شود. به نظر می‌رسد طراحی این ساختمان‌ها به صورت منطقی در صلاحیت مهندسین سازه است. اما واقعاً ساختمان‌های صنعتی با مسائل بسیار دیگری درگیر می‌باشد. طراح ممکن است با فرض یک قانون کلی، مسئول تهیه نقشه استقرار^۱، تعیین ارتفاعات و سطوح، زهکشی سطحی، پارکینگ‌ها، ترافیک داخل محوطه، تزئین محوطه و شاید نقشه برداری باشد. دسترسی به راه آهن و ایجاد سکوی مناسب (بسته به نوع وسائل حمل و نقل بار

^۱ Site Planning

که مستقیماً وارد واگن‌های راه آهن می‌شوند). جزء توجهات مهم است فاصله‌های مناسب کنار گذرها و منحنی‌های چرخشی آن‌ها برای عبور کامیون‌ها نیز مهم است (البته نباید مسائل آتش نشانی دور از نظر قرار گیرد. م

۲. بار گذاری و ترکیب بار گذاری :

برای ساختمان‌های صنعتی، بدون جرثقیل، بار گذاری و ترکیبات آن، در آئین نامه‌ها کاملاً توضیح داده شده است.

بارها به شرح زیر طبقه بندی می‌شوند:

۱. بار مرده: این بار معرفی کننده وزن سازه و اجزاء آن، که بر اساس پوند بر فوت مربع (سیستم آحاد کتاب بر این اساس می‌باشد. م) بیان می‌شود است. در یک ساختمان صنعتی، ساختمان و خط تولید، معمولاً با وسائل تجهیزات ثابت که بوسیله سازه نگهداری می‌شود، درگیر می‌باشد. وزن این وسائل ممکن است بوسیله یک بار خطی یکنواخت معرفی شود. (بعنوان مبنا شناخته می‌شود). اما نقاط اتصال معمولاً با بار متمرکز روبرو هستند و با تجزیه و تحلیل تاثیرات موضعی بار، بر آن‌ها بررسی شود.

۲. بار زنده: این بار معرفی کننده نیروهای وارده از افراد استفاده کننده می‌باشد. آئین‌نامه‌های مختلف حداقل بار طراحی را بر اساس پوند فوت مربع ارائه می‌کنند، که با دسته‌بندی نحوه استفاده و استفاده کنند تغییر می‌کند. این بار به صورت یکنواخت در نظر گرفته می‌شود، در حال عملاً این بار گذاری غیر یکنواخت است. درجه قبول این غیر یکنواخت

موضوعی مربوط به قضاوت مهندسی است. بعضی از آئین‌نامه‌ها با جایگزین کردن بار غیریکنواخت، بوسیله بارهای نقطه‌ای به اضافه یک بار یکنواخت، برای بعضی مصارف به تعیین وضعیت پرداخته‌اند. در استفاده از ساختمان‌های صنعتی، اغلب ممکن است نیازمند در نظر گرفتن مقدار بارزنده بیشتری بجای حداقل‌های آئین‌نامه‌ای باشیم. معمولاً این مقدار توسط مالک و یا مهندس تعیین می‌گردد. همچنین ممکن است بارگذاری در قالب بار متمرکز شدیدی در ماشین آلات و پایه‌های نگهدارنده وسایل انباری باشد.

۳. بار برف: اکثر آئین‌نامه‌ها بین بار زنده سقف و بار برف تفاوت قائل می‌شوند. بار برف تابعی از ارتفاع منطقه، شیب سقف، نوع سقف، ناحیه، حرارت داخلی ساختمان و هندسه ساختمان می‌باشد. با این ضرائب با توجه به آئین‌نامه‌های مختلف، به صورت مختلف برخورد شده است.

۴. بار باران: این بار اکنون بعنوان یکی از شرایط بارگذاری مجزا مطرح گردیده. در گذشته، باران در بار زنده مورد محاسبه قرار می‌گرفت. اگرچه بعضی از آئین‌نامه‌ها استانداردهای دقیق‌تری در این مورد ارائه می‌کنند. بار باران می‌تواند بعنوان تابعی از شدت طوفان، شیب سقف و سیستم جمع‌آوری آب باران به حساب آید. همچنین پتانسیل باران در برف در مناطق مشخص وجود دارد. (در ایران به علت شیب نسبتاً زیاد سقف ساختمان‌های صنعتی تخلیه باران به راحتی صورت می‌گیرد و مسئله استخري شدن معمولاً وجود ندارد. م)

۵. بار باد: بار باد به خوبی در آئین‌نامه‌ها آمده است و به صورت تابعی از شرایط آب و هوایی محیط، ارتفاع ساختمان، هندسه ساختمان و سطوح در معرض محیط منطقه اطراف قرار گرفته است و معمولاً براساس زمان‌های رفت

و برگشت ۵۰ ساله و حداکثر تند باد ۳ ثانیه‌ای می‌باشد. آئین‌نامه‌های ساختمان ازدیاد فشارهای موضعی را در لبه‌ها و کنج‌های ساختمان وارد محاسبه نمود. مقادیر سختگیرانه‌تری را برای قطعات مجزای ساختمان نسبت به کل ساختار ارائه می‌نمایند. باد، نیروهای فشاری به سمت داخل (Inward) و کششی سمت خارج (Outward) بر سطوح مختلف خارجی ساختمان وارد می‌کند که تحت تاثیر اندازه بازشوهای دیوار می‌تواند باشد. در جائیکه نیروهای ایجاد واژگونی در ساختمان و یا نیروهای کششی به سمت بالا (Upward) می‌نمایند، باید با تنظیم بار مرده و یا سازه که با قلاب‌های کافی به فونداس مربوط شده‌اند، آن‌ها را نگهداری کرد.

۶. نیروهای زلزله: نیروهای زلزله بوسیله آئین‌نامه‌های مختلف و براساس موارد زیر مشخص شده‌اند:
- درجه ریسک نیروهای زلزله.
 - درجه پتانسیل خرابی.
 - احتمال خرابی کلی.
 - بررسی‌های عملی تطبیق با سطوح ایمنی.
- نیروهای زلزله در آئین‌نامه‌های ساختمانی معمولاً با نیروهای استاتیکی گرفته می‌شوند.

نیروهای زلزله معمولاً تابعی از موارد زیر می‌باشد:

- محل ساختمان از نظر جغرافیایی و زمین شناسی.
- نوع استفاده از ساختمان.

c. طبیعت سیستم سازه‌ای ساختمان.

d. مشخصات دینامیکی ساختمان.

e. مشخصات دینامیکی زمین و منطقه.

f. وزن ساختمان و نحوه توزیع آن.

ترکیب بارگذاری با اضافه کردن تاثیر هر یک از بارگذاری‌های فوق شکل می‌گیرد. آئین‌نامه‌ها یا استانداردهای صنعتی، معمولاً ترکیب بارگذاری مشخصی را ارائه می‌نمایند. نیاز نمی‌باشد که کلیه بارها با تمام شدت خود در نظر گرفته شود. همچنین، بارهای معین نیاز به ترکیب کلی با هم را ندارند. برای مثال، نیروی باد نیازی به در نظر گرفتن هم زمان با نیروی زلزله را ندارد. در بعضی حالت‌ها فقط بخشی از این بارگذاری‌ها با یکدیگر ترکیب می‌شوند. زمانیکه ترکیب بارگذاری شامل بارها با شدت کامل نمی‌شود یک قضاوت براساس احتمالات از هم زمانی رخ داد، براساس طول زمان و شدت باید صورت گیرد.

۳. ضوابط تهیه شده بوسیله کارفرمایان :

هر کارخانه‌ای معمولاً شرایط مخصوص به خود را دارد. و براساس نیازهای مربوط به خط تولید، مشخصات مورد نیاز کارفرما و برنامه‌ریزی کار ساخت کارگاهی، قیمت و قوانین ساختمان، طراحی می‌شود. این طراحی باید براساس این فاکتورها صورت گیرد. کارفرما باید به طراح، قوانین و نیازهای خود را به شرح زیر اعلام دارد:

. مساحت، دهانه، نقشه معماری، محل راهروها و توسعه آینده.

۲. ارتفاع خالص.
۳. ارتباط بین سطوح بهره برداری، جریان تولید و ملاحظات اکوستیکی.
۴. ظاهر خارجی و نما.
۵. مواد مصرفی و نازک کاری.
۶. ماشین، وسایل و نحوه انبارداری.
۷. بارها.

نمونه‌هایی وجود دارد که بارها از مقدار حداقل آئین‌نامه‌ای تجاوز می‌نمایند. در این گروه موارد اظهار نظر کارفرما لازم است. تهیه شرایط بارگذاری، جبران تأمین مقاومت کافی سازه است. یک مجموعه ضوابط مرتبط با شرایط سرویس دهی (Serviceability) سازه مورد لزوم می‌باشد. این مجموعه از طرف در مورد افتادگی (Deflection)، تغییر مکان افقی سازه (Drift) و لرزه (Vibration) و ارتباط سیستم‌های اولیه و ثانویه سازه و اجزائی برای اتصالات اعضا غیرسازه‌ای مانند قطعات سقف، نما، دستگاه‌ها و... می‌باشد. شرایط سرویس دهی، شرایط مقاومتی نیست، بلکه به تغییرات و بازتاب‌های آن مربوط می‌شود. این شرایط در ضوابطی که در راهنمایی بنام:

Serviceability Design Consideration for Low - Rise Building

که بخشی از سری کتاب‌های راهنمای AISC می‌باشد، آمده است. ضوابط گرفته شده از این راهنمای طراحی در این جزوه استفاده شده است. (البته شرایط سرویس دهی به تغییرات و بازتاب انسانی مربوط نمی‌شود. مثلاً یک پیچ در اتصال یک خربای بزرگ سقفی ممکن است باعث از دست رفتن آن شود، در حالیکه این اتصال ممکن است حتی در حالت مقاومت زیاده‌تری را نشان دهد. به طور کلی اگر سیستم سازه‌ای یا اجزای

قابل تطبیق برای منظوری که ساخته شده‌اند نباشد آن سیستم یا اجزاء آن از نظر سرویس دهی مردود است و اگر آن سیستم یا اجزاء آن به ظرفیت نهائی باربری خود نرسند از نظر شرائط مقاومتی مردود است.م.

همانطوریکه در این توضیحات دیده می‌شود، حضور فعال کارفرما در موارد مورد نیاز طراحی مشاهده می‌شود. این موضوع همچنین در موارد کف slab-on-grade متکی به زمین، جرثقیل‌های طره‌ای، ترافیک داخل سالن و توسعه آینده صادق می‌باشد.

۳-۱ طراحی کف‌های متکی به زمین:

یکی از مهمترین بخش‌هایی که باید مورد توجه قرار گیرد تعیین باری که کف با آن روبرو می‌باشد است. بعضی از انواع جرثقیل‌ها و پایه‌های نصب شده جهت انبار کردن، که بارهای سنگین را متحمل می‌شوند، بارهای نقطه‌ای به ساختمان وارد می‌نمایند. نکته مهم این است که این بارها غیر یکنواخت هستند. بنابراین کف‌ها مانند یک ورق (Plate) طراحی می‌شود که روی بستر الاستیک قرار گرفته و با بار نقطه‌ای مواجه است. طبیعی است که کارفرمایان برای کف‌ها بارهای یکنواختی را مشخص می‌نمایند (مثلاً ۵۰ psf). اگر یک کف با بار یکنواخت مواجه باشد، ممان خمشی تولید نخواهد شد. حداقل ضخامت بدون هیچگونه تقویتی مورد نیاز است. (در این صورت البته زمین باید مقاومت کافی داشته باشد.م) برای دسترسی به ضوابط محاسبه بار یکنواختی که براساس آن باید طراحی صورت گیرد، و در فقدان یک آئین‌نامه جوابگو، نویسنده کارفرمایان و مهندسین را تشویق به استفاده از نکات منعکس در این راهنما می‌نماید. بارهای واقعی به صورت یکنواخت وارد نمی‌شوند و

یک آنالیز با فرض بار غیریکنواخت و یا بار متمرکز مشخص وارد بر کف مورد نیاز است.

مرجع عالی طراحی در این مورد، کتاب *Designing Floor slab on Grade* نوشته Anderson و Ringo می باشد. (در این مورد کتاب طراحی و اجرا دال های متکی به زمین ترجمه و جمع آوری آقای مهندس مجید هوشیار، کتاب آذرگان برای استفاده نیز موجود می باشد.م) طراح کف های متکی زمین می بایست که با راهنمای ACI برای سقف و کف بتنی (ACI 1997) و طراحی کف متکی بر زمین (ACI 1992) آشنا باشد.

۲-۳ جرثقیل کنسولی یا طره ای:

نوع دیگری از بارگذاری که باید مورد توجه قرار گیرد، نصب جرثقیل های طره ای (JIB) می باشد. اغلب اوقات کارفرمایان نصب این گونه جرثقیل ها به آینده موکول می کنند. اما از آنجائیکه این آیتم نیز جزئی از خرید می باشد معمولاً بوسیله پرسنل مهندسی کارگاه و یا کارخانه سازنده نصب می شود. ممکن است کارفرما سهواً در فاز طراحی آن را به فراموشی بسپارد. اضافه کردن این جرثقیل که به سادگی به سازه متصل می شود، ممکن است مسائلی را پیشامد بسیاری مانند پیچیدگی ستون ها و یا از امتداد خارج شدن آن ها، خمشی ستون ها، خارج شدن از نظم ریل ها و پل های جرثقیل و برش خارج حد در پای ستون ها را پدید آورد. لازم است که محل و اندازه این جرثقیل در نظر گرفته شده و بصورت مناسب ستون ها طراحی، و بادبند های مناسب نصب گردد.

ستون هایی که این جرثقیل را نگهداری می کنند باید به طریقی طراحی شوند افتادگی انتهای دکل جرثقیل، از طول دکل تقسیم بر عدد ۲۲۵ تجاوز ننمایند.